

**Modulhandbuch des Studiengangs
Mathematical Engineering
(Master of Science)
an der
Universität der Bundeswehr München

(PO-Version: 2014)**

Inhaltsverzeichnis

Master of Science - ME 2014	
Pflichtmodule für alle fünf Vertiefungsrichtungen	
1370	Finite Elemente.....20
1372	Optimierung.....22
1079	Projektmanagement.....24
1371	Variationsrechnung und optimale Steuerung.....26
Pflichtmodule Vertiefungsrichtung: Extreme Environment Technologies	
1294	Angewandte Lineare Algebra.....28
1298	Elektrische Antriebe für die Satellitentechnik.....30
1076	Moderne Strukturwerkstoffe.....32
1254	Neuartige Halbleiterbauelemente und deren Zuverlässigkeit.....34
1297	Plasmaphysik und plasmatechnische Systeme.....36
1296	Praktikum: Plasmatechnik.....38
1247	Technologie der Halbleiter und Mikrosysteme.....39
1373	Werkstoffe der Elektrotechnik und der Halbleitertechnologie.....42
Pflichtmodule Vertiefungsrichtung: Mechatronik	
1222	Antriebsregelung und Aktorik.....44
1241	Automatisierungstechnik.....47
1375	Dynamik mechanischer Systeme.....50
1376	Elektrische Maschinen und Antriebe (Praktika).....52
1246	Integrierte Schaltungen.....54
1073	Messtechnik.....56
1082	Regelungstechnik.....58
1237	Systeme der Leistungselektronik.....61
1377	Technische Mechanik.....63
Pflichtmodule Vertiefungsrichtung: Physikalisch-Technische Modellierung in der Anwendung auf Bauingenieurwesen	
1378	Ausgewählte Kapitel der Statik.....65
1386	Konstruktiver Ingenieurbau V (Stahlbau).....68
1387	Konstruktiver Ingenieurbau VI (Massivbau).....70
1334	Kontinuumsmechanik und Werkstoffmodelle.....72
1314	Nichtlineare Statik.....74

Universität der Bundeswehr München

1333	Strömungssimulation in Labor und Computer.....	76
	Pflichtmodule Vertiefungsrichtung: Physikalisch-Technische Modellierung in der Anwendung auf Luft- und Raumfahrttechnik	
1294	Angewandte Lineare Algebra.....	78
1053	Computational Fluid Dynamics.....	80
1066	Gasdynamik.....	82
1067	Höhere Technische Mechanik.....	84
1089	Strukturdynamik.....	86
1090	Wärme- und Stofftransport.....	88
	Pflichtmodule Vertiefungsrichtung: Moderne Verfahren sicherer Kommunikationssysteme	
1294	Angewandte Lineare Algebra.....	90
1379	Embedded Systems und Kryptologie.....	92
1244	Kommunikationstechnik II.....	95
1289	Nachrichtentheorie und Übertragungssicherheit.....	97
1220	Quellencodierung und Kanalcodierung.....	100
1361	Sicherheit in der Informationstechnik.....	102
1243	Signal- und Informationsverarbeitung.....	104
1245	Übertragungssysteme der Hochfrequenztechnik, Mobilkommunikation.....	106
	Wahlpflichtmodule Vertiefungsrichtung: Extreme Environment Technologies	
1048	Aerothermodynamik.....	109
1290	Antennentechnik und EMV in der Kommunikationstechnik.....	111
1049	Antriebskomponenten.....	114
1179	Apparatives Praktikum Autonome Systeme.....	116
1180	Apparatives Praktikum Flugführungssysteme.....	119
1181	Apparatives Praktikum Fluiddynamik.....	121
1182	Apparatives Praktikum Leichtbau.....	123
1184	Apparatives Praktikum Raumfahrttechnik.....	125
1185	Apparatives Praktikum Regelungstechnik.....	127
1186	Apparatives Praktikum Satellitennavigation, Erdbeobachtung.....	129
1187	Apparatives Praktikum Thermodynamik.....	131
1282	Ausgewählte Kapitel der Sensorik und Messtechnik.....	133
1229	Auslandspraktikum I.....	135
1230	Auslandspraktikum II.....	137
1241	Automatisierungstechnik.....	139
1050	Autonome Systeme.....	142

Universität der Bundeswehr München

1337	Baudynamik und Erdbebeningenieurwesen.....	144
1353	Betriebsfestigkeit.....	146
1335	Beurteilung/Ertüchtigung historischer Tragwerke.....	148
1846	Biomedizinische Informationstechnik 1.....	150
1847	Biomedizinische Informationstechnik 2.....	155
1848	Biomedizinische Informationstechnik 3.....	160
1310	Brücken- und Ingenieurbau.....	164
1052	Chemische Thermodynamik.....	166
1053	Computational Fluid Dynamics.....	168
1252	Digitale Bildverarbeitung.....	170
1054	Dynamik und Regelung von Satelliten.....	174
1303	Embedded Systems mit Studienprojekt Microcontroller.....	176
1304	Embedded Systems mit Studienprojekt SPS.....	179
1379	Embedded Systems und Kryptologie.....	182
1385	Empfänger und Messtechnik für digitale Kommunikationssysteme.....	185
1055	Erdbeobachtung.....	187
1366	Explorative Statistik.....	190
1341	Faserverbundkonstruktionen.....	192
1223	FEM in der Antriebstechnik.....	194
1056	Filter- u Schätzverfahren.....	196
1348	Finite Methoden und Stoffgesetze Hochdynamik.....	198
1061	Flugsystemtechnik I.....	200
1062	Flugsystemtechnik II.....	203
1063	Flugzeugaerodynamik.....	205
1064	Flugzeugentwurf.....	207
1364	Fortgeschrittene Methoden der Regelungstechnik.....	210
1326	Fragen der Mikro- und Nanosystemtechnik.....	212
1065	FVW-Strukturen.....	213
1066	Gasdynamik.....	215
1278	Halbleiterproduktionstechnik.....	217
1412	Informationstechnik in der interdisziplinären Anwendung - Fahrerassistenz- und Sicherheitssysteme.....	219
1037	Informations- und Codierungstheorie.....	222
1455	Integralgleichung und Randelemente.....	224

Universität der Bundeswehr München

1350	Konstruktiver Ingenieurbau III (Stahlbau).....	226
1351	Konstruktiver Ingenieurbau IV (Massivbau).....	228
1334	Kontinuumsmechanik und Werkstoffmodelle.....	230
1068	Leichtbaustrukturen.....	232
1069	Luftfahrtantriebe.....	234
1191	Maschinendynamik.....	236
1404	Mathematik der Information.....	238
1302	MATLAB advanced.....	239
1380	Mehrantennensysteme (MIMO-Systeme).....	241
1192	Mensch-Maschine Interaktion.....	243
1413	Mensch-Maschine Interaktion ab Jahrgang 2013 ff.....	246
1072	Messmethoden in der Strömungsmechanik.....	249
1073	Messtechnik.....	251
1301	Methoden der künstlichen Intelligenz.....	253
1074	Methoden in der Produktentwicklung.....	256
1308	Microcontroller und SPS im Vergleich - ein Studienprojekt.....	258
1075	Moderne Methoden der Regelungstechnik.....	261
1283	Multisensorsysteme und Sensornetze.....	263
1077	Nichtgleichgewichts-Thermodynamik.....	267
1194	Nichtlineare Finite-Elemente-Methode.....	269
1279	Nichtlineare Regelung.....	271
1292	Numerik und CAD für die Hochfrequenztechnik.....	274
1391	Numerik und Chaostheorie.....	277
1078	Numerische Mathematik.....	279
1280	Praktikum: Regelungstechnik.....	281
1284	Praktikum: Sensorik und Messtechnik.....	283
1285	Praktikum: Simulationswerkzeuge in der Sensorik und Messtechnik.....	285
1220	Quellencodierung und Kanalcodierung.....	287
1081	Raumfahrtantriebe.....	289
1082	Regelungstechnik.....	291
1281	Regelungstechnisches Seminar.....	294
1084	Satellitennavigation I.....	296
1085	Satellitennavigation II.....	299
1086	Satellitensysteme.....	302

Universität der Bundeswehr München

1293	Schaltungssimulation.....	304
1087	Sensortechnik.....	307
1243	Signal- und Informationsverarbeitung.....	310
1249	Signalverarbeitung und Übertragungssysteme der Hochfrequenztechnik.....	312
1286	Spezielle messtechnische Probleme.....	315
1088	Statische und dynamische Beanspruchung von Werkstoffen.....	317
1208	Stochastische Schwingungen in Theorie und Praxis.....	319
1333	Strömungssimulation in Labor und Computer.....	321
1237	Systeme der Leistungselektronik.....	323
1245	Übertragungssysteme der Hochfrequenztechnik, Mobilkommunikation.....	325
1090	Wärme- und Stofftransport.....	328
1091	Weltraumphysik.....	330
	Wahlpflichtmodule Vertiefungsrichtung: Mechatronik	
1048	Aerothermodynamik.....	332
1294	Angewandte Lineare Algebra.....	334
1290	Antennentechnik und EMV in der Kommunikationstechnik.....	336
1049	Antriebskomponenten.....	339
1179	Apparatives Praktikum Autonome Systeme.....	341
1180	Apparatives Praktikum Flugführungssysteme.....	344
1181	Apparatives Praktikum Fluidodynamik.....	346
1182	Apparatives Praktikum Leichtbau.....	348
1184	Apparatives Praktikum Raumfahrttechnik.....	350
1185	Apparatives Praktikum Regelungstechnik.....	352
1186	Apparatives Praktikum Satellitennavigation, Erdbeobachtung.....	354
1187	Apparatives Praktikum Thermodynamik.....	356
1282	Ausgewählte Kapitel der Sensorik und Messtechnik.....	358
1229	Auslandspraktikum I.....	360
1230	Auslandspraktikum II.....	362
1050	Autonome Systeme.....	364
1337	Baudynamik und Erdbebeningenieurwesen.....	366
1353	Betriebsfestigkeit.....	368
1335	Beurteilung/Ertüchtigung historischer Tragwerke.....	370
1846	Biomedizinische Informationstechnik 1.....	372
1847	Biomedizinische Informationstechnik 2.....	377

Universität der Bundeswehr München

1848	Biomedizinische Informationstechnik 3.....	382
1310	Brücken- und Ingenieurbau.....	386
1052	Chemische Thermodynamik.....	388
1053	Computational Fluid Dynamics.....	390
1252	Digitale Bildverarbeitung.....	392
1054	Dynamik und Regelung von Satelliten.....	396
1298	Elektrische Antriebe für die Satellitentechnik.....	398
1303	Embedded Systems mit Studienprojekt Microcontroller.....	400
1304	Embedded Systems mit Studienprojekt SPS.....	403
1379	Embedded Systems und Kryptologie.....	406
1385	Empfänger und Messtechnik für digitale Kommunikationssysteme.....	409
1055	Erdbeobachtung.....	411
1366	Explorative Statistik.....	414
1341	Faserverbundkonstruktionen.....	416
1223	FEM in der Antriebstechnik.....	418
1056	Filter- u Schätzverfahren.....	420
1348	Finite Methoden und Stoffgesetze Hochdynamik.....	422
1061	Flugsystemtechnik I.....	424
1062	Flugsystemtechnik II.....	427
1063	Flugzeugaerodynamik.....	429
1064	Flugzeugentwurf.....	431
1364	Fortgeschrittene Methoden der Regelungstechnik.....	434
1326	Fragen der Mikro- und Nanosystemtechnik.....	436
1065	FVW-Strukturen.....	437
1066	Gasdynamik.....	439
1278	Halbleiterproduktionstechnik.....	441
1225	Industrielles Projekt- und Produktmanagement / Stromrichter für regenerative Energiequellen.....	443
1412	Informationstechnik in der interdisziplinären Anwendung - Fahrerassistenz- und Sicherheitssysteme.....	445
1037	Informations- und Codierungstheorie.....	448
1455	Integralgleichung und Randelemente.....	450
1350	Konstruktiver Ingenieurbau III (Stahlbau).....	452
1351	Konstruktiver Ingenieurbau IV (Massivbau).....	454
1334	Kontinuumsmechanik und Werkstoffmodelle.....	456

Universität der Bundeswehr München

1068	Leichtbaustrukturen.....	458
1069	Luftfahrtantriebe.....	460
1404	Mathematik der Information.....	462
1302	MATLAB advanced.....	463
1380	Mehrantennensysteme (MIMO-Systeme).....	465
1192	Mensch-Maschine Interaktion.....	467
1413	Mensch-Maschine Interaktion ab Jahrgang 2013 ff.....	470
1072	Messmethoden in der Strömungsmechanik.....	473
1301	Methoden der künstlichen Intelligenz.....	475
1074	Methoden in der Produktentwicklung.....	478
1308	Microcontroller und SPS im Vergleich - ein Studienprojekt.....	480
1075	Moderne Methoden der Regelungstechnik.....	483
1076	Moderne Strukturwerkstoffe.....	485
1283	Multisensorsysteme und Sensornetze.....	487
1254	Neuartige Halbleiterbauelemente und deren Zuverlässigkeit.....	491
1077	Nichtgleichgewichts-Thermodynamik.....	493
1194	Nichtlineare Finite-Elemente-Methode.....	495
1279	Nichtlineare Regelung.....	497
1292	Numerik und CAD für die Hochfrequenztechnik.....	500
1391	Numerik und Chaostheorie.....	503
1078	Numerische Mathematik.....	505
1291	Praktikum: Hochfrequenztechnische Systeme.....	507
1280	Praktikum: Regelungstechnik.....	509
1284	Praktikum: Sensorik und Messtechnik.....	511
1285	Praktikum: Simulationswerkzeuge in der Sensorik und Messtechnik.....	513
2952	Praktikum Grundlagen der Energietechnik.....	515
1224	Projektseminar Elektrische Antriebstechnik / Mechatronik.....	516
1220	Quellencodierung und Kanalcodierung.....	518
1081	Raumfahrtantriebe.....	520
1281	Regelungstechnisches Seminar.....	522
1084	Satellitennavigation I.....	524
1085	Satellitennavigation II.....	527
1086	Satellitensysteme.....	530
1293	Schaltungssimulation.....	532

Universität der Bundeswehr München

1087	Sensortechnik.....	535
1243	Signal- und Informationsverarbeitung.....	538
1249	Signalverarbeitung und Übertragungssysteme der Hochfrequenztechnik.....	540
1286	Spezielle messtechnische Probleme.....	543
1088	Statische und dynamische Beanspruchung von Werkstoffen.....	545
1208	Stochastische Schwingungen in Theorie und Praxis.....	547
1333	Strömungssimulation in Labor und Computer.....	549
1247	Technologie der Halbleiter und Mikrosysteme.....	551
1245	Übertragungssysteme der Hochfrequenztechnik, Mobilkommunikation.....	554
1090	Wärme- und Stofftransport.....	557
1091	Weltraumphysik.....	559
1373	Werkstoffe der Elektrotechnik und der Halbleitertechnologie.....	561
	Wahlpflichtmodule Vertiefungsrichtung: Physikalisch-Technische Modellierung in der Anwendung auf Bauingenieurwesen (Module aus BAU)	
1318	Anlagenbezogener Gewässerschutz.....	563
1339	Auslandsbau und BauBWL.....	565
1309	Baubetrieb in der Praxis.....	567
1337	Baudynamik und Erdbebeningenieurwesen.....	569
1342	Bauen im Bestand - Hochbau.....	571
1344	Bauen unter besonderen Randbedingungen.....	573
1311	Baurecht.....	574
1335	Beurteilung/Ertüchtigung historischer Tragwerke.....	576
1310	Brücken- und Ingenieurbau.....	578
1341	Faserverbundkonstruktionen.....	580
1315	Finite Elemente im Bauwesen.....	582
1348	Finite Methoden und Stoffgesetze Hochdynamik.....	584
1340	Flächenmanagement.....	586
1319	Geodäsie und Geoinformationssysteme.....	588
1320	Geotechnik Vertiefung.....	590
1345	Immobilienwertermittlung.....	592
1347	Instandhaltung der baulichen Infrastruktur.....	594
1455	Integralgleichung und Randelemente.....	596
1321	Integrierte Wasserbewirtschaftung unter Berücksichtigung des Klimawandels.....	598

Universität der Bundeswehr München

1322	Konstruktiver Hochwasserschutz und Hochwassermanagement.....	600
1386	Konstruktiver Ingenieurbau V (Stahlbau).....	602
1387	Konstruktiver Ingenieurbau VI (Massivbau).....	604
1323	Küsteningenieurwesen.....	606
1338	Leichte und transparente Bauwerke.....	608
1327	Luftverkehrsanlagen.....	610
1328	Modelle im Verkehr.....	612
1329	Nachhaltige Raumentwicklung und umweltfreundliche Mobilität.....	614
1316	Projekt Konstruktiver Ingenieurbau.....	616
1330	Projekt Umwelt, Siedlung und Verkehr.....	618
1324	Projekt Wasser, Umwelt und Boden.....	620
1325	Rohrsysteme.....	622
1336	Sonderbetone und Baustoffkreislauf.....	624
1331	Straßenbau, Straßenerhaltung und Schienenverkehr.....	626
1332	Tunnelbau.....	628
1349	Wasserwesen in Schwellen- und Entwicklungsländern.....	630
	Wahlpflichtmodule Vertiefungsrichtung: Physikalisch-Technische Modellierung in der Anwendung auf Bauingenieurwesen (Module aus LRT und EIT)	
1048	Aerothermodynamik.....	632
1294	Angewandte Lineare Algebra.....	634
1290	Antennentechnik und EMV in der Kommunikationstechnik.....	636
1049	Antriebskomponenten.....	639
1179	Apparatives Praktikum Autonome Systeme.....	641
1180	Apparatives Praktikum Flugführungssysteme.....	644
1181	Apparatives Praktikum Fluidodynamik.....	646
1182	Apparatives Praktikum Leichtbau.....	648
1184	Apparatives Praktikum Raumfahrttechnik.....	650
1185	Apparatives Praktikum Regelungstechnik.....	652
1186	Apparatives Praktikum Satellitennavigation, Erdbeobachtung.....	654
1187	Apparatives Praktikum Thermodynamik.....	656
1282	Ausgewählte Kapitel der Sensorik und Messtechnik.....	658
1229	Auslandspraktikum I.....	660
1230	Auslandspraktikum II.....	662
1241	Automatisierungstechnik.....	664

Universität der Bundeswehr München

1050	Autonome Systeme.....	667
1353	Betriebsfestigkeit.....	669
1846	Biomedizinische Informationstechnik 1.....	671
1847	Biomedizinische Informationstechnik 2.....	676
1848	Biomedizinische Informationstechnik 3.....	681
1052	Chemische Thermodynamik.....	685
1053	Computational Fluid Dynamics.....	687
1252	Digitale Bildverarbeitung.....	689
1054	Dynamik und Regelung von Satelliten.....	693
1298	Elektrische Antriebe für die Satellitentechnik.....	695
1303	Embedded Systems mit Studienprojekt Microcontroller.....	697
1304	Embedded Systems mit Studienprojekt SPS.....	700
1379	Embedded Systems und Kryptologie.....	703
1385	Empfänger und Messtechnik für digitale Kommunikationssysteme.....	706
1055	Erdbeobachtung.....	708
1366	Explorative Statistik.....	711
1223	FEM in der Antriebstechnik.....	713
1056	Filter- u Schätzverfahren.....	715
1061	Flugsystemtechnik I.....	717
1062	Flugsystemtechnik II.....	720
1063	Flugzeugaerodynamik.....	722
1064	Flugzeugentwurf.....	724
1364	Fortgeschrittene Methoden der Regelungstechnik.....	727
1326	Fragen der Mikro- und Nanosystemtechnik.....	729
1065	FVW-Strukturen.....	731
1066	Gasdynamik.....	733
1278	Halbleiterproduktionstechnik.....	735
1412	Informationstechnik in der interdisziplinären Anwendung - Fahrerassistenz- und Sicherheitssysteme.....	737
1037	Informations- und Codierungstheorie.....	740
1455	Integralgleichung und Randelemente.....	742
1068	Leichtbaustrukturen.....	744
1069	Luftfahrtantriebe.....	746
1191	Maschinendynamik.....	748
1404	Mathematik der Information.....	750

Universität der Bundeswehr München

1071	Mathematische Methoden in den Ingenieurwissenschaften.....	751
1302	MATLAB advanced.....	753
1380	Mehrantennensysteme (MIMO-Systeme).....	755
1192	Mensch-Maschine Interaktion.....	757
1413	Mensch-Maschine Interaktion ab Jahrgang 2013 ff.....	760
1072	Messmethoden in der Strömungsmechanik.....	763
1073	Messtechnik.....	765
1301	Methoden der künstlichen Intelligenz.....	767
1074	Methoden in der Produktentwicklung.....	770
1308	Microcontroller und SPS im Vergleich - ein Studienprojekt.....	772
1075	Moderne Methoden der Regelungstechnik.....	775
1076	Moderne Strukturwerkstoffe.....	777
1283	Multisensorsysteme und Sensornetze.....	779
1254	Neuartige Halbleiterbauelemente und deren Zuverlässigkeit.....	783
1077	Nichtgleichgewichts-Thermodynamik.....	785
1194	Nichtlineare Finite-Elemente-Methode.....	787
1279	Nichtlineare Regelung.....	789
1292	Numerik und CAD für die Hochfrequenztechnik.....	792
1391	Numerik und Chaostheorie.....	795
1078	Numerische Mathematik.....	797
1291	Praktikum: Hochfrequenztechnische Systeme.....	799
1280	Praktikum: Regelungstechnik.....	801
1284	Praktikum: Sensorik und Messtechnik.....	803
1285	Praktikum: Simulationswerkzeuge in der Sensorik und Messtechnik.....	805
1220	Quellencodierung und Kanalcodierung.....	807
1081	Raumfahrtantriebe.....	809
1082	Regelungstechnik.....	811
1281	Regelungstechnisches Seminar.....	814
1084	Satellitennavigation I.....	816
1085	Satellitennavigation II.....	819
1086	Satellitensysteme.....	822
1293	Schaltungssimulation.....	824
1087	Sensortechnik.....	827
1243	Signal- und Informationsverarbeitung.....	830

Universität der Bundeswehr München

1249	Signalverarbeitung und Übertragungssysteme der Hochfrequenztechnik.....	832
1286	Spezielle messtechnische Probleme.....	835
1088	Statische und dynamische Beanspruchung von Werkstoffen.....	837
1208	Stochastische Schwingungen in Theorie und Praxis.....	839
1237	Systeme der Leistungselektronik.....	841
1247	Technologie der Halbleiter und Mikrosysteme.....	843
1245	Übertragungssysteme der Hochfrequenztechnik, Mobilkommunikation.....	846
1090	Wärme- und Stofftransport.....	849
1091	Weltraumphysik.....	851
1373	Werkstoffe der Elektrotechnik und der Halbleitertechnologie.....	853
Wahlpflichtmodule Vertiefungsrichtung: Physikalisch-Technische Modellierung in der Anwendung auf Luft- und Raumfahrttechnik		
1048	Aerothermodynamik.....	855
1290	Antennentechnik und EMV in der Kommunikationstechnik.....	857
1049	Antriebskomponenten.....	860
1179	Apparatives Praktikum Autonome Systeme.....	862
1180	Apparatives Praktikum Flugführungssysteme.....	865
1181	Apparatives Praktikum Fluidodynamik.....	867
1182	Apparatives Praktikum Leichtbau.....	869
1184	Apparatives Praktikum Raumfahrttechnik.....	871
1185	Apparatives Praktikum Regelungstechnik.....	873
1186	Apparatives Praktikum Satellitennavigation, Erdbeobachtung.....	875
1187	Apparatives Praktikum Thermodynamik.....	877
1282	Ausgewählte Kapitel der Sensorik und Messtechnik.....	879
1229	Auslandspraktikum I.....	881
1230	Auslandspraktikum II.....	883
1241	Automatisierungstechnik.....	885
1050	Autonome Systeme.....	888
1337	Baudynamik und Erdbebeningenieurwesen.....	890
1353	Betriebsfestigkeit.....	892
1335	Beurteilung/Ertüchtigung historischer Tragwerke.....	894
1846	Biomedizinische Informationstechnik 1.....	896
1847	Biomedizinische Informationstechnik 2.....	901
1848	Biomedizinische Informationstechnik 3.....	906
1310	Brücken- und Ingenieurbau.....	910

Universität der Bundeswehr München

1052	Chemische Thermodynamik.....	912
1252	Digitale Bildverarbeitung.....	914
1054	Dynamik und Regelung von Satelliten.....	918
1298	Elektrische Antriebe für die Satellitentechnik.....	920
1303	Embedded Systems mit Studienprojekt Microcontroller.....	922
1304	Embedded Systems mit Studienprojekt SPS.....	925
1379	Embedded Systems und Kryptologie.....	928
1385	Empfänger und Messtechnik für digitale Kommunikationssysteme.....	931
1055	Erdbeobachtung.....	933
1366	Explorative Statistik.....	936
1341	Faserverbundkonstruktionen.....	938
1223	FEM in der Antriebstechnik.....	940
1056	Filter- u Schätzverfahren.....	942
1348	Finite Methoden und Stoffgesetze Hochdynamik.....	944
1061	Flugsystemtechnik I.....	946
1062	Flugsystemtechnik II.....	949
1063	Flugzeugaerodynamik.....	951
1064	Flugzeugentwurf.....	953
1364	Fortgeschrittene Methoden der Regelungstechnik.....	956
1326	Fragen der Mikro- und Nanosystemtechnik.....	958
1065	FVW-Strukturen.....	960
1278	Halbleiterproduktionstechnik.....	962
1412	Informationstechnik in der interdisziplinären Anwendung - Fahrerassistenz- und Sicherheitssysteme.....	964
1037	Informations- und Codierungstheorie.....	967
1455	Integralgleichung und Randelemente.....	969
1350	Konstruktiver Ingenieurbau III (Stahlbau).....	971
1351	Konstruktiver Ingenieurbau IV (Massivbau).....	973
1334	Kontinuumsmechanik und Werkstoffmodelle.....	975
1068	Leichtbaustrukturen.....	977
1069	Luftfahrtantriebe.....	979
1191	Maschinendynamik.....	981
1404	Mathematik der Information.....	983
1302	MATLAB advanced.....	984

Universität der Bundeswehr München

1380	Mehrantennensysteme (MIMO-Systeme).....	986
1192	Mensch-Maschine Interaktion.....	988
1413	Mensch-Maschine Interaktion ab Jahrgang 2013 ff.....	991
1072	Messmethoden in der Strömungsmechanik.....	994
1073	Messtechnik.....	996
1301	Methoden der künstlichen Intelligenz.....	998
1074	Methoden in der Produktentwicklung.....	1001
1308	Microcontroller und SPS im Vergleich - ein Studienprojekt.....	1003
1075	Moderne Methoden der Regelungstechnik.....	1006
1076	Moderne Strukturwerkstoffe.....	1008
1283	Multisensorsysteme und Sensornetze.....	1010
1254	Neuartige Halbleiterbauelemente und deren Zuverlässigkeit.....	1014
1077	Nichtgleichgewichts-Thermodynamik.....	1016
1194	Nichtlineare Finite-Elemente-Methode.....	1018
1279	Nichtlineare Regelung.....	1020
1292	Numerik und CAD für die Hochfrequenztechnik.....	1023
1391	Numerik und Chaostheorie.....	1026
1078	Numerische Mathematik.....	1028
1291	Praktikum: Hochfrequenztechnische Systeme.....	1030
1280	Praktikum: Regelungstechnik.....	1032
1284	Praktikum: Sensorik und Messtechnik.....	1034
1285	Praktikum: Simulationswerkzeuge in der Sensorik und Messtechnik.....	1036
1188	Projekt.....	1038
1220	Quellencodierung und Kanalcodierung.....	1040
1081	Raumfahrtantriebe.....	1042
1082	Regelungstechnik.....	1044
1281	Regelungstechnisches Seminar.....	1047
1084	Satellitennavigation I.....	1049
1085	Satellitennavigation II.....	1052
1086	Satellitensysteme.....	1055
1293	Schaltungssimulation.....	1057
1087	Sensortechnik.....	1060
1243	Signal- und Informationsverarbeitung.....	1063
1249	Signalverarbeitung und Übertragungssysteme der Hochfrequenztechnik.....	1065

Universität der Bundeswehr München

1286	Spezielle messtechnische Probleme.....	1068
1088	Statische und dynamische Beanspruchung von Werkstoffen.....	1070
1208	Stochastische Schwingungen in Theorie und Praxis.....	1072
1333	Strömungssimulation in Labor und Computer.....	1074
1237	Systeme der Leistungselektronik.....	1076
1247	Technologie der Halbleiter und Mikrosysteme.....	1078
1245	Übertragungssysteme der Hochfrequenztechnik, Mobilkommunikation.....	1081
1091	Weltraumphysik.....	1084
1373	Werkstoffe der Elektrotechnik und der Halbleitertechnologie.....	1086
	Wahlpflichtmodule Vertiefungsrichtung: Moderne Verfahren sicherer Kommunikationssysteme	
1048	Aerothermodynamik.....	1088
1290	Antennentechnik und EMV in der Kommunikationstechnik.....	1090
1049	Antriebskomponenten.....	1093
1179	Apparatives Praktikum Autonome Systeme.....	1095
1180	Apparatives Praktikum Flugführungssysteme.....	1098
1181	Apparatives Praktikum Fluidodynamik.....	1100
1182	Apparatives Praktikum Leichtbau.....	1102
1184	Apparatives Praktikum Raumfahrttechnik.....	1104
1185	Apparatives Praktikum Regelungstechnik.....	1106
1186	Apparatives Praktikum Satellitennavigation, Erdbeobachtung.....	1108
1187	Apparatives Praktikum Thermodynamik.....	1110
1282	Ausgewählte Kapitel der Sensorik und Messtechnik.....	1112
1229	Auslandspraktikum I.....	1114
1230	Auslandspraktikum II.....	1116
1241	Automatisierungstechnik.....	1118
1050	Autonome Systeme.....	1121
1337	Baudynamik und Erdbebeningenieurwesen.....	1123
1353	Betriebsfestigkeit.....	1125
1335	Beurteilung/Ertüchtigung historischer Tragwerke.....	1127
1846	Biomedizinische Informationstechnik 1.....	1129
1847	Biomedizinische Informationstechnik 2.....	1134
1848	Biomedizinische Informationstechnik 3.....	1139
1310	Brücken- und Ingenieurbau.....	1143
1052	Chemische Thermodynamik.....	1145

Universität der Bundeswehr München

1053	Computational Fluid Dynamics.....	1147
1252	Digitale Bildverarbeitung.....	1149
1054	Dynamik und Regelung von Satelliten.....	1153
1298	Elektrische Antriebe für die Satellitentechnik.....	1155
1385	Empfänger und Messtechnik für digitale Kommunikationssysteme.....	1157
1055	Erdbeobachtung.....	1159
1366	Explorative Statistik.....	1162
1341	Faserverbundkonstruktionen.....	1164
1223	FEM in der Antriebstechnik.....	1166
1056	Filter- u Schätzverfahren.....	1168
1348	Finite Methoden und Stoffgesetze Hochdynamik.....	1170
1061	Flugsystemtechnik I.....	1172
1062	Flugsystemtechnik II.....	1175
1063	Flugzeugaerodynamik.....	1177
1064	Flugzeugentwurf.....	1179
1364	Fortgeschrittene Methoden der Regelungstechnik.....	1182
1326	Fragen der Mikro- und Nanosystemtechnik.....	1184
1065	FVW-Strukturen.....	1186
1066	Gasdynamik.....	1188
1278	Halbleiterproduktionstechnik.....	1190
1412	Informationstechnik in der interdisziplinären Anwendung - Fahrerassistenz- und Sicherheitssysteme.....	1192
1037	Informations- und Codierungstheorie.....	1195
1455	Integralgleichung und Randelemente.....	1197
1350	Konstruktiver Ingenieurbau III (Stahlbau).....	1199
1351	Konstruktiver Ingenieurbau IV (Massivbau).....	1201
1334	Kontinuumsmechanik und Werkstoffmodelle.....	1203
1068	Leichtbaustrukturen.....	1205
1069	Luftfahrtantriebe.....	1207
1191	Maschinendynamik.....	1209
1404	Mathematik der Information.....	1211
1302	MATLAB advanced.....	1212
1380	Mehrantennensysteme (MIMO-Systeme).....	1214
1192	Mensch-Maschine Interaktion.....	1216

Universität der Bundeswehr München

1413	Mensch-Maschine Interaktion ab Jahrgang 2013 ff.....	1219
1072	Messmethoden in der Strömungsmechanik.....	1222
1073	Messtechnik.....	1224
1301	Methoden der künstlichen Intelligenz.....	1226
1074	Methoden in der Produktentwicklung.....	1229
1308	Microcontroller und SPS im Vergleich - ein Studienprojekt.....	1231
1075	Moderne Methoden der Regelungstechnik.....	1234
1076	Moderne Strukturwerkstoffe.....	1236
1283	Multisensorsysteme und Sensornetze.....	1238
1254	Neuartige Halbleiterbauelemente und deren Zuverlässigkeit.....	1242
1077	Nichtgleichgewichts-Thermodynamik.....	1244
1194	Nichtlineare Finite-Elemente-Methode.....	1246
1279	Nichtlineare Regelung.....	1248
1292	Numerik und CAD für die Hochfrequenztechnik.....	1251
1391	Numerik und Chaostheorie.....	1254
1078	Numerische Mathematik.....	1256
1291	Praktikum: Hochfrequenztechnische Systeme.....	1258
1287	Praktikum: Nachrichtentechnische Systeme.....	1260
1280	Praktikum: Regelungstechnik.....	1262
1284	Praktikum: Sensorik und Messtechnik.....	1264
1285	Praktikum: Simulationswerkzeuge in der Sensorik und Messtechnik.....	1266
1081	Raumfahrtantriebe.....	1268
1082	Regelungstechnik.....	1270
1281	Regelungstechnisches Seminar.....	1273
1084	Satellitennavigation I.....	1275
1085	Satellitennavigation II.....	1278
1086	Satellitensysteme.....	1281
1293	Schaltungssimulation.....	1283
1087	Sensortechnik.....	1286
1286	Spezielle messtechnische Probleme.....	1289
1088	Statische und dynamische Beanspruchung von Werkstoffen.....	1291
1208	Stochastische Schwingungen in Theorie und Praxis.....	1293
1333	Strömungssimulation in Labor und Computer.....	1295
1237	Systeme der Leistungselektronik.....	1297

Modul 1370 Finite Elemente

zugeordnet zu: Pflichtmodule für alle fünf Vertiefungsrichtungen

Studiengang:	Mathematical Engineering	Modultyp:	Pflicht
Workload gesamt (h):	150 Stunden	ECTS-Punkte:	5
-> Präsenzzeit (h):	60 Stunden	TWS:	5 Stunden
-> Selbststudium (h):	90 Stunden		

Modulbestandteile	13701	Finite Elemente (Vorlesung (PF) - 3 TWS)
	13702	Finite Elemente (Übung (PF) - 2 TWS)

Modulverantwortlicher	Prof. Dr.sc.math.habil. Joachim Gwinner
-----------------------	---

Inhalt	<ul style="list-style-type: none"> • Modellierungsbeispiele aus der Technik und Ingenieurwissenschaften, insbesondere: Stokes-System (Fluidmechanik), Navier-Lame-System (Solidmechanik), Maxwell-Gleichungen (Elektrotechnik), Halbleitergleichungen (Nachrichtentechnik) • Grundprinzipien der FEM: Galerkin-Formulierung, Aufbau der Steifigkeitsmatrix, stückweise konstante und lineare Ansätze, Approximationen höherer Ordnung, Numerische Integration, Abschätzungen des Diskretisierungsfehlers, Auflösung von linearen Finite-Element-Gleichungssystemen: direkte und iterative Verfahren • aktuelle ausgewählte Themen (z.B. p und hp - Finite-Elemente-Verfahren, gemischte finite Elemente-Verfahren, FE-Modellierung von Kontakt- und Plastizitätsproblemen)
--------	---

Qualifikationsziele	Die Studierenden kennen nach erfolgreichem Bestehen des Moduls fortgeschrittene Werkzeuge zur Finite-Element-Modellierung von Aufgabenstellungen aus der Technik und erlangen vertiefte Kenntnisse über die Finite-Element-Technologie, die wesentlich über das Anwender-Wissen zu einem kommerziellen Finite-Element-Programmsystems hinausgeht.
---------------------	---

Voraussetzungen	Analysis, lineare Algebra, Funktionalanalysis, Partielle Differentialgleichungen, Numerik
-----------------	---

Verwendbarkeit	Anwendung des erlangten Wissens in allen Studienschwerpunkten
----------------	---

Leistungsnachweis	Schriftliche Prüfung 90 Minuten (ohne Hilfsmittel) oder mündliche Prüfung 30 Minuten (ohne Hilfsmittel) (sP-90 oder mP-30). Die genaue Art der Prüfung wird zu Beginn der Lehrveranstaltung bekanntgegeben.
-------------------	---

Literatur	Braess, D.: Finite Elemente, Springer-Verlag, 1997, 2007
-----------	--

Jung, M., Langer U.: Methode der finiten Elemente für Ingenieure,
Teubner, Stuttgart, 2001
Brenner S.C., Scott, L.R.: The Mathematical Theory of Finite Element
Methods, Springer, 2008

Dauer und Häufigkeit

Das Modul dauert 1 Trimester.

Das Modul beginnt jedes Studienjahr jeweils im Wintertrimester.

Für die Vertiefungsrichtungen ME-EET, ME-PTM und ME-VSK ist als Startzeitpunkt das Wintertrimester im 1. Studienjahr vorgesehen.

Für die Vertiefungsrichtung ME-Mechatronik ist als Startzeitpunkt das Wintertrimester im 2. Studienjahr vorgesehen.

Modul 1372 Optimierung

zugeordnet zu: Pflichtmodule für alle fünf Vertiefungsrichtungen

Studiengang:	Mathematical Engineering	Modultyp:	Pflicht
Workload gesamt (h):	150 Stunden	ECTS-Punkte:	5
-> Präsenzzeit (h):	72 Stunden	TWS:	6 Stunden
-> Selbststudium (h):	78 Stunden		

Modulbestandteile	13723	Optimierung (Vorlesung (PF) - 4 TWS)
	13724	Optimierung (Übung (PF) - 2 TWS)

Modulverantwortlicher	Prof. Dr. rer. nat. Matthias Gerdts
-----------------------	-------------------------------------

Inhalt	<ul style="list-style-type: none"> • Modellbeispiele aus der Praxis • Innere-Punkte-Verfahren und Barrieremethoden • semiglatte Newtonverfahren für Komplementaritäts- und Variationsprobleme • gemischt-ganzzahlige Optimierung (Branch&Bound-Verfahren) • aktuelle ausgewählte Kapitel der Optimierung (z.B. parametrische Optimierung und Echtzeitoptimierung, diskrete dynamische Optimierung, Filtermethoden, ableitungsfreie Optimierung)
--------	--

Qualifikationsziele	Die Studierenden kennen nach erfolgreichem Bestehen des Moduls fortgeschrittene Werkzeuge zur mathematischen Modellierung und numerischen Lösung von beschränkten und unbeschränkten Optimierungsproblemen, die in der Technik häufig vorkommen.
---------------------	--

Voraussetzungen	Analysis, lineare Algebra, Einführung in die Optimierung
-----------------	--

Verwendbarkeit	Anwendung des erlangten Wissens in allen Studienschwerpunkten
----------------	---

Leistungsnachweis	Schriftliche Prüfung 90 Minuten (ohne Hilfsmittel) oder mündliche Prüfung 30 Minuten (ohne Hilfsmittel)
-------------------	---

Literatur	Geiger, C., Kanzow, C.: Numerische Verfahren zur Lösung unrestringierter Optimierungsaufgaben, Springer-Verlag, 1999
	Geiger, C., Kanzow, C.: Theorie und Numerik restringierter Optimierungsaufgaben, Springer-Verlag, 2002
	Gerdts, M., Lempio F.: Mathematische Optimierungsverfahren des Operations Research, DeGruyter Verlag, 2011

Nocedal, J., Wright, S.J.: Numerical optimization, Springer Series in Operation Research, New York, 1999

Dauer und Häufigkeit

Das Modul dauert 1 Trimester.

Das Modul beginnt jedes Studienjahr jeweils im Wintertrimester.

Als Startzeitpunkt ist das Wintertrimester im 1. Studienjahr vorgesehen.

Modul 1079 Projektmanagement

zugeordnet zu: Pflichtmodule für alle fünf Vertiefungsrichtungen

Studiengang:	Mathematical Engineering	Modultyp:	Pflicht
Workload gesamt (h):	150 Stunden	ECTS-Punkte:	5
-> Präsenzzeit (h):	48 Stunden	TWS:	4 Stunden
-> Selbststudium (h):	102 Stunden		

Modulbestandteile	10791	Projektmanagement (Vorlesung (PF) - 2 TWS)
	10792	Projektmanagement (Übung (WP) - 2 TWS)

Modulverantwortlicher Prof. Dr. Berthold Färber

Inhalt

Die Studierenden erhalten im Modul eine Einführung in die Thematik, spezifische Probleme und Lösungsansätze des Projektmanagements. Neben dem Erlernen von tools und der Vermittlung von Techniken wird ein besonderes Augenmerk auf eine ganzheitliche Betrachtung gelegt, die organisatorische, personale, wirtschaftliche und rechtliche Aspekte umfasst. Die Vorlesungsinhalte werden mittels eines Beispiels vertieft, bei dem die Studierenden ein kleines Projekt in allen Phasen erarbeiten müssen.

Das Modul gliedert sich in folgende Abschnitte:

- Komplexes Problemlösen: Charakteristika von Problemen, komplexen Problemen und des Problemlöseprozesses; Projektmanagement als komplexes Problemlösen, Strategien im Umgang mit komplexen Problemen
- Grundbegriffe des Projektmanagements: Merkmale eines Projekts; Begrifflichkeit des Projektmanagements, Aufgaben eines Projektmanagers, das magische Dreieck im Projektmanagement
- Projektorganisation: Überblick über Möglichkeiten der Aufbauorganisation, Vor- und Nachteile unterschiedlicher Organisationsformen
- Methoden in der Projektstartphase: Projektumfeldanalyse, Projektdefinition, Projektstart
- Projektplanung: Strukturpläne (Produktstruktur, Projektstruktur, Kostenstruktur), Methoden der Aufwandschätzung, Instrumente der Ablauf- und Terminplanung (Balkendiagramme, Netzplantechnik: CPM, PERT, MPM)
- Projektkontrolle: Notwendigkeit von Projektkontrolle, Methoden der Projektkontrolle
- Risikoanalyse und Risikomanagement
- Verträge und Änderungswesen (Rechtliche Grundlagen, Bestandteile eines Vertrags, Änderungsprozesse)
- Projektabschluss

Qualifikationsziele

- Die Studierenden kennen die wesentlichen Parameter und Methoden zur erfolgreichen Planung, Durchführung und Überwachung von Projekten.

- Die Studierenden erwerben die Fähigkeit, die Projektmanagement Tools MPM (Metra Potential Method) und MS-project auf eine konkrete Aufgabenstellung anzuwenden.
- Die Studierenden können ein Projekt vom Projektantrag bis zum Projektabschluss selbständig durchführen.

Voraussetzungen	keine
Verwendbarkeit	Das Modul setzt die Studierenden in die Lage, als Projektleiter in kleinen bis mittleren Projekten zu fungieren und dabei Projekte selbstständig zu planen, zu überwachen, erfolgreich zu managen und zu einem Abschluss zu bringen. Dies gilt für alle technisch orientierten Projekte im Bereich Luftfahrt, Raumfahrt und Fahrzeugbau etc.
Leistungsnachweis	Schriftliche Prüfung 90 Minuten (ohne Hilfsmittel) oder mündliche Prüfung 30 Minuten (ohne Hilfsmittel). Es besteht die Möglichkeit, durch die Bearbeitung von Aufgaben und /oder Kurztests Bonuspunkte zu sammeln, die auf die Gesamtpunktzahl der Endklausur mit maximal 20% angerechnet werden.
Sonstige Bemerkungen	Zuordnung zu den Studienschwerpunkten siehe Tabelle am Anfang des Dokumentes.
Literatur	<ul style="list-style-type: none">• Burghardt M.: Projektmanagement. Leitfaden für die Planung, Überwachung und Steuerung von Entwicklungsprojekten. 5. Auflage. Publicis MDC Verlag, 2000.• Fiedler R.: Controlling von Projekten. Vieweg, 2001.
Dauer und Häufigkeit	Das Modul dauert 1 Trimester, es findet im Wintertrimester des 1. Master-Studienjahres statt.

Modul 1371 Variationsrechnung und optimale Steuerung

zugeordnet zu: Pflichtmodule für alle fünf Vertiefungsrichtungen

Studiengang:	Mathematical Engineering	Modultyp:	Pflicht
Workload gesamt (h):	180 Stunden	ECTS-Punkte:	6
-> Präsenzzeit (h):	72 Stunden	TWS:	6 Stunden
-> Selbststudium (h):	108 Stunden		

Modulbestandteile	13711	Variationsrechnung und optimale Steuerung (Vorlesung (PF) - 4 TWS)
	13712	Variationsrechnung und optimale Steuerung (Übung (PF) - 2 TWS)

Modulverantwortlicher Prof. Dr. Mathias Richter

- Inhalt**
- Kurzer Abriss der Optimierung für Funktionen mit reellen Argumenten
 - Grundlagen: Funktionale, Variation
 - Euler-(Differential-)Gleichung für das Standardproblem. Erweiterungen auf allgemeine Randbedingungen und auf Probleme mit Funktionen mehrerer Veränderlicher
 - Extremalprinzipien
 - Variationsprobleme mit Nebenbedingungen, Lösungsansatz mit Lagrange-Multiplikatoren
 - Einführung in die Optimalsteuerung
 - Wechselspiel zwischen Variationsproblemen und Differentialgleichungen
 - Ansätze zu approximativen / numerischen Lösungsverfahren
- Grundsätzlich wird großer Wert auf die Illustration der Theorie durch anwendungsorientierte Beispiele gelegt.

- Qualifikationsziele**
- Anders als bei Extremwertaufgaben für Funktionen mit reellen Argumenten geht es bei der Variationsrechnung um Extremalen von Funktionen, deren Argumente selbst Funktionen (Kurven, Flächen) sind. Dies hat große Bedeutung in der Mechanik (Prinzip der minimalen Energie, Prinzip der kleinsten Wirkung) und in der Ingenieurwissenschaft (z.B. Optimierung von Flugbahnen, Bestimmung optimaler Entzerrer in der Kommunikationstechnik).
- Die Vorlesung soll folgende Fähigkeiten und Kenntnisse vermitteln:
- Erkennen und Formulieren von Optimierungsproblemen aus den Ingenieurwissenschaften als Aufgaben der Variationsrechnung.
 - Kenntnis analytischer Lösungsverfahren der Variationsrechnung.

Voraussetzungen

unabdingbar: Module Analysis I-III

Leistungsnachweis

Schriftliche Prüfung von 90 Minuten Dauer (sP-90) oder mündliche Prüfung von 30 Minuten Dauer (mP-30). Die genaue Art der Prüfung wird zu Beginn des Moduls bekanntgegeben.

Literatur

Kosmol: Approximation und Optimierung, de Gruyter
Meyberg, Vachenaer: Höhere Mathematik 2, Springer Verlag
Leitmann: Calculus of Variations and Optimal Control-An Introduction, Plenum Press
weiterführend: Luenberger: Optimization by Vector Space Methods, Wiley

Dauer und Häufigkeit

Das Modul dauert ein Trimester.
Das Modul beginnt jedes Studienjahr im Frühjahrstrimester.
Als Beginn ist das Frühjahrstrimester im 1. Studienjahr vorgesehen.

Modul 1294 Angewandte Lineare Algebra

zugeordnet zu: Pflichtmodule Vertiefungsrichtung: Extreme Environment Technologies

Studiengang:	Mathematical Engineering	Modultyp:	Wahlpflicht
Workload gesamt (h):	150 Stunden	ECTS-Punkte:	5
-> Präsenzzeit (h):	72 Stunden	TWS:	6 Stunden
-> Selbststudium (h):	78 Stunden		

Modulbestandteile	12941	Angewandte Lineare Algebra (Vorlesung (WP) - 4 TWS)
	12942	Angewandte Lineare Algebra (Übung (PF) - 2 TWS)

Modulverantwortlicher Prof. Dr. Mathias Richter

Inhalt

- Matrix-Faktorisierungen: LR, QR, Cholesky, Lemma von Schur, unitäre Ähnlichkeitstransformationen, SVD.
- Praktische Aspekte der LR-Zerlegung zur Lösung von Gleichungssystemen: Kondition, Rundungsfehler, iterative Nachverbesserung, Parallelisierung.
- Lineare Ausgleichsprobleme, auch bei nicht vollem Matrixrang und unter Nebenbedingungen.
- Ausblick auf nichtlineare Ausgleichsprobleme.
- Numerische Verfahren zum (verallgemeinerten) Eigenwertproblem und zur Berechnung der SVD.
- Unterraummethoden zur iterativen Lösung von Gleichungssystemen, Vorkonditionierung.
- Mehrgitterverfahren zur Lösung der bei der Diskretisierung linearer partieller Differentialgleichungen entstehenden Gleichungssysteme.

Grundsätzlich wird großer Wert auf die Illustration der Theorie durch anwendungsorientierte Beispiele gelegt.

Qualifikationsziele

Diese Vorlesung versteht sich als Erweiterung und Vertiefung von Themen, die in der Linearen Algebra und der Einführung in die Numerik (Mathematik A und C für EIT) nicht in ausreichender Tiefe besprochen werden konnten, die aber im Zentrum fast jeder rechnerische Lösung von praktischen Problemen der Ingenieurwissenschaften stehen. Vermittelt werden sollen

- die Kenntnis effizienter Verfahren zur Lösung von linearen Gleichungssystemen, linearer Ausgleichsprobleme und des Eigenwertproblems und
- ein Verständnis für die Eigenschaften der besprochenen Algorithmen

für Studierende, die selbst Software erstellen wollen, etwa im Bereich der Simulation, oder die vertiefte Kenntnisse der Linearen Algebra in ihrem Fachgebiet benötigen (z.B. Kommunikationstechnik: MI-

MO-Übertragung, z.B. Inverse Probleme in der Messtechnik: Diagnostik)

Voraussetzungen

unabdingbar: Module Lineare Algebra und Einführung in die Numerik (für ME) bzw. Mathematik A und Mathematik C (für EIT)

Verwendbarkeit

- Pflichtmodul für die Vertiefungsrichtungen ME-EET, ME-VSK und ME-PTM/LRT im Studiengang Mathematical Engineering (M. Sc.)
- Wahlpflichtmodul für die Vertiefungsrichtungen ME-Mechatronic und ME-PTM/BAU im Studiengang Mathematical Engineering (M. Sc.)
- Wahlpflichtmodul für den Masterstudiengang EIT mit allen Vertiefungsrichtungen

Leistungsnachweis

Schriftliche Prüfung von 75 min Dauer (sP-75) oder mündliche Prüfung von 30 min Dauer (mP-30). Die genaue Art der Prüfung wird zu Beginn des Moduls bekanntgegeben.

Literatur

Demmel: Applied Numerical Linear Algebra, SIAM, 1997
Trefethen, Bau: Numerical Linear Algebra, SIAM, 1997
Golub, van Loan: Matrix Computations, Johns Hopkins Univ. Press, 3rd ed., 1996
Briggs, Henson, Mc Cormick: A Multigrid Tutorial, 2nd ed., SIAM, 2000

Dauer und Häufigkeit

Das Modul dauert ein Trimester.
Das Modul beginnt jedes Studienjahr im Wintertrimester.
Als Beginn ist das Wintertrimester im 1. Studienjahr vorgesehen.

Modul 1298 Elektrische Antriebe für die Satellitentechnik

zugeordnet zu: Pflichtmodule Vertiefungsrichtung: Extreme Environment Technologies

Studiengang:	Mathematical Engineering	Modultyp:	Pflicht
Workload gesamt (h):	180 Stunden	ECTS-Punkte:	6
-> Präsenzzeit (h):	144 Stunden	TWS:	6 Stunden
-> Selbststudium (h):	36 Stunden		

Modulbestandteile	12981	Elektrische Antriebe für die Satellitentechnik (Vorlesung (WP) - 2 TWS)
	12982	Seminar elektrische Antriebe für die Satellitentechnik (Seminar (WP) - 2 TWS)
	12983	Projekt elektrische Antriebe für die Satellitentechnik (Projekt (WP) - 2 TWS)

Modulverantwortlicher Prof. Dr.-Ing. Jochen Schein

Inhalt	<ul style="list-style-type: none"> • Grundlegende Begriffe der Antriebstechnik: Geschichte der Antriebsentwicklung, Was ist Schub, Raketengleichung von Tsiolkowski, Definition spezifischer Impuls, deltaV. • Anwendungen der Grundlagen: Mehrstufige- Raketen, Orbitale und Flugbahnen. • Chemische Antriebstechnik: Funktionsprinzip, Unterscheidungen der Systeme. • Elektrische Antriebstechnik: Plasma - 4th state of Matter, Glimmentladung bis zur Bogenentladung, physikalische Prozesse in einem elektrodengebundenen Plasma, Begriff der Temperatur; Elektrothermische Antriebe (Resistojet und arcjet: Funktionsprinzip und Unterscheidungen der Systeme); Elektrostatische Antriebe (Ionenthruster, MPD und Hall: Funktionsprinzip und Unterscheidungen der Systeme); Miniaturisierung von Systemen, Anwendungen und Probleme. • Anwendung abhängig von Missionsparametern. • Lernziele sind: Plasmaphysikalisches Verständnis, verstehen und erlernen von Grundbegriffen der Antriebstechnik. selbstständige Berechnung und Dimensionierung einfacher elektrischer Antriebssysteme
--------	--

Qualifikationsziele	<p>Der/die Student,-in soll nach erfolgreichem Besuch dieses Kurses in der Lage sein, die Probleme der Antriebstechnik als Teil eines Gesamtsystems zu sehen und einzuordnen. Er soll mit Grundbegriffen der Satellitenantriebstechnik umgehen können und die Unterschiede verschiedener Systeme erkennen und bewerten. Der Satellitenantrieb als Beispiel für eine technologische Entwicklung, die durch bestimmte Randparameter, wie Gewicht, Lebensdauer, Energieverbrauch, Schubanforderungen, eingegrenzt wird, ist typisch für eine industrielle Entwicklung. Es sollen die Grundlagen dafür gelegt werden eine solche Aufgabe zu lösen, und das bestmögliche System für eine bestimmte Anwendung zu finden. Dieser Studiengang erweitert das physikalische Basiswissen der Studenten in den Bereich der Plasmaphysik, und er-</p>
---------------------	--

weitert den Horizont der EIT Studenten in Bezug auf die Transparenz der Ingenieurwissenschaften. Es wird gezeigt, wie sehr die Elektrotechnik auch z. B. Teil der Raumfahrttechnik ist.

Voraussetzungen

keine

Verwendbarkeit

Pflichtmodul für die Vertiefungsrichtung ME-EET sowie Wahlpflichtmodul für die Vertiefungsrichtungen ME-M, ME-PTM, ME-VSK des M.Sc.-Studiengangs ME. Wahlpflichtmodul für alle Vertiefungsrichtungen des M.Sc.-Studiengangs EIT.

Leistungsnachweis

Schriftliche Prüfung 90 Minuten (sP-90) oder mündliche Prüfung 30 Minuten (mP-30) sowie Notenschein (NS)

- Referat (Seminar),
- Übungsprojekt (Projekt),
- Take home exam (Vorlesung)

Literatur

- R. G. Jahn: "Physics of Electrical Propulsion", Dover Publications, 2006

Dauer und Häufigkeit

Das Modul dauert 2 Trimester.
Das Modul beginnt jedes Studienjahr jeweils im Herbsttrimester.
Als Startzeitpunkt ist das Herbsttrimester im 1. Studienjahr vorgesehen.

Modul 1076 Moderne Strukturwerkstoffe

zugeordnet zu: Pflichtmodule Vertiefungsrichtung: Extreme Environment Technologies

Studiengang:	Mathematical Engineering	Modultyp:	Pflicht
Workload gesamt (h):	150 Stunden	ECTS-Punkte:	5
-> Präsenzzeit (h):	48 Stunden	TWS:	4 Stunden
-> Selbststudium (h):	102 Stunden		

Modulbestandteile	10761	Moderne Strukturwerkstoffe (Vorlesung (PF) - 2 TWS)
	10762	Moderne Strukturwerkstoffe (Übung (PF) - 2 TWS)

Modulverantwortlicher Prof. Dr.-Ing. habil. Hans-Joachim Gudladt

Inhalt

- Im ersten Abschnitt lernt der Student das mechanische Verhalten von Polymeren und Faserverbundwerkstoffen, bevorzugt auf Epoxyd-basis, kennen. Dabei wird der amorphen Struktur des Werkstoffes dadurch Rechnung getragen, dass sowohl das energie- als auch das entropie-elastische Verhalten betrachtet wird.
- Darüber hinaus werden den Studenten die Grundlagen des Schädigungsverhaltens von Verbundwerkstoffen unter schwingender Beanspruchung vermittelt. Darin sind auch moderne Strukturwerkstoffe, wie z.B. ARALL und GLARE mit eingeschlossen.
- Der zweite Teil der Vorlesung beschäftigt sich mit dem Korrosionsverhalten von metallischen und polymeren Werkstoffen im Hinblick auf Spannungsriss- und Schwingungskorrosion.
- Im letzten Teil der Vorlesung gewinnen die Studenten Einblick in das mechanische Verhalten von Werkstoffen bei hohen Temperaturen. Hierbei wird dem Aspekt des Kriechens und der Kriechschädigung breiter Raum gewidmet.
- Auf dem Bereich LRT abzielend, erhalten die Studenten gezielte Informationen zum Schädigungsverhalten von keramischen Werkstoffen, wobei besonders den sog. Verbundkeramiken (CMC) Aufmerksamkeit gewidmet wird. Darüber hinaus werden Strategien zur Duktilisierung von Keramiken dargestellt und ein Ausblick auf die zukünftige Materialentwicklung im Bereich LRT gegeben.

Qualifikationsziele

Dem Studenten werden ingenieurwissenschaftliche Inhalte vermittelt, die sich auf das mechanische Verhalten von Werkstoffen beziehen, die im Bereich der Luft- und Raumfahrt eingesetzt werden. Dazu gehören, faserverstärkte Kunststoffe (CFK), Metall-Kunststoffverbunde, z.B. GLARE, hochfeste Aluminiumwerkstoffe sowie Titan- und Nickelbasislegierungen sowie Keramikverbundwerkstoffe. Das Hauptaugenmerk richtet sich dabei auf das mechanische Verhalten unter korrosiver Beanspruchung und bei hohen Temperaturen.

Voraussetzungen Bachelor-Studium

Verwendbarkeit	Das erworbene Wissen befähigt den Studenten zum Verständnis von Strukturmaterialien im Bereich Zelle und Triebwerk in Bezug auf das mechanische Verhalten. Er wird in die Lage versetzt, Materialoptimierung für zukünftige Strukturbauteile der Luftfahrt vorzunehmen. Darüber hinaus kann er Schwachstellen der Materialien in Bezug auf Ermüdung und Korrosion erkennen und für Abhilfe sorgen.
Leistungsnachweis	Schriftliche Prüfung 60 Minuten oder mündliche Prüfung 30 Minuten
Sonstige Bemerkungen	Dieses Modul kann auch als Munich-Aerospace-Partnermodul belegt werden. Zuordnung zu den Studienschwerpunkten siehe Tabelle am Anfang des Dokumentes.
Literatur	<ul style="list-style-type: none">• Hornbogen E.: Metallische Werkstoffe, Springer Verlag, 2002.• Easterling K., Zschech E.: Werkstoffe im Trend. Berlin: Verlag Technik, 1996.• Easterling K.: Tomorrow's Materials. Dorchester, London: The Institute of Metals, the Dorset Press, 1988.• Ashby M.F., Jones R.H.: International Science and Technology. Vol. 34 & 39. Oxford, New York: Pergamon Press.• Bd. I: An introduction to their properties and application. 1980.• Bd. II: An introduction to microstructure and design. 1986.• Courtney T.H.: Mechanical Behavior of Materials. Series in Materials Science and Engineering. McGraw-Hill, 1990.
Dauer und Häufigkeit	Das Modul dauert ein Trimester, es findet im Herbsttrimester des 1. Master-Studienjahres statt.

Modul 1254 Neuartige Halbleiterbauelemente und deren Zuverlässigkeit

zugeordnet zu: Pflichtmodule Vertiefungsrichtung: Extreme Environment Technologies

Studiengang:	Mathematical Engineering	Modultyp:	Pflicht
Workload gesamt (h):	180 Stunden	ECTS-Punkte:	6
-> Präsenzzeit (h):	72 Stunden	TWS:	6 Stunden
-> Selbststudium (h):	108 Stunden		

Modulbestandteile	12541	Advanced MOSFETs and Novel Devices (Vorlesung (PF) - 2 TWS)
	12542	Advanced MOSFETs and Novel Devices (Übung (PF) - 1 TWS)
	12543	Zuverlässigkeit in der Halbleitertechnologie (Vorlesung (PF) - 2 TWS)
	12544	Zuverlässigkeit in der Halbleitertechnologie (Übung (PF) - 1 TWS)

Modulverantwortlicher Prof. Dr.-Ing. Walter Hansch

Inhalt

- Im Teil 1 des Moduls werden die historische Entwicklung der MOSFETs zu "mainstream"-Bauelementen unter physikalischen, technologischen und ökonomischen Aspekten aufgezeigt. Die Eigenschaften klassischer Langkanal- und Kurzkanal-MOSFETs mit Kurzkanal-Effekten und Skalierungsregeln werden diskutiert. Als Grundlage für zukünftige Bauelemente werden die Grundlagen des Ladungsträgertransportes (Drift-Diffusion, Hydrodynamischer Transport, Quantenmechanik) vermittelt. Mögliche neue MOSFET-Bauelemente und deren Charakteristika (strain engineering, metal gate, high-k dielectrics, steep-slope devices, vertical MOSFETs, double-gate, fully-depleted MOSFETs) werden gegenüber neuartigen Bauelementen, wie den Hot-Electron Transistors, Spintronic devices, Tunneling transistors, Low-dimensional devices, Coulomb-blockade devices, Single-electron transistor, memory and logic applications, diskutiert.
- Im Teil 2 des Moduls werden in Erweiterung von Teil 1 die Grundlagen inklusive der statistischen Methoden (Stichprobenauswertung, Weibull-Verteilung) für die Bestimmung der Qualität und Zuverlässigkeit (Ausfallraten, Fits) von Produkten und Prozessen der Halbleiterindustrie vermittelt. Darüber hinaus werden mögliche Ausfallmechanismen für Halbleiterbauelemente diskutiert.

Qualifikationsziele

Die Studierenden lernen, aus welchen technologischen und ökonomischen Gründen eine spezielle Bauelemententechnologie (CMOS) für die Halbleiterelektronik einen dominanten Marktanteil von etwa 90% erreicht hat und welche Vor- und Nachteile alternative Bauelementkonzepte aufweisen. Für diese Bauelemente werden die Grundlagen zur Bewertung der Zuverlässigkeit (Einhaltung der kundenspezifischen Anforderungen über die Lebensdauer) und sicherheitstechni-

sche Aspekte anhand von industriellen Beispielen vermittelt. Die Studierenden sollen nach der Vorlesung in der Lage sein, am Beispiel der Halbleiterbauelemente Qualitäts- und Zuverlässigkeitsuntersuchungen zu planen, durchzuführen und auszuwerten. Dabei sollen übliche Werkzeuge (Software, statistische Methoden) mit in die Untersuchungen einbezogen werden können. Außerdem soll die Fähigkeit vorhanden sein, aus den Untersuchungen mögliche Fehlermechanismen zu bestimmen.

Voraussetzungen

- Kenntnisse der Elektrotechnik, Physik und Mathematik aus dem Bachelor-Studiengang

Verwendbarkeit

- Pflichtmodul für die Vertiefungsrichtung "Sicherheitstechnik" im Studiengang Elektrotechnik und Informationstechnik (M.Sc.)
- Wahlpflichtmodul für alle anderen Vertiefungsrichtungen im Studiengang Elektrotechnik und Informationstechnik (M.Sc.)
- Pflichtmodul für die Vertiefungsrichtung ME-EET im Studiengang Mathematical Engineering (M.Sc.)
- Wahlpflichtmodul für alle anderen Vertiefungsrichtungen im Studiengang MAtheoretical Engineering (M.Sc.)

Leistungsnachweis

Leistungsnachweis: Schriftliche Prüfung 90 min oder mündliche Prüfung 30 min am Ende des zweiten Trimesters (sP-90 oder mP-30). Die genaue Prüfungsform wird zu Beginn der Lehrveranstaltung bekanntgegeben.

Literatur

Sze: Physics of Semiconductor Devices, Wiley, 1981-2007
Deleonibus: Electronic Device Architectures for the Nano-CMOS Era, Pan Stanford Publishing, 2009
McPherson: Reliability Physics and Engineering, Springer, 2010

Dauer und Häufigkeit

- Das Modul dauert 2 Trimester.
- Der Modulteil 1 findet jedes Studienjahr jeweils im Frühjahrssemester statt, der Modulteil 2 im darauffolgenden Herbstsemester.
- Als Startzeitpunkt ist das Frühjahrssemester im 1. Studienjahr vorgesehen.

Modul 1297 Plasmaphysik und plasmatechnische Systeme

zugeordnet zu: Pflichtmodule Vertiefungsrichtung: Extreme Environment Technologies

Studiengang:	Mathematical Engineering	Modultyp:	Pflicht
Workload gesamt (h):	210 Stunden	ECTS-Punkte:	7
-> Präsenzzeit (h):	84 Stunden	TWS:	7 Stunden
-> Selbststudium (h):	126 Stunden		

Modulbestandteile	12971	Einführung in die Plasmadiagnostik (Vorlesung (WP) - 2 TWS)
	12972	Angewandte Plasmatechnik (Vorlesung (WP) - 2 TWS)
	12973	Einführung in die Plasmatechnik und Plasmaphysik (Vorlesung (WP) - 3 TWS)

Modulverantwortlicher Prof. Dr.-Ing. Jochen Schein

- Inhalt**
- „Einführung in die Plasmadiagnostik“ :**
- Identifikation wichtiger Plasmaparameter für die Klassifizierung von Plasmen,
 - Detaillierte Beschreibung Plasmatechnischer Systeme und ihrer Probleme,
 - Notwendigkeit für die Plasmaanalyse,
 - Verfahren zur Charakterisierung von Plasmen
- „Angewandte Plasmatechnik“ :**
- Technische Plasmaanwendungen: Gas- und Bogenentladungen (Lichttechnik), Plasmabeschleuniger, Plasmabasierte Oberflächentechniken, Magnetohydrodynamischer Generator zur Erzeugung elektrischer Leistung,
 - Kernfusion: Historie und Stand der Kernfusionsforschung (Exkursion zum Max Planck-Institut für Plasmaphysik in Garching),
 - Plasmen im Weltraum: Solarer Wind, interstellares Plasma
- „Einführung in die Plasmatechnik und Plasmaphysik“:**
- Plasmaerzeugung: Atomphysikalische Grundlagen, Ionisationsprozesse, Ionisationsgrad (Saha-Gleichung),
 - Plasmaklassifizierung: Arten der Energiezufuhr in ein Plasma, kennzeichnende Plasmaparameter (el. Leitfähigkeit, Debye-Länge, Landau-Länge, Plasmafrequenz u. a.),
 - Kurze Einführung in die Statistische Physik: Gleichgewichtszustand, Maxwell-Boltzmann-Verteilung, Temperatur, Druck, Gleichung der idealen Gase,
 - Wechselwirkung zwischen geladenen Teilchen in einem Plasma: Wirkungsquerschnitt bei Stößen zwischen Teilchen, Rutherford-Wirkungsquerschnitt, Abschätzung der elektrischen Leitfähigkeit eines Plasmas bei hoher Temperatur
 - Ionisation und Rekombination im Gleichgewichtszustand: Saha-Gleichung, Berechnung des Ionisationsgrads,

- Grenzschicht an einem Plasma: Debye-Schicht, Langmuir-Sonde.

Qualifikationsziele	<ul style="list-style-type: none">- Fähigkeit, die Hauptwechselwirkungen in einem Plasma zu verstehen,- Fähigkeit, das Verhalten eines Plasmas in der Nähe einer metallischen Wand nachzuvollziehen,- Physikalisches Verständnis des Plasmaprozesses,- Kenntnis der Plasmavorkommen in der Natur,- Kenntnis der Plasmaanwendungen in der Technik,- Messtechnische Verfahren verstehen und anwenden.
---------------------	--

Voraussetzungen	keine
-----------------	-------

Verwendbarkeit	<ul style="list-style-type: none">• Pflichtmodul für die Vertiefungsrichtung ME-EET im Studiengang Mathematical Engineering (M.Sc.)• Wahlpflichtmodul für alle Vertiefungsrichtungen des M.Sc.-Studiengangs EIT
----------------	--

Leistungsnachweis	Schriftliche Prüfung von 90 min Dauer (sP-90) oder mündliche Prüfung von 30 min Dauer (mP-30). Notenschein (NoS)
-------------------	---

Literatur	<ul style="list-style-type: none">-Michael A. Lieberman, Alan J. Lichtenberg: "Principles of Plasma Discharges and Materials Processing", John Wiley & Sons; 2. Auflage, 2005,-Yuri P. Raizer: "Gas Discharge Physics ", Springer Verlag, Berlin, Korrr. Nachdr. d. 1. Auflage von 1991, 1997.zu b)-Gerd Janzen: "Plasmatechnik. Grundlagen. Anwendungen. Diagnostik", Hüthig Verlag, 2000-Riccardo d'Agostino (Herausgeber), Pietro Favia (Herausgeber), Yoshinobu Kawai (Herausgeber), Hideo Ikegami Sato (Herausgeber), Farzaneh Arefi-Khonsari (Herausgeber): "Advanced Plasma Technology", Verlag Wiley-VCH, 2007
-----------	---

Dauer und Häufigkeit	Das Modul dauert 2 Trimester. Das Modul beginnt jedes Studienjahr jeweils im Wintertrimester. Als Startzeitpunkt ist das Wintertrimester im 1. Studienjahr vorgesehen.
----------------------	---

Modul 1296 Praktikum: Plasmatechnik

zugeordnet zu: Pflichtmodule Vertiefungsrichtung: Extreme Environment Technologies

Studiengang:	Mathematical Engineering	Modultyp:	Pflicht
Workload gesamt (h):	150 Stunden	ECTS-Punkte:	5
-> Präsenzzeit (h):	60 Stunden	TWS:	5 Stunden
-> Selbststudium (h):	90 Stunden		

Modulbestandteile

Modulverantwortlicher Prof. Dr.-Ing. Jochen Schein

Inhalt Es werden 7 Praktikumsversuche zu folgenden Themen angeboten:

- Erzeugung und technische Verwendung thermischer Plasmen
- Diagnostik an Plasmen
- Diagnostik industrieller Plasmaprozessparameter

Außerdem ist eine Konstruktionsaufgabe mit Hilfe moderner CAD-Software zu bearbeiten

Qualifikationsziele

- Anwendung der aus den Lehrveranstaltungen erworbenen theoretischen Kenntnisse
- Einblick in die Ingenieurpraxis
- Erlernen des Umgangs mit labortechnischen Gerätschaften

Voraussetzungen keine

Verwendbarkeit

- Pflichtmodul für die Vertiefungsrichtung ME-EET im Studiengang Mathematical Engineering (M.Sc.)
- Wahlpflichtmodul für alle Vertiefungsrichtungen des M.Sc.-Studiengangs EIT

Leistungsnachweis Jeder Praktikumsbestandteil wird durch den jeweiligen Betreuer individuell bewertet. Die Endnote ergibt sich aus den gleichgewichteten Einzelbewertungen durch Rundung auf gültige Modulnoten. Notenschein (NoS)

Dauer und Häufigkeit Das Modul dauert 1 Trimester. Das Modul beginnt jedes Studienjahr jeweils im Herbsttrimester. Als Startzeitpunkt ist das Herbsttrimester im 1. Studienjahr vorgesehen.

Modul 1247 Technologie der Halbleiter und Mikrosysteme

zugeordnet zu: Pflichtmodule Vertiefungsrichtung: Extreme Environment Technologies

Studiengang:	Mathematical Engineering	Modultyp:	Pflicht
Workload gesamt (h):	180 Stunden	ECTS-Punkte:	6
-> Präsenzzeit (h):	72 Stunden	TWS:	6 Stunden
-> Selbststudium (h):	108 Stunden		

Modulbestandteile	12471	Grundlagen der Halbleitertechnologie (Vorlesung (PF) - 2 TWS)
	12472	Grundlagen der Halbleitertechnologie (Übung (PF) - 1 TWS)
	12473	Mikrosystemtechnik (Vorlesung (PF) - 2 TWS)
	12474	Mikrosystemtechnik (Übung (PF) - 1 TWS)

Modulverantwortlicher Prof. Dr.-Ing. Walter Hansch

Inhalt

Mikro-Chips (Integrierte Schaltkreise, ICs) bestimmen heute die Leistungsfähigkeit nahezu aller elektronischen Geräte. Hierbei können die Mikro-Chips entsprechend der geplanten Aufgaben spezielle Funktionen realisieren, wobei in der Kommunikations- und Informationstechnologie vorrangig ICs mit hohen Rechenleistungen oder Speicherkapazitäten notwendig sind. Zur kontinuierlichen Steigerung der Leistungsfähigkeit und auch aus ökonomischen Gründen werden dabei durch ständige Technologieverbesserungen die geometrischen Abmessungen der einzelnen Halbleiterbauteile kontinuierlich verkleinert, diese Entwicklung wird durch das sogenannte „Moore´sche Gesetz“ beschrieben. Die hierzu notwendigen, hochkomplexen, hochreproduzierbaren Technologien mit Nanometer-Präzision können in der Regel nur von wenigen großen Halbleiterfirmen bereit gestellt werden. Kleinere Unternehmen und Forschungsinstitute beliefern den Markt hingegen mit neuen, flexiblen Technologien und „maßgeschneiderten“ Mikrochips, welche unterschiedlichste und komplexe Aufgaben erfüllen können (das sogenannte „More than Moore“). Die hierzu notwendigen technologischen Verfahren basieren zwar auf den Entwicklungen der Großindustrie, stellen jedoch in vielen Details innovative Weiterentwicklungen zur Realisierung funktioneller Komponenten dar, wobei die notwendigen lateralen Abmessungen deutlich entspannter im Mikrometer- oder sogar im Millimeterbereich liegen können. Solche Mikrosysteme bilden auf einem Chip aus verschiedenen Einzelkomponenten ein System, das über Sensorik Informationen aus der Umwelt gewinnt, diese mittels Elektronik verarbeitet, Signale und Daten kommuniziert und aktive Rückmeldung an die Umgebung leisten kann. Die hierzu notwendigen technologischen Prozesse stellen höchste Ansprüche an die Entwicklerteams, die sich auf den Gebieten Mikrosystem- und Nanotechnik, Optik, Fluidik, Biologie, Medizin, Elektronik und kabelloser Kommunikationstechnik bewegen müssen.

- Im Teil 1 des Moduls (Technologie der Halbleiter) werden die jeweils aktuellen Herstellungsverfahren, deren mögliche technologische

Weiterentwicklungen sowie deren prognostizierte Grenzen, behandelt. Der Schwerpunkt liegt auf der Diskussion der physikalisch-chemischen Grundlagen der Materialien und Prozesse zur Realisierung hochintegrierter Mikro-Chips.

- Im Teil 2 des Moduls (Mikrosystemtechnik) werden in Erweiterung von Teil 1 die Technologien zur Herstellung von Mikrosystemen behandelt. Schwerpunkt sind die Grundlagen unterschiedlicher Halbleitersensoren, deren mikrotechnische Herstellung, die elektronische Signalgewinnung, die Weiterverarbeitung des Signals durch weitere integrierte Komponenten, die Diskussion von Datenblättern.

Detaillierte Inhalte Teil 1: Geschichte und Märkte der Halbleiterindustrie; Halbleiterphysik: Kristalle, Defekte, Bandstrukturen, Ladungsträger; Herstellung von Siliziumwafern; Reinraumtechnik; Schichtabscheidung (Halbleiter, Isolatoren, Metalle) und Verfahren (Chemical Vapor Deposition, Sputtern), Schichtmodifikation (Dotieren, Implantation), Strukturierung: Lithographie (Deep-UV, EUV) und Geräte, Sub-Wellenlängenverfahren (Phasenschiebermasken, Optical Proximity); Spezialstrukturen (Planarisierung, trench-isolation, Damascene-Metallisierung); Schichtabtragung (Naß- und Trockenätzen, CMP); Gesamtprozesse (Logik, DRAM), Analytik und Prozeßüberwachung, Packaging, Trends und Perspektiven.

Detaillierte Inhalte Teil 2: Materialgrundlagen; Technologie: Silizium, Sonderprozesse für Mikrosysteme, Aufbau- und Verbindungstechnik; Kraftsensoren für Druck, Beschleunigung, : Elastizitätstheorie, piezoresistive, piezoelektrische und kapazitive Sensoren; Kontakttemperatursensoren: Thermiodioden und Thermotransistoren; Strahlungssensoren: Bolometer, Quantensensoren (CCDs), Teilchendetektoren; Magnetfeldsensoren: Hall-Sensoren, Feldplatten, AMR-Sensoren; Feuchtesensoren; Chemosensoren: ChemFETs, Pellistoren; Biosensoren: Enzym-Sensoren, DNS-Sensoren, Immuno-Sensoren, Biomedizinische Sensoren, Sensorimplantate; Smart-Sensors, Sensorsysteme;

Qualifikationsziele

Die Studierenden erhalten einen Überblick zu den technologischen Verfahren zur Herstellung hochintegrierter Halbleiterchips und Sensor-Chips der Mikrosystemtechnik. In Übungen lernen die Studierenden Berechnungen zu Prozeßparametern und Prozeßführungen sowie das Parameterdesign von Halbleitersensoren aufgrund physikalischer, chemischer oder biologischer Grundlagen. Im Vergleich mit Datenblättern kann die Leistungsfähigkeit von Mikrochips beurteilt werden.

Voraussetzungen

- Kenntnisse der Elektrotechnik, Physik und Mathematik aus dem Bachelor-Studiengang

Verwendbarkeit

- Pflichtmodul für die Vertiefungsrichtung Kommunikationstechnik im Studiengang EIT (M.Sc.)

- Wahlpflichtmodul für alle anderen Vertiefungsrichtungen des M.Sc.-Studiengangs EIT
- Pflichtmodul für die Vertiefungsrichtung ME-EET im Studiengang Mathematical Engineering (M.Sc.)

Leistungsnachweis

Leistungsnachweis: Schriftliche Prüfung 90 min oder mündliche Prüfung 30 min am Ende des zweiten Trimesters (sP-90 oder mP-30). Die genaue Prüfungsform wird zu Beginn der Lehrveranstaltung bekanntgegeben.

Literatur

D.Widmann, H.Mader, H. Friedrich: Technologie hochintegrierter Schaltungen; Springer, Berlin (1996),
J.D.Plummer, M.D.Deal, P.B.Griffin: Silicon VLSI Technology, Prentice Hall, 2000
A. Heuberger: "Mikrosystemtechnik", Springer Verlag,
W.Heywang; Sensorik, Springer Verlag, 1993

Dauer und Häufigkeit

- Das Modul dauert 2 Trimester.
- Der Modulteil 1 findet jedes Studienjahr jeweils im Wintertrimester statt, Modulteil 2 im folgenden Herbsttrimester.
- Als Startzeitpunkt ist das Wintertrimester des 1. Studienjahrs vorgesehen.

Modul 1373 Werkstoffe der Elektrotechnik und der Halbleitertechnologie

zugeordnet zu: Pflichtmodule Vertiefungsrichtung: Extreme Environment Technologies

Studiengang:	Mathematical Engineering	Modultyp:	Pflicht
Workload gesamt (h):	210 Stunden	ECTS-Punkte:	7
-> Präsenzzeit (h):	84 Stunden	TWS:	7 Stunden
-> Selbststudium (h):	126 Stunden		

Modulbestandteile	13731	Werkstoffe der Elektrotechnik (Vorlesung (PF) - 3 TWS)
	13732	Praktikum Halbleitertechnik (Praktikum (PF) - 4 TWS)

Modulverantwortlicher Prof. Dr.-Ing. Walter Hansch

Inhalt

Gegenstand der Vorlesung ist die Vermittlung von Grundwissen über den Aufbau von Werkstoffen, beginnend auf atomarer Ebene. Der Zusammenhang zwischen Mikrostruktur und physikalischen Eigenschaften der Materie wird gezeigt. Die mechanischen, elektrischen, optischen, thermischen und chemischen Eigenschaften der verschiedenen Arten von Werkstoffen sowie gängige Prüfverfahren werden vermittelt und durch fachpraktische Anteile wie Experimente und Übungen intensiviert. Des Weiteren erhält der Student /die Studentin einen Überblick sowohl über die Möglichkeiten zur gezielten Beeinflussung von Werkstoffen als auch über die Auswahl von Werkstoffen für verschiedene spezielle Anwendungen. Ein Hauptaugenmerk liegt dabei auf Werkstoffen, die in der Elektrotechnik Anwendung finden.

Im Praktikum werden den Studierenden Kenntnisse über die Laborarbeit unter Reinraumbedingungen vermittelt. Die Prozessierung der unterschiedlichen Werkstoffklassen mit Methoden der Halbleitertechnologie ist genauso Gegenstand des Praktikums wie die Kombination der unterschiedlichen Werkstoffe zu einen funktionsfähigen elektronischen Bauelement. Im Rahmen der einzelnen Teilprozesse wird den Studierenden praktisches Grundwissen über eine Reihe für die Elektrotechnik wichtiger Technologien, wie z.B. Vakuumtechnik, Fotolithografie, nass- und trockenchemische Prozesse, Abscheidung von Dünnschichten etc. vermittelt.

Qualifikationsziele

Der Student / die Studentin erwirbt während der Vorlesung Grundwissen der Werkstoffkunde und -technologie, das in allen Ingenieurwissenschaften breite Anwendung findet. Der Student / die Studentin erhält einen Überblick über typische Werkstoffe, die im Bereich der Elektrotechnik Anwendung finden. Der Student / die Studentin ist nach Abschluss der Lehrveranstaltung in der Lage, Werkstoffe für spezifische Problemstellungen anhand ihrer Eigenschaften auszuwählen.

Im anschließenden Praktikum arbeiten die Studierenden selbst mit verschiedenen Werkstoffen, die in der Elektrotechnik Anwendung finden. Aus halbleitenden, isolierenden und metallischen Werkstoffen erstellen die Studenten eigenhändig ein Halbleiterbauelement und charakterisieren dieses.

- | | |
|-----------------|--|
| Voraussetzungen | <ul style="list-style-type: none">• Der Stoff des Bachelormoduls Physik wird für Vorlesung und Praktikum vorausgesetzt.• Der Stoff des Pflichtmoduls Halbleitertechnologie wird für das Praktikum vorausgesetzt |
|-----------------|--|

- | | |
|----------------|---|
| Verwendbarkeit | <ul style="list-style-type: none">• Pflichtmodul für die Vertiefungsrichtung ME-EET im Studiengang Mathematical Engineering (M.Sc.)• Wahlpflichtmodul für die Vertiefungsrichtungen ME-Mechatronik, ME-PTM und ME-VSK des Studiengangs Mathematical Engineering (M.Sc.)• Wahlpflichtmodul für alle Vertiefungsrichtungen des Studiengangs Elektrotechnik und Informationstechnik (M.Sc.) <p>Hinweis : Das Modul ist nur dann verwendbar, wenn keine der zugehörigen Lehrveranstaltungen im Rahmen eines anderen Moduls eingebracht wird!</p> |
|----------------|---|

- | | |
|-------------------|--|
| Leistungsnachweis | <ul style="list-style-type: none">• Nach der Vorlesung eine Prüfung, sP-60 (=40%)• Praktikum NoS: Eingangstest (=10%), Versuchsdurchführung (20%), Ausarbeitung (20%), Abschlussprüfung (10%) |
|-------------------|--|

- | | |
|-----------|--|
| Literatur | <p>Ivers-Tiffée, v. Münch: Werkstoffe der Elektrotechnik, 10. Auflage, Teubner, 2007</p> <p>G. Fasching: Werkstoffe für die Elektrotechnik: Mikrophysik, Struktur, Eigenschaften, 4. Auflage, Springer, Wien, 2004</p> |
|-----------|--|

- | | |
|----------------------|--|
| Dauer und Häufigkeit | <p>Das Modul dauert 2 Trimester.
Das Modul findet jedes Studienjahr jeweils im Winter- und Frühjahstrimester statt.
Als Startzeitpunkt ist das Wintertrimester des 1. Studienjahrs vorgesehen.</p> |
|----------------------|--|

Modul 1222 Antriebsregelung und Aktorik

zugeordnet zu: Pflichtmodule Vertiefungsrichtung: Mechatronik

Studiengang:	Mathematical Engineering	Modultyp:	Pflicht
Workload gesamt (h):	180 Stunden	ECTS-Punkte:	6
-> Präsenzzeit (h):	72 Stunden	TWS:	6 Stunden
-> Selbststudium (h):	108 Stunden		

Modulbestandteile	12221	Antriebsregelung und Aktorik I (Vorlesung (WP) - 1 TWS)
	12222	Antriebsregelung und Aktorik I (Übung (WP) - 1 TWS)
	12223	Antriebsregelung und Aktorik II (Vorlesung (WP) - 2 TWS)
	12224	Antriebsregelung und Aktorik II (Übung (WP) - 2 TWS)

Modulverantwortlicher Prof. Dr.-Ing. Dieter Gerling

Inhalt

Lehrveranstaltung a): Antriebsregelung und Aktorik I:

- Grundlagen: Dynamisches Grundgesetz; Bewegungsgleichung; Stabilität; Massenträgheitsmomente; einfache Getriebe; Leistung und Energie bei Drehbewegungen; langsame Drehzahländerungen; Wärmemengen beim Anfahren und Bremsen,
- Dynamisches Verhalten der Gleichstrommaschine: Gleichungssystem für den dynamischen Betrieb (Zeitkonstanten, Strukturbild); fremderregte Gleichstrommaschine (allgemeine Struktur, Führungsverhalten, Störverhalten, aperiodischer Grenzfall); Gleichstromnebenanschlussmaschine (dynamischer Hochlauf); Kaskadenregelung einer Gleichstrommaschine (PI-Regler, Blockschaltbild und Übertragungsfunktion); Drehzahlregelkreis und Stromregelkreis; dynamischer Hochlauf und Reversieren,
- Raumzeigertheorie für Drehfeldmaschinen: Voraussetzungen; Umwandlung einer dreisträngigen in eine zweisträngige Maschine; Umwandlung eines zweisträngigen Systems auf ein beliebig rotierendes Koordinatensystem; Transformationsmatrizen; Flussverkettungen, Spannungsgleichungen und Drehmoment im beliebig rotierenden System,
- Dynamisches Verhalten der Asynchronmaschine: Gleichungssystem; schneller Hochlauf und Laststoß; Vergleich von dynamischer und stationärer Drehmoment-Drehzahl-Kennlinie; feldorientiertes Koordinatensystem für die Asynchronmaschine; Strukturbild der Asynchronmaschine in feldorientierten Koordinaten; feldorientierte Regelung der Asynchronmaschine mit eingprägten Statorströmen; Flussmodell; Strukturbild der Regelung; dynamischer Hochlauf der Asynchronmaschine; Vergleich mit dem dynamischen Hochlauf am starren Netz; feldorientierte Regelung der Asynchronmaschine mit eingprägten Statorspannungen; Entkopplungsnetzwerk; feldorientierte Regelung der Asynchronmaschine ohne mechanischen Sensor.

Lehrveranstaltung b): Antriebsregelung und Aktorik II:

- Dynamisches Verhalten der Synchronmaschine: Beschreibung des stationären Betriebs der Vollpol-Synchronmaschine mittels der Raumzeigertheorie; Stoßkurzschluss der Vollpolmaschine; Gleichungssystem; Grenzwertbetrachtungen für Ströme und Drehmoment; Zeitkonstanten; Zeitfunktionen bei Schalten im Spannungsmaximum und im Spannungsnulldurchgang; physikalische Erklärung des Stoßkurzschlusses.

Beschreibung des stationären Betriebs der Schenkelpol-Synchronmaschine mittels der Raumzeigertheorie; Bestimmung von Längs- und Querfeldreaktanz; Stoßkurzschluss der Schenkelpolmaschine (analytische und numerische Lösung); transienter Betrieb der Schenkelpolmaschine,

- Permanenterregter Synchronmotor mit Polradlagegeber: Wirkungsweise; dynamisches Gleichungssystem; stationäres Betriebsverhalten; Betriebsarten,
- Leistungselektronische Stellglieder für Gleichstrommaschinen, Asynchronmaschinen und Synchronmaschinen.

Qualifikationsziele

- Erlernen der Grundbegriffe bei elektro-mechanisch gekoppelten Systemen,
- Kenntnisse der mathematischen Beschreibung von elektrischen Maschinen in unterschiedlichen Koordinatensystemen,
- Kenntnisse des dynamischen Betriebsverhaltens elektrischer Maschinen (Schnellhochlauf, Laststoß, Stoßkurzschluss),
- Kenntnisse unterschiedlicher Regelungskonzepte bei elektrischen Antrieben (Kaskadenregelung, feldorientierte Regelung),
- Kenntnisse über leistungselektronische Stellglieder

Voraussetzungen

Kenntnisse in „Elektrische Maschinen und Antriebe“, wie sie z.B. in einem der Module „Elektrische Maschinen und Antriebe (EIT)“, „Energietechnik B“ (EIT) oder „Elektrische Maschinen und Antriebe (ME)“ aus den jeweiligen B.Sc.-Studiengängen vermittelt werden.

Verwendbarkeit

- Pflichtmodul für die Vertiefungsrichtung ME-Mechatronik des Studiengangs Mathematical Engineering (M.Sc.)
- Wahlpflichtmodul für die Vertiefungsrichtungen „Kommunikationstechnik“ und „Sicherheitstechnik“ des Studiengangs Elektrotechnik und Informationstechnik (M.Sc.)

Leistungsnachweis

ARA (I+II): sP-90 oder mP-30

Die genaue Art der Prüfung wird zu Beginn des Moduls bekannt gegeben.

Literatur

zu Lehrveranstaltung a):

D. Gerling: Vorlesungsskript „Antriebsregelung und Aktorik“, UniBw München, EAA, 2010

G. Pfaff: „Regelung elektrischer Antriebe I und II“, Oldenbourg Verlag, München, 1994

zu Lehrveranstaltung b):

D. Gerling: Vorlesungsskript „Antriebsregelung und Aktorik“,
UniBw München, EAA, 2010

D. Schröder: „Elektrische Antriebe - Regelung von Antriebssystemen“,
3. Auflage, Springer Verlag, Berlin, 2009

Dauer und Häufigkeit

Das Modul dauert 2 Trimester.

Das Modul beginnt jedes Studienjahr jeweils im Wintertrimester.

Als Startzeitpunkt ist das Wintertrimester im 1. Studienjahr vorgesehen.

Modul 1241 Automatisierungstechnik

zugeordnet zu: Pflichtmodule Vertiefungsrichtung: Mechatronik

Studiengang:	Mathematical Engineering	Modultyp:	Pflicht
Workload gesamt (h):	150 Stunden	ECTS-Punkte:	5
-> Präsenzzeit (h):	60 Stunden	TWS:	5 Stunden
-> Selbststudium (h):	90 Stunden		

Modulbestandteile	12411	Automatisierungstechnik (Vorlesung (PF) - 4 TWS)
	12412	Automatisierungstechnik (Übung (PF) - 1 TWS)

Modulverantwortlicher Prof. Dr. rer. nat. habil. Claus Hillermeier

- Inhalt
- a) Thema „Modellbasierte Fehlerdiagnose“:
 - Diagnose von Fehlern in Regelstrecken mit Hilfe eines Modells der Strecke
 - Sensorüberwachung auf Basis von Beobachtern

 - b) Thema „Digitale Regelkreise“:
 - Gerätetechnische Implementierung von Regelungen in Form von digitalen Regelkreisen
 - Abgetastete Regelstrecken als zeitdiskrete Systeme; Modellierung zeitdiskreter Systeme im Zeitbereich und im Frequenzbereich; Bestimmung ihres Eingangs- Ausgangs-Verhaltens
 - Eigenschaften zeitdiskreter Systeme wie Stabilität, Steuerbarkeit und Beobachtbarkeit
 - Umsetzung eines Reglers, der anhand eines zeitkontinuierlichen Modells der Regelstrecke entworfen wurde, in ein Programm, das auf einem Mikrocontroller abläuft; Analyse des entstehenden Regelkreises
 - Methodenspektrum zum Entwurf digitaler Regelungen auf Basis eines zeitdiskreten Streckenmodells

 - c) Thema „Modellierung, Analyse und Steuerung ereignisgetriebener Systeme“:
 - Ereignisdiskrete Systeme als Modelle von technischen Prozessen (in Rechenanlagen, Fertigungsanlagen etc.) und Transportvorgängen
 - Die Automatisierung von Fertigungsprozessen, Gebäuden, Fahrzeugen etc. wird als Aufgabe formuliert, durch Steuerungsmechanismen geeignete Ereignisfolgen herbeizuführen
 - Modellierung von Prozessen, die automatisiert werden sollen, mit Hilfe von deterministischen Automaten und Petrinetzen, die jeweils mit Eingang und Ausgang versehen sind
 - Werkzeuge für die Analyse des Verhaltens ereignisdiskreter Systeme (bzw. Steuerstrecken), vor allem im Hinblick auf Lebendigkeit (d.h. die Vermeidung von deadlocks) und Sicherheit
 - Entwurf von Steuerungen ereignisdiskreter Systeme auf Basis von Automaten- und Petrinetz-Modellen; hierbei besondere Berücksichtigung von Sicherheitsanforderungen

Qualifikationsziele

- a) Thema „Modellbasierte Fehlerdiagnose“:
- Die Studierenden können einfache Diagnosesysteme auf Basis von Beobachtern entwerfen. Sie verstehen, wie redundante Sensoren zur gegenseitigen Überwachung eingesetzt werden können.
- b) Thema „Digitale Regelkreise“:
- Die Studierenden verstehen, wie Regelungen mit Hilfe moderner Gerätetechnik in Form von digitalen Regelkreisen realisiert werden.
 - Die Studierenden können das dynamische Verhalten zeitdiskreter Systeme auf verschiedene Arten modellieren: Als Eingangs- Ausgangsmodell und als Zustandsraummodell im Zeitbereich sowie als Eingangs- Ausgangsmodell im Frequenzbereich.
 - Die Studierenden verstehen die dynamischen Eigenschaften zeitdiskreter Systeme in Analogie zu zeitkontinuierlichen Systemen.
 - Die Studierenden können ein Regelgesetz, das anhand eines zeitkontinuierlichen Streckenmodells entworfen wurde, auf einem Microcontroller umsetzen und den Einfluss der Abtastung auf die Regelgüte abschätzen.
 - Die Studierenden sind in der Lage, mit an die Anwendung angepassten Methoden einen digitalen Regelkreis zu entwerfen und sein Verhalten zu analysieren.
- c) Thema „Modellierung, Analyse und Steuerung ereignisgetriebener Systeme“:
- Die Studierenden sind in der Lage, technische Abläufe als ereignisdiskrete Systeme zu interpretieren und geeignet zu modellieren.
 - Die Studierenden verstehen, inwiefern Prozessautomatisierung auf höheren Ebenen die Aufgabe der Steuerung ereignisdiskreter Systeme beinhaltet.
 - Die Studierenden können das dynamische Verhalten ereignisdiskreter Systeme mittels geeigneter Analysemethoden untersuchen; insbesondere sind sie in der Lage, die Lebendigkeit (d.h. Deadlock-Freiheit) und Sicherheit solcher Systeme nachzuweisen.
 - Die Studierenden beherrschen verschiedene Methoden, um Steuerungen bzw. Regelungen für ereignisdiskrete Systeme (d.h. für Vorgänge, die es zu automatisieren gilt) zu entwerfen. Besonderes Augenmerk liegt dabei auf Steuerungen, die die Einhaltung von Lebendigkeits- und Sicherheitsanforderungen gewährleisten.

Voraussetzungen

Vorausgesetzt wird die erfolgreiche Bewältigung der Module „Mathematik A“, „Mathematik B“, „Mathematik C“ und „Regelungstechnik“. Bei ME-Studierenden werden die mathematischen Grundmodule sowie das Modul „Systemtheorie“ vorausgesetzt.

Verwendbarkeit

- Pflichtmodul für EIT-Vertiefungsrichtung „Energietechnische Systeme“
- Pflichtmodul für die Vertiefungsrichtung ME-Mechatronik des Studiengangs Mathematical Engineering (M.Sc.)

- Wahlpflichtmodul für die EIT-Vertiefungsrichtungen „Kommunikationstechnik“ und „Sicherheitstechnik“
- Wahlpflichtmodul für die Vertiefungsrichtungen ME-EET, ME-VSK und ME-PTM des Studiengangs Mathematical Engineering (M.Sc.)

Leistungsnachweis

Schriftliche Prüfung von 90 min Dauer (sP-90) oder mündliche Prüfung von 30 min Dauer (mP-30) am Ende des Wintertrimesters. Wiederholungsmöglichkeit am Ende des Frühjahrstrimesters. Die genaue Art der Prüfung wird zu Beginn der Lehrveranstaltung bekannt gegeben.

Literatur

J. Lunze: Automatisierungstechnik, Oldenbourg Verlag, 2008 (begleitend)

M. Horn, N. Dourdourmas: Regelungstechnik, Pearson Studium Verlag, 2004 (begleitend)

J. Lunze: Regelungstechnik 2, Springer Verlag, 2008 (begleitend)

J. Moody, P. Antsaklis: Supervisory Control of Discrete Event Systems Using Petri Nets,

Kluwer Academic Publishers, 1998 (weiterführend)

Dauer und Häufigkeit

Das Modul dauert ein Trimester.

Das Modul beginnt jedes Studienjahr jeweils im Wintertrimester.

Als Startzeitpunkt ist das Wintertrimester im 1. Studienjahr vorgesehen.

Modul 1375 Dynamik mechanischer Systeme

zugeordnet zu: Pflichtmodule Vertiefungsrichtung: Mechatronik

Studiengang:	Mathematical Engineering	Modultyp:	Pflicht
Workload gesamt (h):	180 Stunden	ECTS-Punkte:	6
-> Präsenzzeit (h):	72 Stunden	TWS:	6 Stunden
-> Selbststudium (h):	108 Stunden		

Modulbestandteile	13751	Maschinendynamik (Vorlesung (PF) - 2 TWS)
	13752	Maschinendynamik (Übung (PF) - 1 TWS)
	13753	Fahrzeugdynamik (Vorlesung (PF) - 2 TWS)
	13754	Fahrzeugdynamik (Übung (PF) - 1 TWS)

Modulverantwortlicher Prof. Dr.-Ing. habil. Alexander Lion

Inhalt

Das Modul besteht aus den beiden Lehrveranstaltungen „Maschinendynamik“ und „Fahrzeugdynamik“. Die Studierenden erwerben das Grundwissen zur Behandlung der Dynamik mechanischer Systeme. Es werden Maschinen und Fahrzeuge untersucht.

- 1) Mathematisch/physikalische Modellbildung und Berechnung linearer und nichtlinearer dynamischer Systeme mit einem und mehreren Freiheitsgraden sowie die Grundlagen der Parameteridentifikation
- 2) Resonanzphänomene, Methoden der Fundamentierung und der Schwingungsisolierung, Schwingungsdämpfer und Schwingungstilger, Grundlagen der Rotordynamik, Berechnung von kritischen Drehzahlen
- 3) Mechanische Berechnungsmodelle für die Vertikal-, Längs- und Querdynamik von Kraftfahrzeugen, Komponentenmodelle für Reifen, Luftfedern, Elastomer- und Hydrolager sowie Stoßdämpfer, Kursregelung.
- 4) Berechnung von Fahrmanövern (Lenkwinkelsprung und stationäre Kreisfahrt), Über- und Untersteuern, Fahrstabilität, Antriebs- und Bremsmomentverteilungen.

Qualifikationsziele

Die Studierenden erlernen die Grundbegriffe sowie ausgewählte experimentelle, analytische und numerische Methoden der Dynamik mechanischer Systeme am Beispiel von Maschinen und Fahrzeugen.

- 1) Die Studierenden sind in der Lage, störende Schwingungen von Maschinen zu charakterisieren und jeweils entsprechende Methoden zur Schwingungsisolierung bzw. Schwingungsdämpfung auszuwählen. Sie erwerben die Fähigkeit, einfache maschinendynamische Systeme zu untersuchen, zu verstehen und zu bemessen.
- 2) Sie erlernen grundlegende Methoden und Begriffe der klassischen Fahrzeugdynamik um Sinne des Vertikal-, Quer- und Längsverhaltens von Kraftfahrzeugen und sind in der Lage, Berechnungsergeb-

nisse aus Fahrzeugsimulationsprogrammen zu beurteilen und mit einfachen Modellen zu überprüfen.

Voraussetzungen

Vorausgesetzt werden Kenntnisse wie sie in den Bachelor-Modulen der Höheren Mathematik und der Technischen Mechanik I-III vermittelt werden.

Verwendbarkeit

Das erlernte Wissen ist Voraussetzung für wissenschaftliche Grundlagenuntersuchungen sowie angewandte Forschung und Entwicklung in der Mechatronik.

Leistungsnachweis

Mündliche Prüfung von 60 Minuten Dauer (mP-60).

Literatur

Dresig, Holzweißig: Maschinendynamik, Springer Verlag.

Sachau, Brommundt: Schwingungslehre und Maschinendynamik, Vieweg und Teubner.

Hollburg: Maschinendynamik, Oldenbourg Verlag

Mitschke: Dynamik der Kraftfahrzeuge, Springer Verlag.

Richter: Schwerpunkte der Fahrzeugdynamik, Verlag TÜV Rheinland

Dauer und Häufigkeit

Das Modul dauert ein Trimester, wird jedes Jahr angeboten und findet im Herbsttrimester statt.

Modul 1376 Elektrische Maschinen und Antriebe (Praktika)

zugeordnet zu: Pflichtmodule Vertiefungsrichtung: Mechatronik

Studiengang:	Mathematical Engineering	Modultyp:	Pflicht
Workload gesamt (h):	300 Stunden	ECTS-Punkte:	10
-> Präsenzzeit (h):	120 Stunden	TWS:	10 Stunden
-> Selbststudium (h):	180 Stunden		

Modulbestandteile	13761	Praktikum Elektrische Maschinen (Praktikum (PF) - 5 TWS)
	13762	Praktikum Elektrische Antriebe (Praktikum (PF) - 5 TWS)

Modulverantwortlicher Prof. Dr.-Ing. Dieter Gerling

- Inhalt
- a) Lehrveranstaltung **Praktikum Elektrische Maschinen** :
- Messtechnische Untersuchungen an den Grundtypen von elektrischen Maschinen
 - Bestimmung von Maschinenparametern
 - Feldmessungen; Leerlauf-, Kurzschluss- und Belastungsmessungen
 - Aufnahmen typischer Betriebskennlinien
 - Unsymmetrische Schaltungen
 - Sondermaschinen
- b) Lehrveranstaltung **Praktikum Elektrische Antriebe** :
- Messtechnische Untersuchungen des dynamischen Betriebsverhaltens elektrischer Maschinen
 - Stromrichtergesteuerte Antriebe
 - Gleichstromantrieb mit Umkehrstromrichter
 - Stromrichtermotor
 - Untersynchrone Kaskadenschaltungen
 - Drehstrommotor mit Zwischenkreisumrichter
 - Elektrische Servoantriebe

- Qualifikationsziele
- Vertiefung und Anwendung der erworbenen theoretischen Kenntnisse aus den Lehrveranstaltungen
 - Kenntnisse über die Durchführung von Experimenten an elektrischen Maschinen
 - Kenntnisse über die Durchführung von Experimenten an elektrischen Antrieben
 - Einblick in die Ingenieurpraxis

Voraussetzungen Kenntnisse in „Elektrische Maschinen und Antriebe“, wie sie z.B. in einem der Module „Elektrische Maschinen und Antriebe (ME)“, „Elek-

trische Maschinen und Antriebe (EIT)" oder „Energietechnik B" (EIT) aus den jeweiligen B.Sc.-Studiengängen vermittelt werden.

Verwendbarkeit Pflichtmodul in der Vertiefungsrichtung ME-Mechatronik des Studiengangs Mathematical Engineering (M.Sc.)

Leistungsnachweis Notenschein oder Teilnahmechein (NoS oder TS). Die genaue Art der Prüfung wird zu Beginn des Moduls bekannt gegeben.

Literatur

D. Gerling: Vorlesungsskript Elektrische Maschinen und Antriebe, UniBw München, EAA, 2010

G. Müller, B. Ponick: Grundlagen elektrischer Maschinen, 9. Auflage, Wiley-VCH Verlag, Weinheim, 2006

D. Gerling: Vorlesungsskript Antriebsregelung und Aktorik, UniBw München, EAA, 2010

G. Pfaff: Regelung elektrischer Antriebe I und II, Oldenbourg Verlag, München, 1994

Dauer und Häufigkeit Das Modul dauert 2 Semester.
Das Modul beginnt jedes Studienjahr jeweils im Frühjahrstrimester. Als Startzeitpunkt ist das Frühjahrstrimester im 1. Studienjahr vorgesehen.

Modul 1246 Integrierte Schaltungen

zugeordnet zu: Pflichtmodule Vertiefungsrichtung: Mechatronik

Studiengang:	Mathematical Engineering	Modultyp:	Pflicht
Workload gesamt (h):	180 Stunden	ECTS-Punkte:	6
-> Präsenzzeit (h):	72 Stunden	TWS:	6 Stunden
-> Selbststudium (h):	108 Stunden		

Modulbestandteile	12461	Integrierte Schaltungen (Vorlesung (PF) - 4 TWS)
	12462	Mess- und Simulationspraktikum (Praktikum (PF) - 2 TWS)

Modulverantwortlicher Dr.-Ing. habil. Rainer Kraus

Inhalt

a) Lehrveranstaltung 1: Integrierte Schaltungen
 Nach einer kurzen Einführung in die elektrischen Entwurfsregeln werden anhand des Inverters die Vor- und Nachteile der verschiedenen MOS-Technologien unter besonderer Berücksichtigung des Leistungsverbrauchs und der Schaltgeschwindigkeit diskutiert. Als nächstes folgen Treiber- und Eingangsschaltungen. Danach werden Schaltnetze und Schaltwerke erläutert. Der Entwurf von statischen und dynamischen Schaltnetzen mit seinen Auswirkungen auf das Layout, den Leistungsverbrauch und die Schaltgeschwindigkeit wird besprochen. Es werden logische Felder zusammen mit den gängigen Dekodertypen vorgestellt. Zur Datenspeicherung werden verschiedene Flip-Flop-Typen eingeführt. Die Vorlesung schließt mit einer kurzen Betrachtung analoger Schaltungen ab.

b) Lehrveranstaltung 2: Mess- und Simulationspraktikum
 Im praktischen Teil werden zuerst die grundlegenden Bauelemente und Schaltungen messtechnisch untersucht. Dann wird eine Einführung in das Simulationsprogramm PSPICE gegeben, mit dem ausgewählte digitale Schaltungen analog simuliert werden. Es werden das Schaltverhalten, die Schaltzeiten und die Dimensionierung integrierter Schaltungen untersucht.

Qualifikationsziele

- Verständnis der Grundlagen des Entwurfs integrierter Schaltungen,
- Bewertungs- und Auswahlkompetenz für die verschiedenen MOS-Technologien und Schaltungstechniken,
- Befähigung zur Simulation und zum Entwurf digitaler Schaltungen,
- Einblick in die analoge Schaltungstechnik.

Voraussetzungen Grundkenntnisse im Bereich der elektronischen Bauelemente und digitalen

Schaltungen, wie sie in den Modulen 1584 und 1591 vermittelt werden (Skripte unter www.unibw.de/eit4_1/lehre).

Verwendbarkeit

- Pflichtmodul in der Vertiefungsrichtung „Kommunikationstechnik“ des Studiengangs Elektrotechnik und Informationstechnik (M.Sc.)
- Pflichtmodul in der Vertiefungsrichtung ME-Mechatronik des Studiengangs Mathematical Engineering (M.Sc.)
- Wahlpflichtmodul der Vertiefungsrichtung „Energietechnische Systeme“ des Studiengangs Elektrotechnik und Informationstechnik (M.Sc.) (nicht kombinierbar mit Modul „Zuverlässigkeit elektronischer Schaltungen“)
- Wahlpflichtmodul für den Masterstudiengang INF für alle Vertiefungsrichtungen

Das Modul bietet eine gute Grundlage für das Modul "Schaltungssimulation".

Leistungsnachweis

LV1: Mündliche (30min) oder schriftliche Modulprüfung (90min) am Ende des WTs (sP-90) oder (mP-30).
Wiederholungsmöglichkeit zum Ende des FTs. Die genaue Art der Prüfung wird zu Beginn des Moduls bekannt gegeben.
LV2: Teilnahmechein. Die regelmäßige Teilnahme an dem Praktikum mit Vor- und Nachbereitung ist für den Erhalt des Teilnahmecheins (TS) notwendig.

Literatur

- Skript zur Vorlesung „Integrierte Schaltungen“, Institut für Mikroelektronik und Schaltungstechnik, www.unibw.de/eit4_1/lehre,
- Kurt Hoffmann, „Systemintegration vom Transistor zur großintegrierten Schaltung“, ISBN 3-486-57894-4, Oldenbourg-Verlag München, München/Wien 2006 (2. Auflage)

Dauer und Häufigkeit

Das Modul dauert 1 Trimester.

Das Modul beginnt jedes Studienjahr jeweils im Wintertrimester.

Als Startzeitpunkt ist das Wintertrimester im 1. Studienjahr vorgesehen.

Für Studierende der Vertiefungsrichtung ME-Mechatronik im Studiengang Mathematical Engineering ist als Startzeitpunkt das Wintertrimester im 2. Studienjahr vorgesehen

Modul 1073 Messtechnik

zugeordnet zu: Pflichtmodule Vertiefungsrichtung: Mechatronik

Studiengang:	Mathematical Engineering	Modultyp:	Pflicht
Workload gesamt (h):	150 Stunden	ECTS-Punkte:	5
-> Präsenzzeit (h):	60 Stunden	TWS:	5 Stunden
-> Selbststudium (h):	90 Stunden		

Modulbestandteile 10731 Grundlagen der Messtechnik (Vorlesung, Praktikum, Übu (PF) - 5 TWS)

Modulverantwortlicher Prof. Dr. rer. nat. habil. Günther Dollinger

Inhalt Das Modul besteht aus der Vorlesung "Messtechnik", den dazugehörigen Übungen und einem messtechnischen Praktikum.

In den "Messtechnik" werden folgende Inhalte vermittelt:

- Messung elektrischer Größen analog und digital
- Messverstärker für Strom, Spannung, Ladung
- Rauschen und die Auswirkung auf die Genauigkeit von Messungen
- Temperatursensoren, zugehörige Messprinzipien und Anwendungsbereiche
- Sensoren für elektromagn. Strahlung und hochenergetischen Teilchenstrahlen

Qualifikationsziele 1)Die Studierenden lernen die Prinzipien zur genauen Messung von elektrischen Größen kennen.
 2)Die Studierenden lernen prinzipiellen Grenzen in der Messung elektrischer Größen kennen
 3)Die Studierenden lernen exemplarisch physikalische Grundlagen und Anwendung unterschiedlicher Sensoren kennen.

Voraussetzungen Experimentalphysik/Praktikum, Messtechnik, Steuerungs- und Regelungstechnik, Höhere Mathematik I, II, III, Grundlagen der Elektrotechnik

Verwendbarkeit Voraussetzung für alle weiteren Vorlesungen im Bereich Flugführung, Steuer- und Regelungstechnik, Autonome Systeme, Satellitennavigation

Leistungsnachweis Grundlagen der Messtechnik: schriftliche Prüfung 75 Minuten

Messtechnik Praktikum: Teilnahmechein

Zugelassene Hilfsmittel für schriftliche Prüfung:

- 2 handbeschriebene Blätter (DIN A4)
- mathematische Formelsammlung
- nicht programmierbarer Taschenrechner

Sonstige Bemerkungen

Zuordnung zu den Studienschwerpunkten siehe Tabelle am Anfang des Dokumentes.

Literatur

- E. Schrüfer, Elektrische Messtechnik, Hanser Verlag, München 2004
- R. Lerch, Elektrische Messtechnik, Springer, Berlin 2005
- H.-J. Kunze, Physikalische Messmethoden, Teubner Studienbücher, Stuttgart 1986
- F. Bernhard, Technische Temperaturmessung, Springer, Berlin 2004

Dauer und Häufigkeit

Das Modul dauert ein Trimester, es findet im Wintertrimester des 1. Master-Studienjahres statt.

Modul 1082 Regelungstechnik

zugeordnet zu: Pflichtmodule Vertiefungsrichtung: Mechatronik

Studiengang:	Mathematical Engineering	Modultyp:	Pflicht
Workload gesamt (h):	150 Stunden	ECTS-Punkte:	5
-> Präsenzzeit (h):	48 Stunden	TWS:	4 Stunden
-> Selbststudium (h):	102 Stunden		

Modulbestandteile	10821	Regelungstechnik (Vorlesung (PF) - 2 TWS)
	10822	Regelungstechnik (Übung (PF) - 2 TWS)

Modulverantwortlicher Prof. Dr.-Ing. habil. Ferdinand Svaricek

Inhalt

Im Modul Regelungstechnik wird das in der Grundlagenvorlesung Steuer- und Regelungstechnik erworbene Grundwissen zur Analyse und Synthese linearer kontinuierlicher Regelungs- und Steuerungssysteme vertieft und erweitert:

1) Die Studierenden erhalten zunächst eine Einführung in die geometrische Stabilitätsanalyse mit Hilfe des Wurzelortskurvenverfahrens. Anschließend wird vermittelt, wie das WOK-Verfahren zur Synthese linearer dynamischer Regler eingesetzt werden kann.

2) Anschließend lernen die Studierenden verschiedene Methoden für die Modellierung, Beschreibung und Analyse des Verhaltens von dynamischen Systemen im Frequenzbereich kennen:

- Frequenzgang,
- Ortskurve und Bodediagramm,
- Phasenminimum- und Allpaßsysteme,
- Stabilitätsprüfung mit Hilfe des Nyquistverfahrens,
- Stabilitätsrand (Amplituden- und Phasenrand).

3) Dann wird die Beschreibung und Analyse dynamischer Eingrößensysteme im Zustandsraum behandelt. Neben der Vorstellung der grundlegenden Begriffe und Definitionen (Zustandsvariablen, Zustandsgleichung, Zustandstrajektorie, Steuer- und Beobachtbarkeit, Stabilität) werden auch elementare Methoden zur Analyse des dynamischen Verhaltens (Eigenwerte, Eigenbewegung, Stabilität) und der Steuer- und Beobachtbarkeit sowie wichtige Normalformen (Diagonal-, Regelungs- und Beobachtungsnormalform, Kalman-Zerlegung) vermittelt.

4) Die Studierenden werden dann mit den Grundlagen zur Synthese linearer Zustandsregler vertraut gemacht. Dabei werden im Einzelnen die folgenden Aspekte behandelt:

- Entwurf linearer Zustandsrückführungen,
- Zustandsbeobachter,
- Berücksichtigung von Störgrößen,

- erweiterte Regelungsstrukturen.

Qualifikationsziele

- 1) Die Studierenden können das dynamische Verhalten von Eingrößenregelkreise anhand der Wurzelortskurven beurteilen und durch Anpassung des Reglers gezielt verändern.
- 2) Die Studierenden sind in der Lage die Stabilität eines Regelkreis anhand der Ortskurve und des Bodediagramms des offenen Kreises zu überprüfen.
- 3) Die Studierenden erwerben die Fähigkeit, Zustandsraummodelle von technischen Systemen aus unterschiedlichen Fachdisziplinen aufzustellen und deren Eigenschaften zu analysieren.
- 4) Die Studierenden werden in die Lage versetzt, das dynamische Verhalten von Eingrößenregelkreise durch den Entwurf von linearen Zustandsrückführungen gezielt zu beeinflussen

Voraussetzungen

Vorausgesetzt werden Kenntnisse in „Höhere Mathematik“, „Technische Mechanik“, „Messtechnik“, „Experimentalphysik“, „Allgemeine Elektrotechnik“ und „Steuer- und Regelungstechnik“ des LRT-Bachelor Studiums.

Verwendbarkeit

Voraussetzung für wissenschaftliche Grundlagenuntersuchungen und angewandte Forschung und Entwicklung auf dem Gebiet der Steuer- und Regelungstechnik.

In diesem Studiengang:

- Voraussetzung für Teilnahme am Rechnerpraktikum „Regelungstechnik“
- Voraussetzung für Teilnahme am App. Praktikum „Regelungstechnik“
- Voraussetzung für das Modul „Moderne Methoden der Regelungstechnik“
- Voraussetzung für das Modul „Flugführungssysteme“
- Voraussetzung für das Modul „Dynamik und Regelung von Satelliten“
- Voraussetzung für das Modul „Filter und Schätzverfahren“

Leistungsnachweis

Schriftliche Prüfung 90 Minuten (30 Minute Fragenteil ohne Hilfsmittel und 60 Minuten Aufgabenteil mit allen Hilfsmitteln außer programmierbaren Taschenrechner) oder mündliche Prüfung 30 Minuten.

Sonstige Bemerkungen

Zuordnung zu den Studienschwerpunkten siehe Tabelle am Anfang des Dokumentes.

Literatur

- Lunze, J.: Regelungstechnik 1: Systemtheoretische Grundlagen, Analyse und Entwurf einschleifiger Regelungen. 5. Auflage. Berlin: Springer-Verlag, 2006.
- Lunze, J.: Regelungstechnik 2: Mehrgrößensysteme, Digitale Regelung. 3. Auflage. Berlin: Springer-Verlag, 2005.

- Unbehauen, H.: Regelungstechnik. Band I. 13. Auflage. Braunschweig: Vieweg und Sohn, 2005 .
- Unbehauen, H.: Regelungstechnik. Band II. 8. Auflage. Braunschweig: Vieweg und Sohn, 2000.

Dauer und Häufigkeit

Das Modul dauert ein Trimester, es findet im Wintertrimester des 1. Master-Studienjahres statt.

Modul 1237 Systeme der Leistungselektronik

zugeordnet zu: Pflichtmodule Vertiefungsrichtung: Mechatronik

Studiengang:	Mathematical Engineering	Modultyp:	Pflicht
Workload gesamt (h):	180 Stunden	ECTS-Punkte:	6
-> Präsenzzeit (h):	72 Stunden	TWS:	6 Stunden
-> Selbststudium (h):	108 Stunden		

Modulbestandteile	12371	Systeme der Leistungselektronik I (Vorlesung (PF) - 3 TWS)
	12372	Systeme der Leistungselektronik II (Vorlesung (PF) - 3 TWS)

Modulverantwortlicher Prof. Dr.-Ing. Rainer Marquardt

Inhalt

- Anwendungsgebiete und Entwicklungstrends: Grundstrukturen Leistungselektronischer Systeme,
- Ansteuertechnik für Leistungshalbleiter: Anforderungen, Signalübertragungsarten, Energieversorgung, Störbeeinflussung und Zuverlässigkeit, Schaltungstechnik und Realisierung,
- Leistungsteile: Anforderungen, Elektrische Schnittstellen, Komponenten und Modularisierung, Sicherheit und Störfallbehandlung, EMV und Störaussendung, Passive Komponenten,
- Messwertverarbeitung: Anforderungen, Elektrische und nichtelektrische Messgrößen, Arten der Messwernerfassung, Arten der Messwertübertragung, Schnittstellen/Normung, Verfahren zur Störungsminderung,
- Leistungselektronische Systeme für Stromversorgungen,
- Leistungselektronische Systeme für Antriebszwecke,
- Leistungselektronische Systeme für die Energieübertragung und -verteilung.

Qualifikationsziele

- Kenntnisse über Anwendungsbereiche und typ. Eigenschaften leistungselektronischer Systeme,
- Selbständiges Erfassen der typischen Grundstrukturen,
- Selbständiges Erkennen technischer Probleme in Planung und Realisierung,
- Fähigkeiten zur Analyse und grundlegenden Dimensionierung leistungselektronischer Systeme.

Voraussetzungen

- Kenntnisse des Moduls "Grundlagen der Elektrotechnik",
- Kenntnisse der Module "Mathematik A", "Mathematik B" und "Mathematik C",
- Kenntnisse des Moduls "Leistungselektronik".

Verwendbarkeit

- Pflichtmodul in der Vertiefungsrichtung "Energietechnische Systeme" des Studiengangs Elektrotechnik und Informationstechnik (M.Sc.)
- Pflichtmodul in der Vertiefungsrichtung ME-Mechatronik des Studiengangs Mathematical Engineering (M.Sc.)
- Wahlpflichtmodul der Vertiefungsrichtungen "Kommunikationstechnik" und "Sicherheitstechnik" des Studiengangs Elektrotechnik und Informationstechnik (M.Sc.)
- Wahlpflichtmodul der Vertiefungsrichtungen ME-EET, ME-VSK und ME-PTM des Studiengangs Mathematical Engineering (M.Sc.)

Leistungsnachweis

Schriftliche Prüfung von 90min Dauer (sP-90) oder mündliche Prüfung von 30min Dauer (mP-30) am Ende des Moduls. Die genaue Art der Prüfung wird zu Beginn des Moduls bekannt gegeben.

Literatur

- Mohan: "Power Electronics", Wiley Verlag,
- A.Steimel: "Elektrische Triebfahrzeuge und Ihre Energieversorgung", Oldenburg Industrieverlag,
- K.Heumann: "Grundlagen der Leistungselektronik", Teubner Verlag.

Dauer und Häufigkeit

Das Modul dauert 2 Trimester.
Das Modul beginnt jedes Studienjahr jeweils im Herbsttrimester.

Modul 1377 Technische Mechanik

zugeordnet zu: Pflichtmodule Vertiefungsrichtung: Mechatronik

Studiengang:	Mathematical Engineering	Modultyp:	Pflicht
Workload gesamt (h):	150 Stunden	ECTS-Punkte:	5
-> Präsenzzeit (h):	60 Stunden	TWS:	5 Stunden
-> Selbststudium (h):	90 Stunden		

Modulbestandteile	13771	Technische Mechanik (Vorlesung, Übung (PF) - 5 TWS)
-------------------	-------	--

Modulverantwortlicher	Prof. Dr.-Ing. habil. Alexander Lion
-----------------------	--------------------------------------

Inhalt	<p>Die Studierenden erwerben im Modul Technische Mechanik die Grundlagen der Kinematik und Kinetik starrer Körper.</p> <ol style="list-style-type: none"> 1) Beschreibung der Bewegung von Massepunkten und Starrkörpern: Orts-, Geschwindigkeits- und Beschleunigungsvektor, Relativbewegung, Translations- und Rotationsbewegungen, Winkelgeschwindigkeitsvektor, Eulersche Geschwindigkeitsverteilung, Momentanpol. 2) Kinetik starrer Körper: Newtonsche Axiome, Schwerpunkt- und Drallsatz, Massenträgheitstensor, Satz von Steiner sowie Hauptachsentransformation, Eulersche Kreiselgleichungen, Stabilität von Drehbewegungen, statische und dynamische Unwuchten, Leistungsbilanz, Arbeits- und Energieerhaltungssatz, Impulssätze. 3) Krafterelemente der Mechanik: Haftung und Coulombsche Reibung, lineare und nichtlineare elastische Elemente sowie Dämpfung, gerader zentraler und schiefer zentraler Stoß.
--------	---

Qualifikationsziele	<ol style="list-style-type: none"> 1) Die Studierenden sind nach erfolgreichem Bestehen des Moduls in der Lage, einfache Starrkörpersysteme mit mathematisch/mechanischen Methoden zu behandeln und zu verstehen. Sie kennen die zugrunde liegenden physikalischen Zusammenhänge und sind imstande, die Systeme eigenständig zu modellieren und die Bewegungsgleichungen aufzustellen. 2) Die Veranstaltung bildet die Grundlage für zahlreiche weiterführende Lehrveranstaltungen.
---------------------	---

Verwendbarkeit	Das erlernte Wissen ist Voraussetzung für wissenschaftliche Grundlagenuntersuchungen sowie angewandte Forschung und Entwicklung.
----------------	--

Leistungsnachweis	Schriftliche Prüfung 90 min oder mündliche Prüfung 30 min (sP-90 oder mP-30). Die genaue Art der Prüfung wird zu Beginn der Lehrveranstaltung bekanntgegeben.
-------------------	---

Sonstige Bemerkungen

Hinweis: Für Studierende, die ein Bachelor-Studium der Luft- und Raumfahrttechnik oder ein Bachelor-Studium Mathematical Engineering in der Studienrichtung Modellierung technischer Systeme in der Vertiefung Luft- und Raumfahrttechnik an der UniBw M abgeschlossen haben, entfällt das Pflichtmodul "Technische Mechanik". Diese Studierenden bringen stattdessen weitere 5 ECTS-Punkte aus dem Wahlpflichtkatalog ein.

Literatur

Gross, Hauger, Schröder, Wall: Technische Mechanik 3, Springer Verlag

Szabo: Einführung in die Technische Mechanik, Springer Verlag

Balke: Einführung in die Technische Mechanik: Kinetik, Springer Verlag

Mahnken: Lehrbuch der Technischen Mechanik: Dynamik, Springer Verlag

Dauer und Häufigkeit

Das Modul Technische Mechanik dauert ein Trimester, wird jedes Jahr angeboten und findet im Wintertrimester des 1. Studienjahres statt.

Modul 1378 Ausgewählte Kapitel der Statik

zugeordnet zu: Pflichtmodule Vertiefungsrichtung: Physikalisch-Technische Modellierung in der Anwendung auf Bauingenieurwesen

Studiengang:	Mathematical Engineering	Modultyp:	Pflicht
Workload gesamt (h):	180 Stunden	ECTS-Punkte:	8
-> Präsenzzeit (h):	80 Stunden	TWS:	8 Stunden
-> Selbststudium (h):	100 Stunden		

Modulbestandteile	13781	Bauen im Einsatz (Vorlesung (PF) - 2 TWS)
	13782	Sicherheit der baulichen kritischen Infrastruktur für Bund und Bundeswehr (Vorlesung (PF) - 2 TWS)
	13783	Mechanik der Schalentragerwerke (Vorlesung (PF) - 2 TWS)
	13784	Mechanik der Schalentragerwerke (Übung (PF) - 2 TWS)

Modulverantwortlicher	Prof. Dr.-Ing. habil. Norbert Gebbeken
-----------------------	--

Inhalt

a) Lehrveranstaltung **Bauen im Einsatz** (Prof. Gebbeken + externe Referenten)

Der erste Teil (FT) wird i.d.R. auf zwei/drei Tage geblockt und zusammen mit externen Referenten aus dem Bundesministerium der Verteidigung, der Wehrverwaltung, der Wehrtechnischen Dienststelle und anderen Bundeswehr-Ämtern und -Dienststellen durchgeführt. Dabei steht der gesamtheitliche, integrative Ansatz beim Bauen der Bundeswehr in Einsatzgebieten im Vordergrund.

- Projekt Auslandseinsatz
- Projektmanagement
- Geotechnik und Baugrund
- Wasser
- Durchführung von Baumaßnahmen
- Beschaffung
- Modularisierte Bauweisen
- Schutz vor Waffenwirkung
- Qualitätssicherung
- Beispiele aus Einsatzgebieten

b) Lehrveranstaltung **Sicherheit der baulichen kritischen Infrastruktur für Bund und Bundeswehr** (Prof. Gebbeken)

Im zweiten Teil des Moduls (HT) steht das Thema des passiven Schutzes der Infrastruktur im Vordergrund. Dabei werden von der Theorie bis zur praktischen Umsetzung die wesentlichen Themen abgedeckt. Die vermittelten Kenntnisse werden anhand von militärischen Bauten, aber auch Bauten des Bundes (z.B. Botschaften), exemplarisch aufgezeigt.

- Grundlagen der Risikoanalyse
- Entstehung und Auswirkung von Detonationen
- Entstehung und Auswirkung von Impakt und Stoßbeanspruchungen
- Belastungsermittlung bei Detonationen und Impaktvorgängen
- Normen und Richtlinien
- Werkstoffe
- Numerische Verfahren und Simulationen
- Gebäude- und Tragwerkskonzepte
- Versagensmechanismen
- Maßnahmen zur Erhöhung der Sicherheit bei nachträglicher Verstärkung
- Integrierte Design-Konzepte bei Kombinationen von außergewöhnlichen Einwirkungen
- Aspekte gesamtheitlicher Schutz- und Sicherheitskonzepte

c) Lehrveranstaltung **Mechanik der Schalenträgerwerke** (Prof. Gebeken):

- Schalenträgerwerke im Ingenieurbau
- Gleichgewichtsbedingungen für Schalen beliebiger Geometrie
- Konstitutive Gleichungen für die Schnittgrößen
- Geometrische und dynamische Randbedingungen
- Lösungskonzepte für die Schalengleichungen
- Spezialisierung auf Rotationsschalen
- Membrantheorie für Rotationsschalen
- Biegetheorie drehsymmetrisch belasteter Rotationsschalen
- Die Näherung von Geckeler
- Berechnung zusammengesetzter Schalenträgerwerke
- Stabilitätsgleichungen
- Beuluntersuchungen für Schalen einfacher Geometrie

Qualifikationsziele

Die Studierenden erhalten einen Überblick über die Thematik "Bauen im Einsatz", lernen die verschiedenen Beteiligten der Bundeswehr in diesem Bereich kennen und erhalten so einen Einblick in evtl. spätere Tätigkeiten als Bauingenieur bei der Bundeswehr. Darüber hinaus lernen die Studierenden theoretische und praktische Aspekte zum Schutz der baulichen Infrastruktur vor außergewöhnlichen Einwirkungen wie Detonationen oder Impakt kennen. Sie werden für die immer häufiger auftretenden außergewöhnlichen Einwirkungen sensibilisiert und können das grundlegende Tragverhalten der Gesamtstruktur einschätzen. Insgesamt wird das eigenständige Denken sowie die Fähigkeit zum interdisziplinären Handeln und zum Hinterfragen der Anwendbarkeit bestehender Regelungen gestärkt.

Die Studierenden erhalten weiterhin einen vertieften Einblick in das besondere Tragverhalten gekrümmter Flächenträgerwerke und in die Formulierung von Schalengleichungen. Sie erwerben Kenntnisse von Lösungskonzepten für Schalenkonstruktionen im Membran- und Biegespannungszustand und können Berechnungen für zusammengesetzte, rotationssymmetrische Schalenträgerwerke selbständig durchführen.

Leistungsnachweis

Mündliche Prüfung 30 min (mP-30)

Dauer und Häufigkeit

Das Modul dauert 2 Trimester.

Das Modul beginnt jedes Studienjahr jeweils im Frühjahrstrimester

Als Startzeitpunkt ist das Frühjahrstrimester des 1. Studienjahrs vorgesehen.

Modul 1386 Konstruktiver Ingenieurbau V (Stahlbau)

zugeordnet zu: Pflichtmodule Vertiefungsrichtung: Physikalisch-Technische Modellierung in der Anwendung auf Bauingenieurwesen

Studiengang:	Mathematical Engineering	Modultyp:	Pflicht
Workload gesamt (h):	150 Stunden	ECTS-Punkte:	5
-> Präsenzzeit (h):	72 Stunden	TWS:	6 Stunden
-> Selbststudium (h):	78 Stunden		

Modulbestandteile	13121	Ingenieurholzbau (Vorlesung (PF) - 2 TWS)
	13122	Stahl- und Verbundkonstruktionen (Vorlesung (PF) - 2 TWS)
	13123	Stahl- und Verbundkonstruktionen (Übung (PF) - 2 TWS)

Modulverantwortlicher Prof. Dr.-Ing. Ingbert Mangerig

Inhalt Ingenieurholzbau (Prof. Mangerig):

- Tragstrukturen aus Holzelementen
- Brettschichtholz, Herstellung, Werkstoffkenngrößen
- Dimensionierungsgrundsätze
- Gekrümmte Holzleimkonstruktionen
- Rahmentragwerke
- Detailgestaltung
- Holzschutz
- Tafelbauweise
- Hallentragwerke
- Holzbrücken, Pionierbrücken
- Gegenüberstellung Berechnungsansätze Holzbau - Stahlbau

Stahl- und Verbundkonstruktionen (Prof. Mangerig):

- Grenzzustände der Tragfähigkeit und der Gebrauchstauglichkeit
- St. Venant Torsion
- Wölbkrafttorsion
- Stabilisierung elastisch gebetteter Stabsysteme
- Schubfeldtheorie
- Beulen
- Interaktion Knicken/Beulen
- Theorie der Verbundkonstruktionen
- Gestaltung der Verbundfuge
- Zeitabhängiges Materialverhalten
- Anschluss technik im Stahl- und Verbundbau

Qualifikationsziele Im Rahmen des Moduls Konstruktiver Ingenieurbau V erwerben die Studierenden vertiefte Kenntnisse in den Fächern Ingenieurholzbau sowie Stahl- und Verbundbau. Insbesondere entwickeln sie Fähigkeiten zur Analyse des Tragverhaltens der genannten Bauweisen und

zur anwendungsorientierten Übersetzung der Berechnungsergebnisse in ausführbare Konstruktionen.

Voraussetzungen	Voraussetzung für die Teilnahme an der Veranstaltung sind fundierte Kenntnisse in der Mechanik, der Baustatik, dem Verhalten der Werkstoffe des Bauwesens sowie dem Stahlbau und dem Holzbau.
Verwendbarkeit	Das Modul ist Voraussetzung für die Teilnahme an den Modulen Brücken- und Ingenieurbau sowie Projekt Konstruktiver Ingenieurbau.
Leistungsnachweis	Schriftliche Prüfung 120 Minuten oder mündliche Prüfung 30 Minuten.
Sonstige Bemerkungen	Hinweis: Studierende der Vertiefungsrichtung ME-PTM/Bau des Studiengangs Mathematical Engineering (M.Sc.) können entweder das Modul Konstruktiver Ingenieurbau V (Stahlbau) oder das Modul Konstruktiver Ingenieurbau VI (Massivbau) als Pflichtmodul einbringen. Werden beide Module belegt, kann ein Modul als Pflichtmodul, das andere als Wahlpflichtmodul eingebracht werden.
Dauer und Häufigkeit	Das Modul dauert 1 Trimester. Das Modul beginnt jedes Studienjahr jeweils im Wintertrimester. Als Startzeitpunkt ist das Wintertrimester des 1. Studienjahrs vorgesehen.

Modul 1387 Konstruktiver Ingenieurbau VI (Massivbau)

zugeordnet zu: Pflichtmodule Vertiefungsrichtung: Physikalisch-Technische Modellierung in der Anwendung auf Bauingenieurwesen

Studiengang:	Mathematical Engineering	Modultyp:	Pflicht
Workload gesamt (h):	150 Stunden	ECTS-Punkte:	5
-> Präsenzzeit (h):	72 Stunden	TWS:	6 Stunden
-> Selbststudium (h):	78 Stunden		

Modulbestandteile	13131	Hoch- und Industriebau (Vorlesung (PF) - 2 TWS)
	13132	Spannbetonbau (Vorlesung (PF) - 2 TWS)
	13133	Spannbetonbau (Übung (PF) - 2 TWS)

Modulverantwortlicher Prof. Dr.-Ing. Manfred Keuser

Inhalt

Spannbetonbau (Prof. Keuser):
 In der Vorlesung Spannbetonbau werden nach einem geschichtlichen Rückblick die Vorspanntechnologien vorgestellt und die Berechnung der Vorspannung statisch bestimmter und statisch unbestimmter Systeme hergeleitet. Anschließend folgen die Berechnung der Auswirkung des zeitabhängigen Materialverhaltens von Beton und Stahl auf das Tragverhalten sowie die Berechnung von Spannkraftverlusten. Nach der Bemessung vorgespannter Bauteile im Grenzzustand der Tragfähigkeit und der Gebrauchstauglichkeit schließt eine Zusammenfassung mit der Darstellung von Entwurfsgrundsätzen diese Lehrveranstaltung ab. In der zugehörigen Übung wird ein Beispiel vorgestellt und umfassend bearbeitet.

Hoch- und Industriebau (Prof. Keuser):
 In der Vorlesung Hoch- und Industriebau wird die Anwendung der Massivbauweise im Hoch- und Industriebau, sowohl bei Fertigteile- als auch bei Ortbetonkonstruktionen behandelt. Daneben werden Spezialthemen wie z.B. WU-Konstruktionen, Betontragwerke für Hochhäuser, Heißbemessung von Massivbauteilen etc. behandelt.

Qualifikationsziele

Im Modul "KI VI" erwerben die Studierenden die Kenntnisse der Grundlagen und der Berechnungsverfahren der Spannbetonbauweise sowie die Fähigkeit zur Umsetzung der Grundlagen des Massivbaus im Hoch- und Industriebau.

Voraussetzungen

Fundierte Kenntnisse der Statik, Mechanik und Werkstoffe. Grundlagenkenntnisse im Massivbau.

Verwendbarkeit

Das Modul ist empfohlene Voraussetzung für die Teilnahme an den Modulen:

- Brücken- und Ingenieurbau
- Projekt Konstruktiver Ingenieurbau

Leistungsnachweis

Schriftliche Prüfung 120 Minuten oder mündliche Prüfung 30 Minuten.

Sonstige Bemerkungen

Hinweis: Studierende der Vertiefungsrichtung ME-PTM/Bau des Studiengangs Mathematical Engineering (M.Sc.) können entweder das Modul Konstruktiver Ingenieurbau V (Stahlbau) **oder** das Modul Konstruktiver Ingenieurbau VI (Massivbau) als Pflichtmodul einbringen. Werden beide Module belegt, kann ein Modul als Pflichtmodul, das andere als Wahlpflichtmodul eingebracht werden.

Dauer und Häufigkeit

Das Modul dauert 1 Trimester.

Das Modul beginnt jedes Studienjahr jeweils im Wintertrimester.

Als Startzeitpunkt ist das Wintertrimester des 1. Studienjahrs vorgesehen.

Modul 1334 Kontinuumsmechanik und Werkstoffmodelle

zugeordnet zu: Pflichtmodule Vertiefungsrichtung: Physikalisch-Technische Modellierung in der Anwendung auf Bauingenieurwesen

Studiengang:	Mathematical Engineering	Modultyp:	Pflicht
Workload gesamt (h):	150 Stunden	ECTS-Punkte:	5
-> Präsenzzeit (h):	60 Stunden	TWS:	5 Stunden
-> Selbststudium (h):	90 Stunden		

Modulbestandteile	13341	Kontinuumsmechanik (Vorlesung (PF) - 2 TWS)
	13342	Modellbildung in der Werkstoffmechanik (Vorlesung (PF) - 2 TWS)
	13343	Tensorrechnung (Vorlesung (PF) - 1 TWS)

Modulverantwortlicher Prof. Dr.-Ing. habil. Michael Brüinig

Inhalt	<p>Tensorrechnung (Prof. Apel):</p> <ul style="list-style-type: none">• Vektoren, ko- und kontravariante Basis• Tensoren zweiter und höherer Stufe• Rechenoperationen mit Tensoren• krummlinige Koordinaten• Differentiale und der Gradient einer skalaren Funktion• Nabla-Kalkül für Tensorfelder• Christoffel-Symbole <p>Kontinuumsmechanik (Prof. Brüinig):</p> <ul style="list-style-type: none">• Kinematik des Kontinuums• Kräfte und Spannungen• Bilanz- und Erhaltungssätze• Materialgleichungen• Variationsprinzip <p>Modellbildung in der Werkstoffmechanik (Prof. Brüinig):</p> <ul style="list-style-type: none">• Elastisches Werkstoffverhalten• Plastisches Werkstoffverhalten• Raten- und Temperaturabhängigkeiten• Schädigungsmodelle• Rissentwicklung und Versagen
--------	--

Qualifikationsziele	Die Studierenden beherrschen die Grundlagen der Tensorrechnung in symbolischer Darstellung. Sie besitzen ein fundiertes Wissen über unterschiedliche Spannungs- und Verzerrungstensoren und erhalten Einblicke in die Struktur und Bedeutung der Erhaltungsgleichungen und der Hauptsätze der Thermodynamik. Fundierte Kenntnisse über inelastische Stoffgesetze, Schädigungsentwicklungen und Versagensmechanismen von Werkstoffen erlauben eine realistische Prognose des
---------------------	---

Deformations- und Versagensverhaltens von Bauteilen und Strukturen.

Voraussetzungen

Bachelor-Studium

Verwendbarkeit

- "Finite Methoden und Stoffgesetze in der Hochdynamik", Modulnummer:1348
- Konstruktive Fächer

Leistungsnachweis

Mündliche Prüfung 30 Minuten oder schriftliche Prüfung 90 Minuten.

Dauer und Häufigkeit

Das Modul dauert 1 Trimester.
Das Modul beginnt jedes Studienjahr jeweils im Wintertrimester.

Modul 1314 Nichtlineare Statik

zugeordnet zu: Pflichtmodule Vertiefungsrichtung: Physikalisch-Technische Modellierung in der Anwendung auf Bauingenieurwesen

Studiengang:	Mathematical Engineering	Modultyp:	Pflicht
Workload gesamt (h):	150 Stunden	ECTS-Punkte:	5
-> Präsenzzeit (h):	60 Stunden	TWS:	4 Stunden
-> Selbststudium (h):	90 Stunden		

Modulbestandteile	13141	Nichtlineare Statik (Vorlesung (PF) - 2 TWS)
	13142	Nichtlineare Statik (Übung (PF) - 2 TWS)

Modulverantwortlicher Prof. Dr.-Ing. habil. Norbert Gebbeken

Inhalt Grundlagen der geometrisch und physikalisch nichtlinearen Statik für Stäbe und ebene Flächentragwerke (Prof.Gebbeken):

- Physikalisch nichtlineare Theorie
- Grenzlasttheorie
- Fließgelenktheorie
- E-Theorie II. Ordnung
- Stabilitätsprobleme
- Physikalisch und geometrisch nichtlineare Theorie
- Nichtlineares Materialverhalten: Plastizitätstheorie
- Grundlagen nichtlinearer numerischer Berechnungsverfahren (FEM)
- Beulen von ebenen Flächentragwerken

Qualifikationsziele Die Studierenden beherrschen grundlegende Verfahren zur nichtlinearen Berechnung von Tragwerken und können diese selbständig anwenden. Sie wissen um ihre Bedeutung und können abschätzen, in welchen Fällen nichtlinear zu rechnen ist. Die Vorlesung stärkt damit insgesamt die analytischen Fähigkeiten sowie logisches und abstraktes Denkvermögen.

Voraussetzungen Grundlagen der Statik (B.Sc.)

Verwendbarkeit

- Pflichtmodul für die Vertiefungsrichtung PTM/Bau des Studiengangs Mathematical Engineering (M.Sc.)
- Empfohlenes Modul für: Finite Methoden und Stoffgesetze in der Hochdynamik

Leistungsnachweis Schriftliche Prüfung 90 min oder mündliche Prüfung 30 min. Teilnahme über erfolgreich besuchte Übungen (sP-90 oder mP-30, TS).

Dauer und Häufigkeit

Das Modul dauert 1 Trimester.

Das Modul beginnt jedes Studienjahr jeweils im Wintertrimester.

Modul 1333 Strömungssimulation in Labor und Computer

zugeordnet zu: Pflichtmodule Vertiefungsrichtung: Physikalisch-Technische Modellierung in der Anwendung auf Bauingenieurwesen

Studiengang:	Mathematical Engineering	Modultyp:	Pflicht
Workload gesamt (h):	150 Stunden	ECTS-Punkte:	5
-> Präsenzzeit (h):	60 Stunden	TWS:	4 Stunden
-> Selbststudium (h):	90 Stunden		

Modulbestandteile	13331	Großes Laborpraktikum Hydromechanik (Praktikum (PF) - 2 TWS)
	13332	Numerische Methoden der Strömungsmechanik (Vorlesung (PF) - 2 TWS)

Modulverantwortlicher Prof. Dr.-Ing. Andreas Malcherek

Inhalt	<p>Laborpraktikum (Dr.-Ing. Kulisch, Prof. Malcherek):</p> <ul style="list-style-type: none"> • Physikalische Eigenschaften von Flüssigkeiten • Hydrostatik • Messungen im physikalischen Modell • Ausfluss aus Öffnungen • Messüberfälle • Wehr, Überfall und Schützströmung • Saugheber • Pelton-Turbine • Pfeilerstau: Geschwindigkeitsverteilung und Sedimenttransport • Geschiebetransport in der Laborrinne • Abflussmessungen im Feld (Hachinger Bach) • Bestimmung der Schiffstabilität und Fahrdynamik • Aufnahme der Sohltopografie durch Echolot und Peilung • ADCP-Einsatz auf dem Boot (Donau) • Entnahme und Analyse von Sedimentproben <p>Numerische Methoden (Prof. Malcherek):</p> <ul style="list-style-type: none"> • Digitale Geländemodelle und Gittergenerierung • Dreidimensionale Strömungsmodelle (DNS, LES, RANS) • Tiefengemittelte Strömungsmodelle • Anfang- und Randbedingungen • Sohlrauheit und Sohlschubspannung • Turbulente Viskosität und Dispersion • Methoden des Postprocessings • Qualitätskriterien für numerische Verfahren • Numerische Diskretisierungsverfahren: FD, FE, FV • Lagrange- und Charakteristikenverfahren
--------	---

Qualifikationsziele In diesem Modul erwirbt man die Qualifikation, komplexe Strömungen, die nicht mehr mit 'Bleistift und Papier' berechenbar sind, entweder

durch Laborexperimente und Naturmessungen oder durch die Computersimulation zu untersuchen.

Voraussetzungen

Vorausgesetzt werden die Kenntnisse aus den Modulen Hydromechanik I - III (oder vergleichbare Kenntnisse).

Leistungsnachweis

Mündliche Prüfung 30 Minuten (mP-30).

Dauer und Häufigkeit

Das Modul dauert 1 Trimester.
Das Modul beginnt jedes Studienjahr jeweils im Wintertrimester.

Modul 1294 Angewandte Lineare Algebra

zugeordnet zu: Pflichtmodule Vertiefungsrichtung: Physikalisch-Technische Modellierung in der Anwendung auf Luft- und Raumfahrttechnik

Studiengang:	Mathematical Engineering	Modultyp:	Wahlpflicht
Workload gesamt (h):	150 Stunden	ECTS-Punkte:	5
-> Präsenzzeit (h):	72 Stunden	TWS:	6 Stunden
-> Selbststudium (h):	78 Stunden		

Modulbestandteile	12941	Angewandte Lineare Algebra (Vorlesung (WP) - 4 TWS)
	12942	Angewandte Lineare Algebra (Übung (PF) - 2 TWS)

Modulverantwortlicher Prof. Dr. Mathias Richter

Inhalt

- Matrix-Faktorisierungen: LR, QR, Cholesky, Lemma von Schur, unitäre Ähnlichkeitstransformationen, SVD.
- Praktische Aspekte der LR-Zerlegung zur Lösung von Gleichungssystemen: Kondition, Rundungsfehler, iterative Nachverbesserung, Parallelisierung.
- Lineare Ausgleichsprobleme, auch bei nicht vollem Matrixrang und unter Nebenbedingungen.
- Ausblick auf nichtlineare Ausgleichsprobleme.
- Numerische Verfahren zum (verallgemeinerten) Eigenwertproblem und zur Berechnung der SVD.
- Unterraummethoden zur iterativen Lösung von Gleichungssystemen, Vorkonditionierung.
- Mehrgitterverfahren zur Lösung der bei der Diskretisierung linearer partieller Differentialgleichungen entstehenden Gleichungssysteme.

Grundsätzlich wird großer Wert auf die Illustration der Theorie durch anwendungsorientierte Beispiele gelegt.

Qualifikationsziele

Diese Vorlesung versteht sich als Erweiterung und Vertiefung von Themen, die in der Linearen Algebra und der Einführung in die Numerik (Mathematik A und C für EIT) nicht in ausreichender Tiefe besprochen werden konnten, die aber im Zentrum fast jeder rechnerische Lösung von praktischen Problemen der Ingenieurwissenschaften stehen. Vermittelt werden sollen

- die Kenntnis effizienter Verfahren zur Lösung von linearen Gleichungssystemen, linearer Ausgleichsprobleme und des Eigenwertproblems und
- ein Verständnis für die Eigenschaften der besprochenen Algorithmen

für Studierende, die selbst Software erstellen wollen, etwa im Bereich der Simulation, oder die vertiefte Kenntnisse der Linearen Algebra

bra in ihrem Fachgebiet benötigen (z.B. Kommunikationstechnik: MI-MO-Übertragung, z.B. Inverse Probleme in der Messtechnik: Diagnostik)

Voraussetzungen unabdingbar: Module Lineare Algebra und Einführung in die Numerik (für ME) bzw. Mathematik A und Mathematik C (für EIT)

Verwendbarkeit

- Pflichtmodul für die Vertiefungsrichtungen ME-EET, ME-VSK und ME-PTM/LRT im Studiengang Mathematical Engineering (M. Sc.)
- Wahlpflichtmodul für die Vertiefungsrichtungen ME-Mechatronik und ME-PTM/BAU im Studiengang Mathematical Engineering (M. Sc.)
- Wahlpflichtmodul für den Masterstudiengang EIT mit allen Vertiefungsrichtungen

Leistungsnachweis Schriftliche Prüfung von 75 min Dauer (sP-75) oder mündliche Prüfung von 30 min Dauer (mP-30). Die genaue Art der Prüfung wird zu Beginn des Moduls bekanntgegeben.

Literatur

Demmel: Applied Numerical Linear Algebra, SIAM, 1997
Trefethen, Bau: Numerical Linear Algebra, SIAM, 1997
Golub, van Loan: Matrix Computations, Johns Hopkins Univ. Press, 3rd ed., 1996
Briggs, Henson, Mc Cormick: A Multigrid Tutorial, 2nd ed., SIAM, 2000

Dauer und Häufigkeit Das Modul dauert ein Trimester.
Das Modul beginnt jedes Studienjahr im Wintertrimester.
Als Beginn ist das Wintertrimester im 1. Studienjahr vorgesehen.

Modul 1053 Computational Fluid Dynamics

zugeordnet zu: Pflichtmodule Vertiefungsrichtung: Physikalisch-Technische Modellierung in der Anwendung auf Luft- und Raumfahrttechnik

Studiengang:	Mathematical Engineering	Modultyp:	Pflicht
Workload gesamt (h):	150 Stunden	ECTS-Punkte:	5
-> Präsenzzeit (h):	48 Stunden	TWS:	4 Stunden
-> Selbststudium (h):	102 Stunden		

Modulbestandteile	10531	Computational Fluid Dynamics (CFD) (Vorlesung (PF) - 2 TWS)
	10532	Computational Fluid Dynamics (CFD) (Übung (PF) - 2 TWS)

Modulverantwortlicher Prof. Dr.-Ing. habil. Markus Klein

Inhalt	<ul style="list-style-type: none"> • Beispiele von CFD Simulationen • Gittergenerierung, Gitter und ihre Eigenschaften • Behandlung inkompressibler Strömungen • Behandlung kompressibler Strömungen • Behandlung von turbulenten Strömungen (DNS, LES, DES, UR-ANS, Turbulenzmodelle) • Grundgleichungen der Fluidodynamik, Näherungen und mathematischer Charakter • Finite Differenzen Methode • Finite Volumen Methode • Zeitintegrationsverfahren für instationäre Strömungen • Eigenschaften finiter Approximationen • Lösungsverfahren für lineare Gleichungssysteme • Lösungsverfahren für die Navier-Stokes-Gleichungen inkompressibler Strömungen • Randbedingungen
--------	--

Qualifikationsziele Die numerische Behandlung von strömungsmechanischen Problemstellungen ist für viele Bereiche der Luft- und Raumfahrt zu einem unentbehrlichen Standard-Werkzeug geworden. Die Vorlesung "Computational Fluid Dynamics (CFD)" macht die Studenten mit den Verfahren vertraut, mit denen sich der praktisch arbeitende Ingenieur konfrontiert sieht. Dazu gehören die eigentliche Berechnung inkompressibler und kompressibler Strömungen, sowie eine Einführung in die Theorie der Turbulenzmodellierung.

Voraussetzungen Kenntnisse in numerischer Mathematik (entsprechend den Inhalten des Bachelor- und Master-Moduls "Numerische Mathematik"). Vorlesung Strömungsmechanik.

Verwendbarkeit	Das Modul kann in allen technisch orientierten Bereichen des LRT-Studiums verwendet werden.
Leistungsnachweis	Schriftliche Prüfung 75 Minuten (Hilfsmittel: selbst angefertigte Mitschrift aus der Vorlesung (1xDINA4 beidseitig beschrieben), kein Taschenrechner) oder mündliche Prüfung 30 Minuten (ohne Hilfsmittel)
Sonstige Bemerkungen	Zuordnung zu den Studienschwerpunkten siehe Tabelle am Anfang des Dokumentes.
Literatur	<ul style="list-style-type: none">• Blazek J.: Computational Fluid Dynamics: Principles and Applications. Elsevier, Amsterdam, 2001.• Ferziger J.H., Peric M.: Numerische Strömungsmechanik. Springer-Verlag, Berlin Heidelberg, 2007.• Hirsch Charles: Numerical Computation of Internal and External Flows. Vol. I&II. Butterworth Heinemann, 2007.• LeVeque Randall J.: Finite Volume Methods for Hyperbolic Problems. Cambridge Texts in Applied Mathematics. Cambridge University Press, 2002.
Dauer und Häufigkeit	Das Modul dauert ein Trimester, es findet im Herbsttrimester des 1. Master-Studienjahres statt.

Modul 1066 Gasdynamik

zugeordnet zu: Pflichtmodule Vertiefungsrichtung: Physikalisch-Technische Modellierung in der Anwendung auf Luft- und Raumfahrttechnik

Studiengang:	Mathematical Engineering	Modultyp:	Pflicht
Workload gesamt (h):	150 Stunden	ECTS-Punkte:	5
-> Präsenzzeit (h):	48 Stunden	TWS:	4 Stunden
-> Selbststudium (h):	102 Stunden		

Modulbestandteile	10661	Gasdynamik (Vorlesung (PF) - 2 TWS)
	10662	Gasdynamik (Übung (PF) - 2 TWS)

Modulverantwortlicher Prof. Dr. rer. nat. habil. Christian Kähler

Inhalt	<ul style="list-style-type: none"> • Thermodynamische Grundlagen der Gasdynamik • Überschallströmung: Lavaldüsenströmung, kritische Strömungsgrößen, senkrechter Verdichtungsstoß • Schiefer Verdichtungsstoß, anliegende/abgelöste Stoßformen • Prandtl-Meyer-Strömung • Gasdynamische Grundgleichung • Charakteristikenverfahren • Schallnahe Strömung • Hyperschallströmung • Reibungseffekte • Realgaseffekte • Versuchsanlagen und Messmethoden der Gasdynamik
--------	--

Qualifikationsziele	<ul style="list-style-type: none"> • Die Studierenden können Form und Lage auftretender Verdichtungsstöße vorhersagen • Die Studierenden kennen die aerodynamischen Probleme im Unter- und Überschall und beherrschen deren mathematische Behandlung • Die Studierenden sind mit Effekten der Schallnahen Strömung und der Hyperschallströmung vertraut • Die Studierenden beherrschen die Anwendung des Charakteristikenverfahrens • Die Studierenden sind mit der Erzeugung von Überschallströmung und mit der wesentlichen Messtechnik zur Analyse kompressibler Strömung vertraut
---------------------	--

Voraussetzungen	Grundkenntnisse aus Höherer Mathematik und Physik sowie Kenntnisse, wie sie im Modul "Strömungsmechanik und Aerodynamik" vermittelt werden.
-----------------	---

Verwendbarkeit	Die Inhalte der Vorlesung liefern die theoretischen Grundlagen und das notwendige Verständnis zur Analyse und Vorhersage von kompressiblen Strömungen. Die erworbenen Kenntnisse über transsoni-
----------------	--

sche, supersonische und hypersonische Strömung bilden die Grundlage für ein tieferes Verständnis der Strömungsphänomene in der Luft – und Raumfahrttechnik.

Leistungsnachweis

Schriftliche Prüfung 90 Minuten (Hilfsmittel: nicht-programmierbarer Taschenrechner) oder mündliche Prüfung 30 Minuten (ohne Hilfsmittel).

Sonstige Bemerkungen

Literatur

- Anderson J.D.: Modern Compressible Flow: With Historical Perspective. McGraw-Hill Series in Aeronautical & Aerospace Engineering, McGraw Hill Higher Education. 1990.
- Krause E.: Strömungslehre, Gasdynamik und Aerodynamisches Laboratorium. 208 Aufgaben mit Lösungen sowie 11 ausführlichen Versuchen im Aerodynamischen Laboratorium. Vieweg+Teubner, 2003.
- Oswatitsch K.: Grundlagen der Gasdynamik. Springer-Verlag GmbH, 1987.
- Oswatitsch K.: Spezialgebiete der Gasdynamik. Schallnähe, Überschall, Tragflächen, Wellenausbreitung. Springer-Verlag, 1982.
- Zierep J.: Theoretische Gasdynamik. Karlsruhe: G. Braun-Verlag, 1991.
- Landau L.D., Lifschitz, E.M.: Hydrodynamik. Bd. 6, 1990, Verlag Harri Deutsch

Dauer und Häufigkeit

Das Modul dauert 1 Trimester, es findet im Wintertrimester des 1. Master-Studienjahres statt.

Für Studierende der Vertiefungsrichtung ME-PTM-LRT des Studiengangs Mathematical Engineering (M.Sc.) ist das Modul im Wintertrimester des 2. Studienjahrs vorgesehen.

Modul 1067 Höhere Technische Mechanik

zugeordnet zu: Pflichtmodule Vertiefungsrichtung: Physikalisch-Technische Modellierung in der Anwendung auf Luft- und Raumfahrttechnik

Studiengang:	Mathematical Engineering	Modultyp:	Pflicht
Workload gesamt (h):	150 Stunden	ECTS-Punkte:	5
-> Präsenzzeit (h):	72 Stunden	TWS:	6 Stunden
-> Selbststudium (h):	78 Stunden		

Modulbestandteile	10671	Höhere Technische Mechanik (Vorlesung (PF) - 4 TWS)
	10672	Höhere Technische Mechanik (Übung (PF) - 2 TWS)

Modulverantwortlicher Prof. Dr.-Ing. habil. Alexander Lion

Inhalt Die Studierenden erwerben im Modul **Höhere Technische Mechanik** das Grundwissen zur Beurteilung, Berechnung und Interpretation komplexerer Beanspruchungszustände von mechanischen Bauteilen und Systemen.

- Grundlagen der Vektor- und Tensorrechnung, Differentialoperatoren, Einsteinsche Summenkonvention, Koordinatentransformation, Symmetrische und antisymmetrische Tensoren, Invarianten eines Tensors 2. Stufe, Hauptachsentransformation, Satz von Cayley-Hamilton, Ableitungen von Feldfunktionen und Tensoren, Gausscher Integralsatz
- Kinematik deformierbarer Körper, Lagrangesche und Eulersche Beschreibung, Deformations- und Verschiebungsgradient, Geschwindigkeitsvektoren, Geschwindigkeitsgradienten und Tensoren, Verzerrungstensoren, geometrische Linearisierung
- Spannungstensoren der Referenz- und Momentankonfiguration, Deviator und Kugelanteil
- Globale und lokale Form der Bilanzgleichungen: Massenbilanz, Impulsbilanz, Drehimpulsbilanz, Energiebilanz und Entropiebilanz, Freie Helmholtzsche Energiefunktion, Herleitung und Auswertung der Clausius-Duhem-Ungleichung
- Materialmodelle der Fluidmechanik und Festkörpermechanik, Foursiersche Wärmeleitung, Inkompressibilität, Navier-Stokes Gleichung, Lamé-Navier Gleichung, Zugversuch, Scherversuch- und Kompressionsversuch
- Ausgewählte Probleme der Festkörpermechanik: isotrope und anisotrope Stoffe, Kompatibilitätsbedingungen, Airysche Spannungsfunktion, Materialmodelle in Zylinderkoordinaten, Einführung in die Elastoplastizität
- Prinzip von d'Alembert und dessen Auswertung im Rahmen der Finite Elemente Methode

Qualifikationsziele	<ul style="list-style-type: none">• Die Studierenden sind nach erfolgreichem Bestehen des Moduls in der Lage, komplexe Beanspruchungszustände von Bauteilen mit einfachen Methoden zu beurteilen.• Die Studierenden kennen die der Höheren Technischen Mechanik zugrunde liegenden mathematischen und physikalischen Zusammenhänge und sind imstande, komplexere Systeme eigenständig zu modellieren und zu berechnen.• Die Studierenden erlangen die Grundlagen für weiterführende Lehrveranstaltungen der Luft- und Raumfahrttechnik.
Voraussetzungen	Technische Mechanik I und II (Nummer 1214)
Verwendbarkeit	Das erworbene Wissen ist Voraussetzung für wissenschaftliche Grundlagenuntersuchungen sowie angewandte Forschung und Entwicklung auf den Gebieten der Luft- und Raumfahrttechnik. Das Modul Höhere Technische Mechanik bildet die Grundlage für weitere Lehrveranstaltungen des Masterstudiums.
Leistungsnachweis	Schriftliche Prüfung 90 Minuten
Sonstige Bemerkungen	Zuordnung zu den Studienschwerpunkten siehe Tabelle am Anfang des Dokumentes.
Literatur	<ul style="list-style-type: none">• Altenbach: Kontinuumsmechanik, Springer Verlag.• Greve: Kontinuumsmechanik, Springer Verlag.• Gross, Hauger, Wriggers: Technische Mechanik 4, Springer Verlag.• Haupt: Continuum Mechanics and Theory of Materials, Springer Verlag.• Szabo: Höhere Technische Mechanik, Springer Verlag.
Dauer und Häufigkeit	Das Modul dauert 1 Trimester, es findet im Wintertrimester des 1. Master-Studienjahres statt.

Modul 1089 Strukturdynamik

zugeordnet zu: Pflichtmodule Vertiefungsrichtung: Physikalisch-Technische Modellierung in der Anwendung auf Luft- und Raumfahrttechnik

Studiengang:	Mathematical Engineering	Modultyp:	Pflicht
Workload gesamt (h):	150 Stunden	ECTS-Punkte:	5
-> Präsenzzeit (h):	48 Stunden	TWS:	4 Stunden
-> Selbststudium (h):	102 Stunden		

Modulbestandteile	10891	Strukturdynamik (Vorlesung, Übung (PF) - 4 TWS)
-------------------	-------	--

Modulverantwortlicher	Prof. Dr.-Ing. Helmut Rapp
-----------------------	----------------------------

Inhalt

Die Studierenden erhalten im Modul "Strukturdynamik" vertiefende Kenntnisse über das dynamische Verhalten von Strukturen unter dynamischer Belastung. Schwerpunkt bilden die Verfahren zur Ermittlung der Beanspruchung unter periodischer und transienter Belastung bei kleiner Strukturdämpfung.

Das Modul gliedert sich in folgende Abschnitte:

- Erzwungene Schwingungen von Masse-Feder-Systemen mit einem FHG
analytische Lösungen,
numerische Lösungen der Bewegungsgleichung.
- Erzwungene Schwingungen von Systemen mit vielen Freiheitsgraden
Eigenfrequenzen, Eigenformen,
Systematisches Aufstellen der Bewegungsgleichung,
Erstellung der Steifigkeitsmatrix,
Massenmatrix,
Reduktion von Freiheitsgraden,
Orthogonalität der Eigenvektoren, Entkopplung der Bewegungsgleichungen,
Gedämpfte Schwingungen, Dämpfungsmodelle,
Numerische Integration der Bewegungsgleichungen, Newmark- β -Verfahren,
Darstellung der Schwingungen im Zustandsraum,
Allgemeines zur dynamischen Analyse von Strukturen.
- Näherungsverfahren
Biegeschwingungen,
Torsionsschwingungen,
Gekoppelte Biege-Torsionsschwingungen,
Ritzsches Verfahren,
Galerkinsches Verfahren.
- Experimentelle Modalanalyse.

Qualifikationsziele	<ul style="list-style-type: none">• Die Studierenden kennen die wesentlichen Verfahren zur Lösung der klassischen Schwingungsgleichungen für Strukturen mit kleiner Dämpfung und einer beliebigen Zahl von Freiheitsgraden.• Die Studierenden können mit den Begriffen "Eigenfrequenz", "Eigenform", "Modale Masse", "Modale Steifigkeit", und "Modale Dämpfung" umgehen. Sie wissen, Aufgabenstellungen in "Frequenzbereich" bzw. "Zeitbereich" einzuordnen.• Die Studierenden kennen den Unterschied zwischen einer analytischen und einer numerischen Lösung der Schwingungsgleichung und können die zugehörigen Verfahren einsetzen.• Sie sind in der Lage, für ein gegebenes physikalisches Problem ein geeignetes mathematisches Ersatzmodell zu erstellen und dieses mit geeigneten Methoden zu lösen.• Die Studierenden können für einfache Aufgabenstellungen geeignete Näherungsverfahren einsetzen, um schnell erste Aussagen bzgl. des dynamischen Verhaltens von Strukturen machen zu können.
Voraussetzungen	Vorausgesetzt werden Kenntnisse in "Festigkeitslehre" und "Schwingungslehre"
Verwendbarkeit	Das Modul vertieft die Inhalte der Schwingungslehre. Es bietet Methoden zur Analyse von anspruchsvollen Problemen der Strukturmechanik aus dem Bereich der Luft- und Raumfahrttechnik. In der Luft- und Raumfahrttechnik sind die Inhalte notwendig im Bereich der Entwicklung von Strukturen.
Leistungsnachweis	Schriftliche Prüfung 90 Minuten (30 Minuten Fragenteil ohne Hilfsmittel, 60 Minuten Aufgabenteil mit allen Hilfsmitteln) oder mündliche Prüfung 30 Minuten (ohne Hilfsmittel)
Sonstige Bemerkungen	Zuordnung zu den Studienschwerpunkten siehe Tabelle am Anfang des Dokumentes.
Literatur	<ul style="list-style-type: none">• Gasch R., Knothe K.: Strukturmechanik. Berlin: Springer-Verlag, 1987.• Hart G.C., Wong K.: Structural Dynamics for Structural Engineers. New York: John Wiley & Sons, Inc., 1999.• Craig R.R., Kurdila A.J.: Fundamentals of Structural Dynamics, New Jersey: John Wiley & Sons Inc., 2006.• Lalanne Ch.: Mechanical Vibration and shock Analysis. Volume 1: Sinusoidal Vibration. London: ISTE Ltd. and John Wiley & Sons Inc., 2009.
Dauer und Häufigkeit	Das Modul dauert ein Trimester, es findet im Herbsttrimester des 1. Master-Studienjahres statt.

Modul 1090 Wärme- und Stofftransport

zugeordnet zu: Pflichtmodule Vertiefungsrichtung: Physikalisch-Technische Modellierung in der Anwendung auf Luft- und Raumfahrttechnik

Studiengang:	Mathematical Engineering	Modultyp:	Pflicht
Workload gesamt (h):	150 Stunden	ECTS-Punkte:	5
-> Präsenzzeit (h):	60 Stunden	TWS:	5 Stunden
-> Selbststudium (h):	90 Stunden		

Modulbestandteile	10901	Wärme- und Stofftransport (Vorlesung (PF) - 3 TWS)
	10902	Wärme- und Stofftransport (Übung (PF) - 2 TWS)

Modulverantwortlicher Prof. Dr. rer. nat. Michael Pfitzner

Inhalt

Die Studierenden erwerben im Modul „Wärme- und Stofftransport“ vertiefte Kenntnisse über die physikalischen Grundlagen der verschiedenen Arten der Wärmeübertragung und über besondere mathematische Berechnungsmethoden für die Berechnung von Wärmeübergangsaufgaben. Das Modul gliedert sich in folgende Abschnitte:

- Die Studierenden erhalten zunächst eine kurze Wiederholung der Eigenschaften der drei Arten von Wärmeübertragung: Wärmeleitung, konvektiver Wärmeübergang, Strahlung. Es wird eine Übersicht über Anwendungen in der Antriebs- und Raumfahrttechnik gegeben, in denen die Wärme- und Stoffübertragung eine wichtige Rolle spielt.
- Nach einer kurzen Erläuterung der einfachen Berechnungsmethoden für die Wärmeleitung werden die Studierenden mit komplexeren analytischen Berechnungsmethoden vertraut gemacht.
- Mit den Studierenden werden Maßnahmen zur Erhöhung des Wärmeübergangs, insbesondere auch durch Erhöhung der übertragenden Oberfläche, diskutiert.
- Anschließend werden die Kenntnisse der Studierenden in Bezug auf den konvektiven Wärmeübergang vertieft. Es werden die Zusammenhänge des konvektiven Wärmeübergangs mit den Navier-Stokes-Gleichungen (inkl. Energiegleichung) beleuchtet und daraus die Ähnlichkeitstheorie genauer begründet.
- Die in der Strömungsmechanik vermittelten Kenntnisse über die Berechnung von Grenzschichten werden für die Wärmeübertragung verallgemeinert. Es werden sowohl laminare wie turbulente Strömungen diskutiert und es wird der Wärmeübergang bei sehr schneller Überströmung erläutert.
- Beispiele gekoppelter Problemstellungen mit Wärmeleitung, konvektivem Wärmeübergang und Phasenwechsel vertiefen die Fähigkeiten der Studierenden.
- Es werden die Grundgleichungen für einfachen Stofftransport in binären Systemen hergeleitet und die Äquivalenz der Gleichungen mit den Grundgleichungen der Wärmeübertragung für die Wärmeleitung und den konvektiven Wärmeübergang erläutert.

Qualifikationsziele	<ol style="list-style-type: none">1) Die Studierenden kennen die verschiedenen Arten des Wärmeübergangs und ihre Eigenschaften, die Äquivalenz von Wärme- und Stoffübergang und die Bedingungen, unter denen diese Äquivalenz gültig ist.2) Die Studierenden erwerben die Fähigkeit, auch komplexere Wärmeübertragungsprobleme mittels analytischen Methoden zu analysieren und damit numerische Thermalsimulationen zu verifizieren.3) Die Studierenden besitzen ein vertieftes Verständnis der Eigenschaften der Wärmeübertragungsarten und deren physikalischem Hintergrund.4) Die Studierenden erwerben die Fähigkeit, kombinierte Wärme- und Stofftransportproblemstellungen selbstständig unter Verwendung von Standardliteratur zu lösen.
Voraussetzungen	Vorausgesetzt werden die Module „Höhere Mathematik“, „Thermodynamik I/II - Grundlagen der Wärmeübertragung“ sowie „Strömungslehre“. Vorteilhaft sind Kenntnisse der Aerodynamik und Gasdynamik.
Verwendbarkeit	Das Modul vertieft Inhalte des „Grundlagen der Wärmeübertragung“. Es bietet Methoden zur Analyse und Berechnung von anspruchsvollen Problemen des warmen Maschinenbaus an. In der Luft- und Raumfahrttechnik werden die Inhalte für die Entwicklung von Antrieben und von Raumfahrtssystemen benötigt.
Leistungsnachweis	Schriftliche Prüfung 90 Minuten
Sonstige Bemerkungen	Zuordnung zu den Studienschwerpunkten siehe Tabelle am Anfang des Dokumentes.
Dauer und Häufigkeit	Das Modul dauert ein Trimester, es findet im Herbsttrimester des 1. Master-Studienjahres statt.

Modul 1294 Angewandte Lineare Algebra

zugeordnet zu: Pflichtmodule Vertiefungsrichtung: Moderne Verfahren sicherer Kommunikationssysteme

Studiengang:	Mathematical Engineering	Modultyp:	Wahlpflicht
Workload gesamt (h):	150 Stunden	ECTS-Punkte:	5
-> Präsenzzeit (h):	72 Stunden	TWS:	6 Stunden
-> Selbststudium (h):	78 Stunden		

Modulbestandteile	12941	Angewandte Lineare Algebra (Vorlesung (WP) - 4 TWS)
	12942	Angewandte Lineare Algebra (Übung (PF) - 2 TWS)

Modulverantwortlicher Prof. Dr. Mathias Richter

Inhalt

- Matrix-Faktorisierungen: LR, QR, Cholesky, Lemma von Schur, unitäre Ähnlichkeitstransformationen, SVD.
- Praktische Aspekte der LR-Zerlegung zur Lösung von Gleichungssystemen: Kondition, Rundungsfehler, iterative Nachverbesserung, Parallelisierung.
- Lineare Ausgleichsprobleme, auch bei nicht vollem Matrixrang und unter Nebenbedingungen.
- Ausblick auf nichtlineare Ausgleichsprobleme.
- Numerische Verfahren zum (verallgemeinerten) Eigenwertproblem und zur Berechnung der SVD.
- Unterraummethoden zur iterativen Lösung von Gleichungssystemen, Vorkonditionierung.
- Mehrgitterverfahren zur Lösung der bei der Diskretisierung linearer partieller Differentialgleichungen entstehenden Gleichungssysteme.

Grundsätzlich wird großer Wert auf die Illustration der Theorie durch anwendungsorientierte Beispiele gelegt.

Qualifikationsziele

Diese Vorlesung versteht sich als Erweiterung und Vertiefung von Themen, die in der Linearen Algebra und der Einführung in die Numerik (Mathematik A und C für EIT) nicht in ausreichender Tiefe besprochen werden konnten, die aber im Zentrum fast jeder rechnerische Lösung von praktischen Problemen der Ingenieurwissenschaften stehen. Vermittelt werden sollen

- die Kenntnis effizienter Verfahren zur Lösung von linearen Gleichungssystemen, linearer Ausgleichsprobleme und des Eigenwertproblems und
- ein Verständnis für die Eigenschaften der besprochenen Algorithmen

für Studierende, die selbst Software erstellen wollen, etwa im Bereich der Simulation, oder die vertiefte Kenntnisse der Linearen Algebra in ihrem Fachgebiet benötigen (z.B. Kommunikationstechnik: MI-

MO-Übertragung, z.B. Inverse Probleme in der Messtechnik: Diagnostik)

Voraussetzungen

unabdingbar: Module Lineare Algebra und Einführung in die Numerik (für ME) bzw. Mathematik A und Mathematik C (für EIT)

Verwendbarkeit

- Pflichtmodul für die Vertiefungsrichtungen ME-EET, ME-VSK und ME-PTM/LRT im Studiengang Mathematical Engineering (M. Sc.)
- Wahlpflichtmodul für die Vertiefungsrichtungen ME-Mechatronic und ME-PTM/BAU im Studiengang Mathematical Engineering (M. Sc.)
- Wahlpflichtmodul für den Masterstudiengang EIT mit allen Vertiefungsrichtungen

Leistungsnachweis

Schriftliche Prüfung von 75 min Dauer (sP-75) oder mündliche Prüfung von 30 min Dauer (mP-30). Die genaue Art der Prüfung wird zu Beginn des Moduls bekanntgegeben.

Literatur

Demmel: Applied Numerical Linear Algebra, SIAM, 1997
Trefethen, Bau: Numerical Linear Algebra, SIAM, 1997
Golub, van Loan: Matrix Computations, Johns Hopkins Univ. Press, 3rd ed., 1996
Briggs, Henson, Mc Cormick: A Multigrid Tutorial, 2nd ed., SIAM, 2000

Dauer und Häufigkeit

Das Modul dauert ein Trimester.
Das Modul beginnt jedes Studienjahr im Wintertrimester.
Als Beginn ist das Wintertrimester im 1. Studienjahr vorgesehen.

Modul 1379 Embedded Systems und Kryptologie

zugeordnet zu: Pflichtmodule Vertiefungsrichtung: Moderne Verfahren sicherer Kommunikationssysteme

Studiengang:	Mathematical Engineering	Modultyp:	Pflicht
Workload gesamt (h):	180 Stunden	ECTS-Punkte:	6
-> Präsenzzeit (h):	72 Stunden	TWS:	6 Stunden
-> Selbststudium (h):	108 Stunden		

Modulbestandteile	13791	Embedded Systems (Vorlesung (PF) - 2 TWS)
	13792	Embedded Systems (Übung (PF) - 1 TWS)
	13793	Ausgewählte mathematische Methoden in Kryptographie und Codierungstheorie (Vorlesung (PF) - 2 TWS)
	13794	Ausgewählte mathematische Methoden in Kryptographie und Codierungstheorie (Übung (PF) - 1 TWS)

Modulverantwortlicher Priv.-Doz. Dr.-Ing. Gerhard Staude

Inhalt

a) Lehrveranstaltung **Embedded Systems** :

Embedded Systems sind meist microcontrollerbasierte Strukturen, die in Gegenstände unseres täglichen Lebens integriert sind und dort komplexe Steuerungs-, Regelungs- und Datenverarbeitungsaufgaben übernehmen. Sie treten in der Regel nicht als Computersysteme mit den klassischen Bedienschnittstellen in Erscheinung. Die daraus resultierenden Einschränkungen und Besonderheiten im Aufbau und der Programmierung dieser Systeme sind Gegenstand der Vorlesung.

In der Lehrveranstaltung "Embedded Systems" werden folgende Themen behandelt:

- Einsatzgebiete für eingebettete Systeme
- Merkmale von reaktiven Systemen
- Sensoren und Aktoren
- Architekturen ausgewählter Mikrocontroller und -prozessoren
- Vertiefung spezieller Hardwarekomponenten (Speicher, Timer, Watchdog, UART, ...)
- Entwicklungstools und Simulationstechniken
- Hardwareanforderungen an Realzeitsysteme
- Echtzeitbetriebssysteme für Embedded-Architekturen
- Schnittstellen und Bussysteme, Middleware
- Hybride und verteilte eingebettete Systeme
- Safety Critical Systems

b) Lehrveranstaltung **Ausgewählte mathematische Methoden in Kryptographie und Codierungstheorie** :

Die Veranstaltung "Ausgewählte mathematische Methoden der Kryptographie und Codierungstheorie" befasst sich mit ausgewählten und fortgeschrittenen Themen aus der Kryptographie und/oder der Codierungstheorie. Hierhin gehören kryptographische Verfahren, die auf

zahlentheoretischen Ergebnissen aufsetzen, und "gute" Codes, die man mit Hilfe von algebraischen Kurven gefunden hat. Sowohl kryptographische als auch codierungstheoretische Inhalte sind vorgesehen; die Gewichtung zwischen diesen beiden Gebieten kann aber variieren.

Qualifikationsziele

a) Lehrveranstaltung **Embedded Systems** :

Ziel der Lehrveranstaltung "Embedded Systems" ist es, ein Verständnis der grundlegenden Probleme eingebetteter Systeme, die sich aus der Vorhersagbarkeit des Systemverhaltens, der Beschränkung von Ressourcen und den Besonderheiten der Echtzeitanforderung ergeben, zu vermitteln.

Die Studierenden sollen nach der Lehrveranstaltung Embedded Systems folgende Kernkompetenzen erworben haben:

- Grundlegendes methodisches Wissen im Bereich des Embedded System Designs in der Mess-, Regel-, und Kommunikationstechnik
- Fähigkeit zur fundierten Technologiebewertung und –auswahl
- Grundkenntnisse im systematischen Entwurf (Modellierung), der Implementierung und der Verifizierung von eingebetteten Systemen
- Verständnis der speziellen Anforderungen und Lösungsansätze von Embedded-Realzeit-Applikationen

b) Lehrveranstaltung **Ausgewählte mathematische Methoden der Kryptographie und Codierungstheorie** :

- Einerseits hinreichende Vertrautheit mit den theoretischen Grundlagen; andererseits die Fähigkeit, bestehende Verfahren korrekt zu beurteilen und einzuordnen, und eventuell bei der Entwicklung neuer Verfahren zu assistieren

Voraussetzungen

Generelles Interesse an Mathematik und Theorie. Es ist nützlich, Modul "Elementare Zahlentheorie und Kryptographie" absolviert zu haben, aber bei entsprechender Einsatzbereitschaft nicht unbedingt notwendig.

Verwendbarkeit

- Pflichtmodul in der Vertiefungsrichtung ME-VSK des Studiengangs Mathematical Engineering (M. Sc.)
- Wahlpflichtmodul in den Vertiefungsrichtungen ME-EET, ME-PTM und ME-Mechatronik des Studiengangs Mathematical Engineering (M. Sc.)

Hinweis: Das Modul ist nur dann verwendbar, wenn keine der zugehörigen Lehrveranstaltungen im Rahmen eines anderen Moduls eingebracht wird!

Leistungsnachweis

Schriftliche Prüfung von 90 Minuten Dauer oder mündliche Prüfung von 30 Minuten Dauer (sp-90 oder mP-30). Die genauer Art der Prüfung wird zu Beginn der Lehrveranstaltung bekanntgegeben.

Modulnote

Für die Modulnote werden die Leistungen der Lehrveranstaltungen "Embedded Systems" und "Ausgewählte mathematische Methoden in Kryptographie und Codierungstheorie" im Verhältnis 1:1 gewertet. Die Modulprüfung ist bestanden, wenn jede der beiden Lehrveranstaltungen mindestens mit "ausreichend" (4.0) bewertet wurde.

Literatur

Vahid F. and Givargis T.: Embedded System Design: A Unified Hardware/Software Introduction, John Wiley & Sons, 2002

Peter Marwedel: Eingebettete Systeme, Springer Berlin Heidelberg, 2008

Dauer und Häufigkeit

Das Modul dauert 2 Trimester.

Der Modulteil 1 **Embedded Systems** findet jedes Studienjahr im Frühjahrstrimester statt.

Der Modulteil 2 **Kryptologie** findet jedes Studienjahr im Wintertrimester statt.

Als Beginn ist das Frühjahrstrimester im 1. Studienjahr vorgesehen.

Modul 1244 Kommunikationstechnik II

zugeordnet zu: Pflichtmodule Vertiefungsrichtung: Moderne Verfahren sicherer Kommunikationssysteme

Studiengang:	Mathematical Engineering	Modultyp:	Pflicht
Workload gesamt (h):	150 Stunden	ECTS-Punkte:	5
-> Präsenzzeit (h):	60 Stunden	TWS:	5 Stunden
-> Selbststudium (h):	90 Stunden		

Modulbestandteile	12441	Kommunikationstechnik II (Vorlesung (PF) - 3 TWS)
	12442	Kommunikationstechnik II (Übung (PF) - 2 TWS)

Modulverantwortlicher Prof. Dr.-Ing. Berthold Lankl

Inhalt	<ul style="list-style-type: none"> • Digitalsignalübertragung im Basisband <ul style="list-style-type: none"> o Nyquistsysteme und impulsinterferenzfreie Entzerrung o Impulsinterferenzfreiheit und Matched Filter o Nyquistsysteme und AWGN-Störungen, Symbol- und Bitfehlerwahrscheinlichkeiten • Trägermodulierte Digitalsignalübertragung <ul style="list-style-type: none"> o Bandpasssignale und -systeme im äquivalenten Tiefpassbereich o Analytisches Signal und Hilberttransformation, o Lineare digitale Modulationsverfahren (QAM, PSK, OFDM, SC-FDE), o Signalkonstellationen und Augenmuster, Symbolfehlerwahrscheinlichkeiten o Guardintervall und zyklisches Präfix bei OFDM, Entzerrung bei OFDM o Bandbreitverfahren (Direct-Sequence, CDMA) • Informationstheoretische Grenzen und Codierung <ul style="list-style-type: none"> o Kanalkapazität nach Shannon, Bandbreiteneffizienz o Einführung in die Kanalcodierung (Fehlererkennung und Fehlerkorrektur, FEC-Klassifikation in Blockcodes und Faltungscodes, binäre Blockcodes, Fehlerkorrektur und Restfehlerwahrscheinlichkeit, lineare zyklische binäre Blockcodes, Galoisfeld GF₂, Codierung durch Polynomdivision, Syndrom und Fehlererkennung bzw. -korrektur) • Vielfachzugriffsprotokolle in Kommunikationsnetzen <ul style="list-style-type: none"> o ALOHA, Durchsatz, slotted ALOHA, CSMA, CSMA/CD, CSMA/CA
--------	---

Qualifikationsziele	<ul style="list-style-type: none"> • Der Student/die Studentin soll ein grundlegendes Verständnis moderner Übertragungsverfahren erwerben und dabei die Anwendung von Methoden aus der Signaltheorie sowie aus der Theorie der Kommunikationssysteme erlernen. • Ein grundlegender Überblick moderner digitaler Übertragungsverfahren ist ein Hauptziel dieses Moduls. • Fähigkeit zur Abschätzung von Systemeigenschaften und zur Konzeption von Nachrichtenübertragungssystemen
---------------------	--

Voraussetzungen

- Mathematik A,B,C
- Kenntnisse der Signal- und Systemtheorie wie sie in der Vorlesung „Signale und Kommunikationssysteme“ (z.B. BA Modul „Kommunikationstechnik“) vermittelt werden
- Kenntnisse von Methoden der Signalverarbeitung wie sie in der Vorlesung „Signalverarbeitung“ (Modul „Signalverarbeitung, digitale Regelung und Sensornetze“) vermittelt werden
- Grundlegende Kenntnisse von Übertragungsverfahren wie sie in der Vorlesung „Kommunikationstechnik I“ (BA Modul „Kommunikationstechnik“) vermittelt werden
- MATLAB Grundkenntnisse sind von Vorteil, aber nicht Voraussetzung.

Verwendbarkeit

- Pflichtmodul in der EIT Vertiefungsrichtung „Kommunikationstechnik“
- Pflichtmodul in der ME Vertiefungsrichtung „Moderne Verfahren sicherer Kommunikationssysteme (VSK)“
- Wahlpflicht für die Vertiefungsrichtungen „Energietechnische Systeme“ und „Sicherheitstechnik“

Leistungsnachweis

Schriftliche Prüfung von 75min Dauer (sP-75) oder mündliche Prüfung von 25 Minuten Dauer (mP-25)

Literatur

Kammeyer, „Nachrichtenübertragung“, Vieweg-Teubner Verlag
Proakis, „Digital Communications“, McGraw-Hill Verlag
Benvenuto, Cherubini, „Algorithms for Communication Systems and Their Applications“, J. Wiley Verlag
Proakis, Salehi, Bauch, "Contemporary Communication Systems using MATLAB", CENGAGE Learning

Dauer und Häufigkeit

1 Trimester (FT), jedes Studienjahr, als Startzeitpunkt ist das FT im 1. Studienjahr vorgesehen

Modul 1289 Nachrichtentheorie und Übertragungssicherheit

zugeordnet zu: Pflichtmodule Vertiefungsrichtung: Moderne Verfahren sicherer Kommunikationssysteme

Studiengang:	Mathematical Engineering	Modultyp:	Wahlpflicht
Workload gesamt (h):	180 Stunden	ECTS-Punkte:	6
-> Präsenzzeit (h):	72 Stunden	TWS:	6 Stunden
-> Selbststudium (h):	108 Stunden		

Modulbestandteile	12891	Nachrichten- und Informationstheorie (Vorlesung (WP) - 2 TWS)
	12892	Nachrichten- und Informationstheorie (Übung (WP) - 1 TWS)
	12893	Übertragungssicherheit (Vorlesung (WP) - 2 TWS)
	12894	Übertragungssicherheit (Übung (WP) - 1 TWS)

Modulverantwortlicher Prof. Dr.-Ing. Berthold Lankl

- Inhalt Lehrveranstaltung a): I Nachrichten- und Informationstheorie:
- Kurze Wiederholung von Grundlagen der Wahrscheinlichkeitstheorie (bedingte WDF, Verbund-WDF, Bayes)
 - Signalraumdarstellung (Basisfunktionsentwicklung, irrelevante Signalanteile)
 - o Vektordemodulator und Korrelationsdemodulator
 - Detektionsverfahren (Maximum-a-Posteriori und Maximum-Likelihood Detektion)
 - o Minimale Euklidische Distanz
 - o Signalkonstellationen und effizienter Signalkonstellationsentwurf
 - Union Bound als Abschätzung für die Detektionsfehlerwahrscheinlichkeit
 - Optimaler Empfänger bei Intersymbolinterferenz
 - o Symbol- und Sequenzschätzverfahren (Viterbialgorithmus)
 - o Einfluß von farbigem Rauschen
 - Zuverlässigkeitsinformation (Likelihood-Verhältnis)
 - Kanalkapazität für den symmetrischen Binärkanal (BSC), den symmetrischen binären Auslöschungskanal (BSEC) und Multilevel-Signale bei AWGN
- Lehrveranstaltung b): Übertragungssicherheit
- Verbesserung der Übertragungssicherheit auf physikalischer Ebene (Lindenmeier)
- Beeinträchtigungen der phys. Übertragungsstrecke (Störungen, Rauschen, Fading, Jamming)
 - Elektromagnetische Koppelmechanismen, Übersprechen und Entkoppelmaßnahmen
 - Schirmung und Filterung
 - Rauschquellen und Abhilfemaßnahmen
 - Antennendiversity und intelligente Antennen

Systemaspekte zur Verbesserung der Übertragungssicherheit (Lankl)

- Sichere Übertragungskanäle und störresistente Übertragungsverfahren (Spread Spectrum)
 - Zugriffsverfahren (Raum, Zeit, Frequenz)
 - Adaptive Entzerrung und Störungskompensation
 - Eigenheiten von Modulationsverfahren
- Mehrfachempfang nach dem Multiple Input- Multiple Output (MIMO)-Verfahren
- Übertragungssicherheit
- :
- Verbesserung der Übertragungssicherheit auf physikalischer Ebene (Lindenmeier)
- Beeinträchtigungen der phys. Übertragungsstrecke (Störungen, Rauschen, Fading, Jamming)
 - Elektromagnetische Koppelmechanismen, Übersprechen und Entkoppelmaßnahmen
 - Schirmung und Filterung
 - Rauschquellen und Abhilfemaßnahmen
 - Antennendiversity und intelligente Antennen

Systemaspekte zur Verbesserung der Übertragungssicherheit (Lankl)

- Sichere Übertragungskanäle und störresistente Übertragungsverfahren (Spread Spectrum)
- Zugriffsverfahren (Raum, Zeit, Frequenz)
- Adaptive Entzerrung und Störungskompensation
- Eigenheiten von Modulationsverfahren
- Mehrfachempfang nach dem Multiple Input- Multiple Output (MIMO)-Verfahren

Qualifikationsziele

Lehrveranstaltung a): Nachrichten- und Informationstheorie

- Der Student / die Studentin soll die Fähigkeit erwerben mathematische Verfahren und Konzepte auf nachrichtentechnische Anwendungen zu übertragen. Dazu ist ein etwas höherer Grad an Abstraktion nötig als in den nachrichtentechnischen Pflichtfächern.
- Der Student / die Studentin kann optimale Empfangskonzepte entwerfen kennt deren bestimmende Parameter und kann deren Leistungsfähigkeit abschätzen.
- Der Student / die Studentin kann suboptimale Verfahren bewerten und den Verlust gegenüber optimalen Verfahren bestimmen
- Verständnis für abstraktere nachrichtentheoretische Konzepte und die Fähigkeit bekannte Übertragungsverfahren (z.B. aus der Vorlesung „Kommunikationstechnik I und II“) hierin einzuordnen.

Lehrveranstaltung b): Übertragungssicherheit

- Der Student/ die Studentin kennt Verfahren und Methoden auf System- und Komponentenebene um die Übertragungssicherheit von Kommunikationssystemen zu bewerten und erlernt Fähigkeiten um Systeme mit erhöhter Übertragungssicherheit zu entwerfen.
- Die Studierenden gewinnen einen Einblick in die Problemstellungen der Sicherheit moderner Informations-Übertragungssysteme mit dem besonderen Hinblick auf drahtlose Systeme, welche in den letzten Jahren eine stetig zunehmende Bedeutung erlangt haben. Hier-

bei werden zuerst Einschränkungen der Informationsübertragungen durch Störungen sowie der Abhörsicherheit durch elektromagnetische Kopplungseffekte und Übersprechen betrachtet, woraufhin die technischen Lösungen zur Reduzierung dieser Einschränkungen dargestellt werden. Den Studierenden wird die Fähigkeit vermittelt, die Übertragungssicherheit gegebener Systeme einschätzen zu können und als Ingenieure die Strategien zur Verbesserung der Übertragungssicherheit zu beherrschen.

Voraussetzungen

- Mathematik A,B,C
- Kenntnisse der Signal- und Systemtheorie wie sie in den Vorlesungen „Signale und Kommunikationssysteme“ und „Kommunikationstechnik I“ (BA-Modul „Kommunikationstechnik“) vermittelt werden sind wünschenswert.
- Hochfrequenztechnik 1 und 2, Übertragungssysteme der Hochfrequenztechnik
- Empfohlen: EMV in der Kommunikationstechnik

Verwendbarkeit

- Wahlpflichtmodul für den Masterstudiengang EIT in der Vertiefungsrichtung "Kommunikationstechnik",
- Pflichtmodul für ME (M. Sc.) Studienrichtung „Moderne Verfahren sicherer Kommunikationssysteme (VSK)“

Leistungsnachweis

Schriftliche Prüfung von 90 min (2x45min) Dauer (sP-90)

Literatur

Lehrveranstaltung a): Nachrichten- und Informationstheorie

Wozencraft, Jacobs: „Principles of Communication Engineering“, John Wiley 1965

Gallager: "Principles of Digital Communication", Cambridge University Press, 2008

Lehrveranstaltung b): Übertragungssicherheit

Simon, Omura, Scholtz: "Spread Spectrum Communications Handbook", McGraw-Hill, 2001

Dauer und Häufigkeit

Das Modul dauert ein Trimester.

Das Modul beginnt jedes Studienjahr im Herbsttrimester.

Als Beginn ist das Herbsttrimester im 1. Studienjahr vorgesehen.

Modul 1220 Quellencodierung und Kanalcodierung

zugeordnet zu: Pflichtmodule Vertiefungsrichtung: Moderne Verfahren sicherer Kommunikationssysteme

Studiengang:	Mathematical Engineering	Modultyp:	Wahlpflicht
Workload gesamt (h):	150 Stunden	ECTS-Punkte:	5
-> Präsenzzeit (h):	60 Stunden	TWS:	5 Stunden
-> Selbststudium (h):	90 Stunden		

Modulbestandteile	12201	Quellencodierung und Kanalcodierung (Vorlesung (WP) - 3 TWS)
	12202	Quellencodierung und Kanalcodierung (Übung (WP) - 2 TWS)

Modulverantwortlicher Priv.-Doz. Dr.-Ing. Gerhard Staude

Inhalt	<ul style="list-style-type: none"> • Grundlagen: <ul style="list-style-type: none"> o Kanalkapazität, Codierung, Turbo-Prinzip o Multiple-Input Multiple-Output (MIMO) Kanalmodelle o Grundlagen von Orthogonalem Frequenzmultiplex (OFDM) • MIMO Kanalkapazität • Grundlegende MIMO-Übertragungsverfahren <ul style="list-style-type: none"> o Beamforming o Space-Time Trellis Codes o Sendeantennen-Diversity mit orthogonalen Space-Time Blockcodes o Spatial Multiplexing o Cyclic Delay Diversity o Nicht-kohärente MIMO-Übertragungsverfahren o Vergleich von MIMO Übertragungsverfahren o Einführung in das Konzept des Dirty Paper Coding o Spatial multiplexing mit räumlicher Signalverarbeitung am Empfänger oder Sender (Precoding) • Multiuser MIMO • MIMO in kommerziellen drahtlosen Kommunikationssystemen (WLAN, zellulärer Mobilfunk)
--------	---

Qualifikationsziele	<ul style="list-style-type: none"> • Grundkenntnisse der informationstheoretischen Grundlagen von MIMO Systemen • Kenntnis der Übertragungseigenschaften und Modellierung von Funkkanälen mit mehreren Antennen • Grundkenntnisse von Codierverfahren für drahtlose Kommunikationssysteme • Verständnis der grundlegenden MIMO-Übertragungsverfahren • Kenntnis der in kommerziellen Systemen angewendeten MIMO-Verfahren • Verständnis der praktischen Probleme bei der Nutzung von MIMO-Verfahren in kommerziellen Systemen • Fähigkeiten in der Anwendung von Matrizenrechnung am Beispiel von MIMO-Systemen
---------------------	--

- Fähigkeiten in der Anwendung stochastischer Methoden am Beispiel von MIMO-Systemen

Voraussetzungen

- Mathematik A, B,C
- Wünschenswert sind Kenntnisse der Signalverarbeitung (z.B. Module „Signalverarbeitung und Informationsverarbeitung digitale Regelung und Sensornetze“ oder „Signalverarbeitung und Übertragungssysteme der Hochfrequenztechnik“ oder „Digitale Signalverarbeitung“)
- Wünschenswert sind Kenntnisse der Mobilkommunikation
- Wünschenswert sind Kenntnisse der Kommunikationstechnik, wie sie in den Vorlesungen „Signale und Kommunikationssysteme“ und „Kommunikationstechnik I“ (BA-Modul „Kommunikationstechnik“) und „Kommunikationstechnik II“ (MA-Modul „Informationsverarbeitung und Kommunikationstechnik“ oder „Kommunikationstechnik B“) vermittelt werden

Verwendbarkeit

- Pflichtmodul für die Vertiefungsrichtung ME-VSK im Studiengang Mathematical Engineering (M. Sc.)
- Wahlpflichtmodul für die Vertiefungsrichtungen ME-EET, ME-Mechatronic und ME-PTM im Studiengang Mathematical Engineering (M. Sc.)
- Wahlpflichtmodul für den Masterstudiengang EIT in den Vertiefungsrichtungen EIT-KT und EIT-ES

Leistungsnachweis

Mündliche Modulprüfung von 30min Dauer (mP-30) oder schriftliche Prüfung von 60min Dauer (sP-60)

Dauer und Häufigkeit

Das Modul dauert 1 Trimester, beginnt jedes Studienjahr, Startzeitpunkt ist das HT im 1. Studienjahr (10tes Trimester)

Modul 1361 Sicherheit in der Informationstechnik

zugeordnet zu: Pflichtmodule Vertiefungsrichtung: Moderne Verfahren sicherer Kommunikationssysteme

Studiengang:	Mathematical Engineering	Modultyp:	Pflicht
Workload gesamt (h):	150 Stunden	ECTS-Punkte:	5
-> Präsenzzeit (h):	36 Stunden	TWS:	3 Stunden
-> Selbststudium (h):	114 Stunden		

Modulbestandteile	13611	Sicherheit in der Informationstechnik (Vorlesung, Übung (PF) - 3 TWS)
-------------------	-------	--

Modulverantwortlicher	Prof. Dr. Gabrijela Dreo Rodosek
-----------------------	----------------------------------

Inhalt

Immer häufiger auftretende Angriffe auf vernetzte IT-Systeme mit zum Teil extrem hohem wirtschaftlichen Schaden für die betroffenen Firmen verdeutlichen den Bedarf nach wirksamen Sicherheitsmaßnahmen. Das Modul Sicherheit in der Informationstechnik vermittelt anhand ausgewählter Fragestellungen das vertiefte Verständnis einer ganzheitlichen Betrachtung von IT-Sicherheit. Auf der Basis von Risiko- und Bedrohungsanalysen sowie der Kenntnis von IT-Sicherheitsanforderungen, Sicherheits-Policies, -mechanismen und deren Umsetzung in verteilten Systemen sollen unterschiedliche Aspekte der IT-Sicherheit verdeutlicht werden. Themen sind u.a.:

- Bedrohungen und Gefährdungen
- Kryptographische Grundlagen
- Sicherheitsmodelle und Sicherheitsmechanismen sowie deren Umsetzung in verteilten Systemen - Netzsicherheit
- IT-Sicherheit im Umfeld des Pervasive Computings, insbesondere Sicherheit mobiler Endgeräte (PDAs, Handys, Smartphones)

Das Modul wird mit Vorträgen ausgewählter Experten, u.a. den Präsidenten des Bundesamts für Sicherheit in der Informationstechnik (BSI), Herrn Dr. Helmbrecht, ergänzt.

Qualifikationsziele

Die Studierenden erwerben ein vertieftes Verständnis von der Problematik einer ganzheitlichen Betrachtung der IT-Sicherheit. Durch die vertiefte Kenntnis von Bedrohungen, denen vernetzte Systeme ausgesetzt sind, sind die Hörer in der Lage diese zu erkennen und zu bewerten. Weiterhin erlangen die Studierenden die Fähigkeit, die unterschiedlichen Verfahren, Mechanismen und Techniken für IT-Sicherheit einzusetzen und zu bewerten.

Arbeitsaufwand

Neben der Vorlesung und den Übungen ist für Studierende der Wirtschaftsinformatik insbesondere ein Nacharbeiten der Grundlagen zu Rechnernetzen im Selbststudium zu leisten.

Voraussetzungen	Grundlegende Kenntnisse zu Rechnernetzen, wie sie z.B. im Bachelor-Modul Einführung in Rechnernetze vermittelt werden.
Leistungsnachweis	Schriftliche Prüfung von 45 Minuten Dauer oder mündliche Prüfung von 20 Minuten Dauer (sP-45 oder mP-20). Die genaue Art der Prüfung wird zu Beginn der Lehrveranstaltung bekanntgegeben.
Dauer und Häufigkeit	Das Modul dauert 1 Trimester. Das Modul beginnt jedes Studienjahr jeweils im Wintertrimester.

Modul 1243 Signal- und Informationsverarbeitung

zugeordnet zu: Pflichtmodule Vertiefungsrichtung: Moderne Verfahren sicherer Kommunikationssysteme

Studiengang:	Mathematical Engineering	Modultyp:	Pflicht
Workload gesamt (h):	240 Stunden	ECTS-Punkte:	8
-> Präsenzzeit (h):	96 Stunden	TWS:	8 Stunden
-> Selbststudium (h):	144 Stunden		

Modulbestandteile	12431	Signalverarbeitung (Vorlesung (PF) - 3 TWS)
	12432	Signalverarbeitung (Übung (PF) - 1 TWS)
	12433	Informationsverarbeitung (Vorlesung (PF) - 3 TWS)
	12434	Informationsverarbeitung (Übung (PF) - 1 TWS)

Modulverantwortlicher Priv.-Doz. Dr.-Ing. Gerhard Staude

Inhalt

Modulteil Signalverarbeitung:

- Charakterisierung von Signalen:
 - Analoge und digitale Signal
- Deterministische Signale und Zufallssignale
- Darstellung zeitkontinuierlicher und zeitdiskreter Signale in Zeit- und Frequenzbereich:
 - Fourier-Reihe
 - Fourier-Transformation
 - Laplace-Transformation
 - Z-Transformation
 - Zeitdiskrete Fourier-Transformation (DTFT)
- Zeitdiskrete lineare zeitinvariante Systeme (LTI-Systeme)
- Abtastung
- Zufallssignale
 - Zufallsvariablen
 - Stochastische Prozesse
- Grundlagen digitaler Filter
- Adaptive Filter
 - Minimum Mean Squared Error (MMSE) Filter, Wiener Filter
 - Least Mean Squares (LMS) Algorithmus
 - Recursive Least Squares (RLS) Algorithmus
- Diskrete Fourier-Transformation (DFT), Fast Fourier Transform (FFT)

Modulteil Informationsverarbeitung:

- Schnelle Faltung
- Spektralanalyse von deterministischen Signalen und Zufallssignalen
- Traditionelle und parametrische Spektralschätzung
- Grundlagen der Sprach- und Bildverarbeitung

Qualifikationsziele	<ul style="list-style-type: none">• Verständnis der mit dem Übergang vom kontinuierlichen Signal zum zeit- und wertdiskreten Signal einhergehenden Veränderungen von Signaleigenschaften• Sicherer Umgang mit Schlüsseltechniken der digitalen Signalverarbeitung im Zeit- und Frequenzbereich• Beherrschung von Entwurfs- und Analyseverfahren digitaler Filter.
Voraussetzungen	<ul style="list-style-type: none">• Kenntnisse der Signal- und Systemtheorie• Kenntnisse der Wahrscheinlichkeitsrechnung und stochastischer Prozesse• Höhere Mathematik.
Verwendbarkeit	<ul style="list-style-type: none">• Pflichtmodul für die Vertiefungsrichtung "Kommunikationstechnik" im Studiengang EIT (M.Sc.)• Wahlpflichtmodul für die Vertiefungsrichtung "Energietechnische Systeme" im Studiengang EIT (M.Sc.)• Pflichtmodul für die Vertiefungsrichtung ME-VSK im Studiengang Mathematical Engineering (M.Sc.)• Wahlpflichtmodul für die Vertiefungsrichtungen ME-EET, ME-Mechatronik und ME-PTM im Studiengang Mathematical Engineering (M.Sc.)• Wahlpflichtmodul für das Anwendungsfach Elektrotechnik im Masterstudiengang INF (M.Sc.)• Dieses Modul kann nicht gleichzeitig mit dem Modul 1249 eingebracht werden
Leistungsnachweis	Schriftliche Prüfung von 90min Dauer (sP-90) oder mündliche Prüfung von 30min Dauer (mP-30) am Ende des Frühjahrstrimesters. Wiederholungsmöglichkeit am Ende des Herbsttrimesters. Die genaue Art der Prüfung wird zu Beginn des Moduls bekannt gegeben.
Literatur	<ul style="list-style-type: none">• K.-D. Kammeyer, K. Kroschel: Digitale Signalverarbeitung. B.G. Teubner.• A. Oppenheim, R. Schaffer: Discrete-Time Signal Processing. Prentice Hall
Dauer und Häufigkeit	Das Modul dauert 1 Trimester. Das Modul findet jedes Studienjahr im Wintertrimester statt. Als Startzeitpunkt ist das Wintertrimester im ersten Studienjahr vorgesehen.

Modul 1245 Übertragungssysteme der Hochfrequenztechnik, Mobilkommunikation

zugeordnet zu: Pflichtmodule Vertiefungsrichtung: Moderne Verfahren sicherer Kommunikationssysteme

Studiengang:	Mathematical Engineering	Modultyp:	Pflicht
Workload gesamt (h):	180 Stunden	ECTS-Punkte:	6
-> Präsenzzeit (h):	72 Stunden	TWS:	6 Stunden
-> Selbststudium (h):	108 Stunden		

Modulbestandteile	12451	Übertragungssysteme der Hochfrequenztechnik, (Vorlesung (PF) - 2 TWS)
	12452	Übertragungssysteme der Hochfrequenztechnik (Übung (PF) - 1 TWS)
	12454	Mobilkommunikation (Übung (PF) - 1 TWS)
	12455	Mobilkommunikation (Vorlesung (PF) - 2 TWS)

Modulverantwortlicher Prof. Dr.-Ing. habil. Stefan Lindenmeier

- Inhalt
- a) Lehrveranstaltung 1: Übertragungssysteme der Hochfrequenztechnik:
- Einführung in moderne Übertragungssysteme
 - Mobile und fest installierte Funknetze für die Anwendungen Mobilkommunikation, Funkortung und Radar
 - Kabelgebundene Übertragungssysteme
 - Frontend-Architekturen
 - Sender und Empfänger-Architekturen
 - Merkmale der Funkübertragung vom Satelliten, zu Land, zu Schiff und unter Wasser
 - Antennen für Funkverkehr, Funkortung und Radar
 - Mehrwege-Wellenausbreitung im Reflexionsszenario
 - Diversity-Verfahren zur Empfangsverbesserung bei Mehrwege-Wellenausbreitung
 - Adaptive Antennengruppen und Frontendarchitekturen für Richtfunksysteme mit adaptiver Strahlformung, Intelligente Antennensysteme
 - Antennen und Frontendaufbau von Single Input Multiple Output (SIMO) und Multiple Input Multiple Output (MIMO)-Übertragungsstrecken
- b) Lehrveranstaltung 2: Mobilkommunikation:
- Frequenzbereiche von Rundfunkdiensten und Mobilfunkdiensten
 - Komponenten von Funkübertragungssystemen
 - Beschreibung des Mobilfunkkanals, insbesondere der Mehrwegeausbreitung
 - Zugriffs- und Modulationsverfahren
 - Digitale terrestrische Rundfunksysteme - Hörrundfunk DAB, DAB+ und DRM (Basisbandcodierung, Multiträgerprinzip-COFDM) - Digitaler TV-Rundfunk DVB-T, DVB-H, DVB-T2 (Digitalisierung von Vi-

deosignalen, Basisbandcodierung bei JPEG und MPEG mit DCT, Übertragungsmodi)

- Zellularer Mobilfunk: GSM (Systemarchitektur, Aufbau und Rahmenstruktur des GSM-Signals, Synchronisation und Verbindungsaufbau, Handover, Zeitmultiplexstruktur), HSCSD, EDGE, GPRS, DECT, TETRA, UMTS (Codemultiplex, Scrambling, Channelisation), HSDPA, UMTS-LTE, LTE-Advanced
- Wireless Short Range Communication: WLAN-Standards, HiperLAN/2, Bluetooth, ZigBee
- Satellitenkommunikation: Sat.-Rundfunksysteme für Audio- und Videoübertragung, Bidirektionale Satellitenkommunikation mit Schmalbandsystemen

Qualifikationsziele

- Grundkenntnisse zum Aufbau von Mobilfunksystemen
- Grundkenntnisse zum Aufbau von Systemen der Funkortung und der Radartechnik
- Detailkenntnisse zum Aufbau von Sende-Empfängern, Frontend-Architekturen und deren Hochfrequenzschaltungen
- Detailkenntnisse über die physikalische Übertragungsebene, Funkübertragung mit Mehrwege-Ausbreitung und Übertragungsleitungen, Mehrantennensysteme
- Detaillierte Kenntnisse zu digitalen Rundfunkdiensten
- Detaillierte Kenntnisse zu den derzeitigen und im Aufbau befindlichen zellularen Mobilfunkstandards
- Grundkenntnisse zu Wireless Short Range Communication
- Grundkenntnisse zur mobilen Satellitenkommunikation

Voraussetzungen

Kenntnisse in Hochfrequenztechnik und Theoretischer Elektrotechnik, wie sie z.B. in den Modulen "Hochfrequenztechnik I und II" sowie "Theoretische Elektrotechnik I und II" aus den jeweiligen B.Sc.-Studiengängen vermittelt werden.

Verwendbarkeit

- Pflichtmodul für die Vertiefungsrichtung "Kommunikationstechnik" im Studiengang EIT (M.Sc.)
- Wahlpflichtmodul für die Vertiefungsrichtungen "Energietechnische Systeme" und "Sicherheitstechnik" im Studiengang EIT (M.Sc.)
- Pflichtmodul für die Vertiefungsrichtung ME-VSK im Studiengang Mathematical Engineering (M.Sc.)
- Wahlpflichtmodul für die Vertiefungsrichtungen ME-EET, ME-Mechatronik und ME-PTM im Studiengang Mathematical Engineering (M.Sc.)

Leistungsnachweis

Schriftliche Prüfung von 90 min Dauer oder mündliche Prüfung von 30 min Dauer am Ende des Trimesters. Die Art der Prüfung wird zu Beginn des Trimesters angegeben.

Literatur

a) Lehrveranstaltung 1: Übertragungssysteme der Hochfrequenztechnik:

- Meinke, Gundlach: "Taschenbuch der Hochfrequenztechnik", Springer Verlag, Berlin, 1986,
- b) Lehrveranstaltung 2: Mobilkommunikation
- U. Reimers: "DVB - Digitale Fernsehtechnik", Springer, 2008
 - J. Schiller: "Mobilkommunikation", Pearson Studium, 2003.

Dauer und Häufigkeit

Das Modul dauert 2 Trimester.
Das Modul beginnt jedes Studienjahr jeweils im Wintertrimester.
Als Startzeitpunkt ist das Wintertrimester im 1. Studienjahr vorgesehen.

Modul 1048 Aerothermodynamik

zugeordnet zu: Wahlpflichtmodule Vertiefungsrichtung: Extreme Environment Technologies

Studiengang:	Mathematical Engineering	Modultyp:	Wahlpflicht
Workload gesamt (h):	150 Stunden	ECTS-Punkte:	5
-> Präsenzzeit (h):	48 Stunden	TWS:	4 Stunden
-> Selbststudium (h):	102 Stunden		

Modulbestandteile 10481 Aerothermodynamik (Vorlesung, Übung (PF) - 4 TWS)

Modulverantwortlicher Prof. Dr.-Ing. Christian Mundt

Inhalt Die Studierenden erwerben im Modul Aerothermodynamik das Grundwissen zu und das Verständnis der Aerothermodynamik mit den vielfältigen gekoppelten Wechselwirkungen die bei heißen und/oder sehr schnellen Strömungen auftreten.

1. Die Studierenden erhalten eine Einführung in die Bedeutung der Aerothermodynamik bei Problemstellungen aus dem Bereich der Luft- und Raumfahrttechnik. Insbesondere werden Anwendungen zum Atmosphäreneintritt und zu Raketen-/Staustrahlerströmungen vermittelt.
2. Ausgehend von einer Betrachtung von reibungsfreien Über-/Hyperschallströmungen unter Idealgasannahme werden schrittweise zusätzliche Kopplungen wie z.B.

- Reibungseffekte,
- Effekte von einfachen chemischen Reaktionen im Gleichgewicht und Nichtgleichgewicht

eingeführt und um Ansätze zur Beschreibung von Hochtemperaturgaseigenschaften erweitert.

3. Das erworbene Wissen wird durch die Anwendung auf insbesondere Erdwiedereintritt sowie Reichweitenflug von Flugkörpern erweitert.

Qualifikationsziele

- 1) Die Studierenden können die Bedeutung der Aerothermodynamik bei technischen Problemstellungen hinsichtlich Machbarkeit, Technologie und zukünftigen Trends einordnen.
- 2) Die Studierenden können für einfache Fälle mechanische und thermische Lasten abschätzen.
- 3) Die Studierenden erwerben die Fähigkeit, für die jeweiligen Anwendungen sinnvolle Konfigurationen vorschlagen zu können.
- 4) Die Studenten bekommen Einblick in einige Phänomene, die nicht direkt LRT zuzuordnen sind.

Voraussetzungen

Der Besuch der Vorlesung Aerodynamik und/oder Gasdynamik wird empfohlen.

Verwendbarkeit	Voraussetzung für wissenschaftliche Grundlagenuntersuchungen und angewandte Forschung und Entwicklung auf dem Gebiet insbesondere von Wiedereintrittsfluggeräten.
----------------	---

Leistungsnachweis	Schriftliche Prüfung 75 Minuten oder mündliche Prüfung 30 Minuten
-------------------	---

Sonstige Bemerkungen	Zuordnung zu den Studienschwerpunkten siehe Tabelle am Anfang des Dokumentes.
----------------------	---

Dauer und Häufigkeit	Das Modul dauert ein Trimester, es findet im Wintertrimester des 2. Master-Studienjahres statt.
----------------------	---

Modul 1290 Antennentechnik und EMV in der Kommunikationstechnik

zugeordnet zu: Wahlpflichtmodule Vertiefungsrichtung: Extreme Environment Technologies

Studiengang:	Mathematical Engineering	Modultyp:	Wahlpflicht
Workload gesamt (h):	150 Stunden	ECTS-Punkte:	5
-> Präsenzzeit (h):	60 Stunden	TWS:	5 Stunden
-> Selbststudium (h):	90 Stunden		

Modulbestandteile	12901	Antennentechnik (Vorlesung (WP) - 2 TWS)
	12902	Antennentechnik (Übung (WP) - 1 TWS)
	12903	EMV in der Kommunikationstechnik (Vorlesung (WP) - 2 TWS)

Modulverantwortlicher Prof. Dr.-Ing. habil. Stefan Lindenmeier

Inhalt Lehrveranstaltung a): **Antennentechnik (Prof. Hopf)**

Passive Antennen

- Antenne als Wellentypwandler zwischen Freiraumwelle und leitungsgeführter Welle,
- Dimensionierungsaspekte für elektrisch kurze Antennen im Sendefall über eine Leistungsbetrachtung,
- Rauschtemperatur des Außenraumes und fiktive Temperatur des Strahlungswiderstands,
- Rauschkenngößen von Verstärkern und Empfängern,
- Dimensionierungsaspekte für elektrisch kurze Antennen im Empfangsfall über eine Betrachtung des Signal-Rauschabstands,
- Prinzipien zur Erzeugung von Richtwirkung,
- Beispiele von Richtantennen für technisch eingesetzte Funkdienste,
- Überblick über Antennenberechnungsverfahren.

Aktive Antennen

- Definition der aktiven Antenne,
- Anwendbarkeit und Vorteile dieses Prinzips, erläutert an Beispielen technisch eingesetzter aktiver Antennen,
- Anforderungen an die Verstärker, Besonderheiten der Schaltungstechnik,
- Dimensionierungsaspekte des Verstärkers unter Berücksichtigung von Rauschen und nichtlinearen Verzerrungen für aktive Antennen bei Frequenzen mit hohem Außenrauschen (kHz- und MHz-Bereich), insbesondere rauscharme Gegenkopplungstechniken,
- Dimensionierungsaspekte unter Berücksichtigung von Rauschen und nichtlinearen Verzerrungen für aktive Antennen bei Frequenzen mit geringem Außenrauschen (GHz-Bereich), insbesondere "Figure of merit" bzw. G/T.

Besonderheiten von Antennen für mobilen Einsatz

- Problematik des Mehrwegeempfangs,
- Zwang zur Miniaturisierung,
- Anwendung statistischer Messverfahren zur Qualitätsermittlung.

Lehrveranstaltung b): **EMV in der Kommunikationstechnik (Prof. Reiter)**

- Kopplungsmechanismen bei ortsunabhängigen Strömen und Spannungen (Induktive, kapazitive und gemischt induktive u. kap. Kopplung, Impedanzkopplung),
- Leitungskopplung bei hochfrequenten Signalen (TEM-Wellen, Leitungstransformation, Skineffekt, Verkopplung von Leitungswellen, Leitungsbauförmungen, Schlitzleitungen, Drahtwellenleiter, Mantelwellen),
- Strahlungsgekoppelte Störeinkopplungen (Von der Leitungswelle zur Freiraumwelle, Feld-komponenten des Hertz'schen Dipols, Kenngrößen von Antennen, effektive Höhe und Absorptionsfläche im Empfangsfall, Kreisrahmenantenne, Breitbandantennen für die EMV-Messtechnik, Schnüffelsonden, Freifeldantennenmessungen, Numerische Berechnung elektromagnetischer Felder),
- Elektromagnetische Strahlenexposition (Grenzwerte, Messergebnisse zur elektromagnetischen Strahlungsbelastung),
- HF-Messgeräte für die EMV (HF-Störmessgeräte, bewertete Messungen, Suszeptibilitätsmessungen),
- Maßnahmen zur Sicherstellung der EMV (Schirmungsmaßnahmen, Verringerung von Verkopplungen).

Qualifikationsziele

Lehrveranstaltung a):

- Detaillierte Kenntnisse zu passiven Antennen und deren Dimensionierung,
- Detaillierte Kenntnisse zu aktiven Antennen und deren Dimensionierung,
- Grundkenntnisse zu Rauschvorgängen und zur Bedeutung des Außenrauschens,
- Grundkenntnisse über hochlineare rauscharme Verstärkerkonzepte,
- Grundkenntnisse zur speziellen Problematik von Mobilfunkkommunikation.

Lehrveranstaltung b):

- Detaillierte Kenntnisse zu Kopplungsmechanismen bei ortsunabhängigen Spannungen und Strömen,
- Detaillierte Kenntnisse zur Leitungs- und Strahlungskopplung,
- Grundkenntnisse zur Strahlungsexposition,
- Detaillierte Kenntnisse zu HF-Messgeräten für die EMV,
- Detaillierte Kenntnisse zu Maßnahmen zur Sicherstellung der EMV.

Voraussetzungen

Kenntnisse in Hochfrequenztechnik und Theoretischer Elektrotechnik, wie sie z.B. in den Modulen "Hochfrequenztechnik I und II" sowie "Theoretische Elektrotechnik I und II" aus den jeweiligen B.Sc.-Studiengängen vermittelt werden.

Verwendbarkeit

Wahlpflichtmodul aller Vertiefungsrichtungen des M.Sc.-Studiengangs "Elektrotechnik und Informationstechnik" sowie des M.Sc.-Studiengangs

"Mathematical Engineering"

Leistungsnachweis

Schriftliche Prüfung von 90 Minuten Dauer (sP-90) oder mündliche Prüfung von 30 min Dauer (mP-30) mit gleichen Anteilen für Lehrveranstaltung a) und b). Die genaue Art der Prüfung wird zu Beginn des Moduls bekannt gegeben.

Literatur

Lehrveranstaltung a):

- K. Fujimoto, J.R. James: "Mobile Antenna Systems Handbook - Chapter 5"; Artech House, 1994,
- Meinke, Gundlach: "Taschenbuch der Hochfrequenztechnik - Kap. N"; Springer Verlag, Berlin, 1986.

Lehrveranstaltung b):

- E. Habiger: "Elektromagnetische Verträglichkeit", Hüthig Verlag, Heidelberg, 1998,
- A. Weber: "EMV in der Praxis", Hüthig Verlag, Heidelberg; 1996.

Dauer und Häufigkeit

Das Modul dauert 1 Trimester.
Das Modul beginnt jedes Studienjahr jeweils im Herbsttrimester.

Modul 1049 Antriebskomponenten

zugeordnet zu: Wahlpflichtmodule Vertiefungsrichtung: Extreme Environment Technologies

Studiengang:	Mathematical Engineering	Modultyp:	Wahlpflicht
Workload gesamt (h):	150 Stunden	ECTS-Punkte:	5
-> Präsenzzeit (h):	48 Stunden	TWS:	4 Stunden
-> Selbststudium (h):	102 Stunden		

Modulbestandteile	10491	Antriebskomponenten (Vorlesung (PF) - 2 TWS)
	10492	Antriebskomponenten (Übung (PF) - 2 TWS)

Modulverantwortlicher Prof. Dr.-Ing. Reinhard Niehuis

Inhalt

Die Studierenden erwerben im Modul Antriebskomponenten ein vertieftes Grundlagenwissen über Turbomaschinen für den Einsatz in Luftfahrzeugen und anderen Bereichen wie z.B. der Energietechnik:

- Die Studierenden erhalten eine Einführung in die verschiedenen Arten und Typen von Turbomaschinen sowie deren Anwendungsgebiete.
- Ausgehend von der zweidimensionalen, inkompressiblen und reibungsfreien Gitterströmung und der Beschreibung der Profil- und Gittergeometrie werden Methoden zur Gitterauslegung vermittelt. Darauf aufbauend wird die Betrachtung der reibungsbehafteten Gitterströmung, der transsonischen Gitterströmung sowie das Zusammenwirken von Gittern und Stufen und die dadurch verursachten Strömungsverluste behandelt.
- Darauf aufbauend wird auf die dreidimensionale Strömung in Turbomaschinen eingegangen. Ausgehend vom charakteristischen Strömungsbild werden Sekundärströmungsphänomene sowie die dreidimensionalen Schaufelgitterinteraktionen umfassend behandelt.
- Die Studierenden werden mit der Auslegungsmethodik für Turbomaschinen vertraut gemacht, und es werden einfache Verfahren für den ersten Entwurf von Turbomaschinen vorgestellt. Darüber hinaus werden einige Auslegungsaspekte im Zusammenhang mit den speziellen strömungstechnischen Anforderungen erläutert und auf die besonderen Festigkeitsfragen für Bauteile in Turbomaschinen eingegangen.
- Das Modul schließt mit einer ausführlichen Darstellung der Betriebsbereiche und des Betriebsverhaltens abseits vom Auslegungspunkt, insbesondere bei Verdichtern und dessen Darstellung in Kennfeldern. Nach der Diskussion verschiedener grundsätzlicher Anlagencharakteristiken wird detailliert auf das Zusammenwirken von Turbomaschinen und Anlagen, die Regelung von Turbomaschinen sowie möglicher Betriebseinflüsse eingegangen.

Qualifikationsziele

- Die Studierenden sollen ein vertieftes Verständnis der komplizierten Strömungsvorgänge in Turbomaschinen erwerben und die vielfältigen Auslegungsaspekte kennen lernen.

- Die Studierenden erwerben die Fähigkeit, mithilfe des vermittelten Grundwissens verschiedene Bauweisen von Turbomaschinen und deren unterschiedlicher Anwendungsbereiche richtig einzuordnen und zu bewerten. Sie werden in die Lage versetzt, einfache Entwürfe und Vorprojektierungen selbst vorzunehmen.
- Die Studierenden erhalten einen Überblick über Turbokomponenten in Flugtriebwerken, aber auch Turbokomponenten für andere Anwendungsbereiche wie zum Beispiel die Energietechnik oder die Verfahrenstechnik.
- Die Studierenden sind in der Lage, das Betriebsverhalten von Turbokomponenten sowie deren Zusammenwirken mit anderen Komponenten bzw. Anlagen zu verstehen. Sie lernen dabei auch verschiedene Möglichkeiten zur Regelung von Turbomaschinen und die Auswirkungen von Betriebseinflüssen kennen.

Voraussetzungen

Vorausgesetzt werden Kenntnisse aus den Modulen "Strömungsmechanik", "Gasdynamik", "Thermodynamik" und "Antriebssysteme".

Verwendbarkeit

Voraussetzung für Auswahl und Projektierung von Antriebskomponenten für unterschiedliche Anwendungsbereiche, für wissenschaftliche Grundlagenuntersuchungen und angewandte Forschung und Entwicklung auf dem Gebiet der Flugantriebe und Turbomaschinen.

Leistungsnachweis

Schriftliche Prüfung 90 Minuten

Sonstige Bemerkungen

Zuordnung zu den Studienschwerpunkten siehe Tabelle am Anfang des Dokumentes.

Literatur

- Cumpsty N.A.: Compressor Aerodynamics. Krieger Publishing Company, 2004 (engl.).
- Fister W.: Fluidenergiemaschinen, Band 1 und 2. Berlin: Verlag Springer, 1984, 1986.
- Scholz N.: Aerodynamik der Schaufelgitter. Karlsruhe: Verlag G. Braun, 1965.
- Traupel W.: Thermische Turbomaschinen, Band 1 und 2. Berlin: Verlag Springer, 1977, 1982.

Dauer und Häufigkeit

Das Modul dauert 1 Trimester, es findet im Herbsttrimester des 1. Master- Studienjahres statt.

Modul 1179 Apparatives Praktikum Autonome Systeme

zugeordnet zu: Wahlpflichtmodule Vertiefungsrichtung: Extreme Environment Technologies

Studiengang:	Mathematical Engineering	Modultyp:	Wahlpflicht
Workload gesamt (h):	150 Stunden	ECTS-Punkte:	5
-> Präsenzzeit (h):	60 Stunden	TWS:	5 Stunden
-> Selbststudium (h):	90 Stunden		

Modulbestandteile 11791 Apparatives Praktikum: Autonome Systeme (Praktikum (PF) - 5 TWS)

Modulverantwortlicher Prof. Dr.-Ing. Hans-Joachim Wünsche

Inhalt

Die Studierenden realisieren im Modul Praktikum Autonome Systeme einen kompletten, geschlossenen Regelkreis durch die visuelle Wahrnehmung der Umgebung und die Ableitung von Stellgrößen für Geschwindigkeit und Lenkung eines 1:5 Modellfahrzeuges, welche durch einen P, PI- oder PID-Regler umgesetzt werden sollen. Am Ende des Praktikums soll das Modellfahrzeug in der Lage sein, eine bestimmte Aufgabe vollautonom zu lösen. Ein Beispiel für eine solche Aufgabe wäre das Abfahren einer gut markierten Spur.

Das Praktikum ist als Gruppen-Projektarbeit über sechs Termine ausgelegt. Die gestellte Autonomieaufgabe soll mittels des am Institut verwendeten 4D-Ansatz gelöst werden. Dieser besteht im wesentlichen aus einer rekursiven Schätzung von Zustandsparametern durch ein sequentielles, erweitertes Kalman Filter (EKF), welcher auch verwendet wird, die erwarteten Messungen zu präzisieren. Daraus ergibt sich ein sequentieller Programmablauf aus Messung, Filterinnovation, Zustandsprädiktion und Fahrzeugregelung.

Im Folgenden werden nun die einzelnen Inhalte der sechs Termine erläutert:

Termin 1: Kennenlernen des Software-Rahmens (API), Homogene Koordinaten

Der Software-Rahmen ist eng gesteckt, um in der kurzen Zeit überhaupt ein komplettes Projekt abschließen zu können. Die Studenten haben die Aufgabe, nur die wesentlichen Teile des Filter-Prozesses auszufüllen. Ziel des ersten Termins ist es, den Programmablauf des Projektes zu verstehen, ohne dass eine konkrete Implementierung der Einzelaufgaben vorliegt. Zusätzlich werden durch homogene Koordinaten die Abbildungs-Geometrien der Kamera erläutert und erste Schritte in der C++-Programmierung unternommen.

Termin 2: Aufsetzen von Messfenstern

Als erster Schritt in der Bildverarbeitung werden Bildkanten-Messfenster auf einem synthetisch generierten Bildstrom aufgesetzt, z.B. das Abfahren einer gekrümmten Fahrspur, erzeugt durch 3D-Computer-

grafik. Die dabei auftretenden Probleme, ein stabiles Tracking durchzuführen, sollen den Studenten bewusst werden. Ein Problem dabei besteht im sogenannten "Korrespondenzproblem", nämlich der Zuordnung gleicher Bildmerkmale unterschiedlicher Kamerabilder (räumlich oder zeitlich getrennt). Es gilt als eines der Hauptprobleme in der Bildverarbeitung.

Termin 3: Implementieren des 4D-Ansatzes

Termin 3 zeigt die Notwendigkeit von Modellannahmen zur Handhabung von Problemen wie dem Korrespondenzproblem. Hierzu wird der 4D-Ansatz verwendet. Beim Beispiel des Spurhaltens wird ein geometrisches Modell der Fahrspur verwendet (Klothoidenmodell), um geeignete Messmodelle von Bildkoordinaten zu Zustandsparametern (z.B. Fahrzeugablage) aufzustellen. Für die Prädiktion wird ein dynamisches Modell der Eigenbewegung verwendet, z.B. das Fahrzeug-Einspurmodell. Damit kann nun ein EKF formuliert werden, welcher eine Schätzung des augenblicklichen Zustandes liefert, sowie eine Prädiktion, um im darauf folgenden Bild die Messungen geeignet parametrieren zu können.

Termin 4: Auslegen eines P/PI/PID-Reglers

Ausgehend vom geschätzten Zustand des EKF, sollen die Studenten in diesem Termin Regler für die Fahrzeugführung entwerfen. Die Art des Reglers liegt im Ermessen der Studenten. Hauptsächlich soll die Querführung geregelt werden. Zu lösende Probleme sind: Fahrzeugidentifizierung als Regelstrecke, Einfluss von Abtastzeiten, Einfluss von unterschiedlichen Geschwindigkeiten und Ermittlung von Reglerparametern anhand von bekannten Verfahren.

Termin 5: Systemintegration

Dieser Termin hat die Herausforderung, alle Teilaufgaben zu einem funktionierenden Paket zusammenzuführen und zu optimieren.

Termin 6: Wettkampf

Im letzten Termin soll ein kleiner Wettkampf stattfinden. Das Abschneiden in diesem Wettkampf zählt dabei weniger zur Benotung als die gesamte Vorgehensweise während des Praktikums.

Zum Abschluss des Praktikums wird eine Ausarbeitung im Umfang von etwa 10 Seiten gefordert, in welcher die Studierenden ihre Vorgehensweise kurz beschreiben (ca. 2 Seiten/Termin).

Qualifikationsziele

Die Studenten haben

- einen geschlossenen Regelkreis implementiert,
- das Korrespondenzproblem in der Bildverarbeitung erkannt,
- Erfahrung bei der Anwendung eines Kalman Filters gesammelt,
- Erfahrung bei der Auslegung von Regelparametern gesammelt
- Erfahrung in der C++-Programmierung gesammelt,
- eine geschlossene Projektarbeit durchgeführt, in der Einzelaufgaben erfolgreich zusammenspielen.

Voraussetzungen

Notwendig sind gute Kenntnisse in Digitaler Regelungstechnik und Modernen Methoden der Regelungstechnik (vor allem Zustandsraum-

darstellung und Zustandsregler). Vorausgesetzt werden ferner Kenntnisse, wie sie in den Modulen "Autonome Systeme" und "Filter- und Schätzverfahren" vermittelt werden.

Verwendbarkeit

Autonome, kognitive Systeme werden zukünftig immer stärker in unser Leben vordringen. Fahr- und Flugzeuge werden nicht nur im militärischen Bereich um Assistenzsysteme erweitert, die einen zunehmend autonomen Betrieb ermöglichen. Roboter, die ihre Umgebung wahrnehmen und sich in ihr situationsgerecht verhalten, werden nicht nur Soldaten zur Hand gehen, sondern auch in Fabriken sowie im häuslichen Umfeld schwere, monotone, gefährliche oder ermüdende Aufgaben übernehmen.

Leistungsnachweis

Benoteter Schein

Dauer und Häufigkeit

Das Modul dauert 1 Trimester, es findet im Wintertrimester des 2. Master-Studienjahres statt.

Modul 1180 Apparatives Praktikum Flugführungssysteme

zugeordnet zu: Wahlpflichtmodule Vertiefungsrichtung: Extreme Environment Technologies

Studiengang:	Mathematical Engineering	Modultyp:	Wahlpflicht
Workload gesamt (h):	150 Stunden	ECTS-Punkte:	5
-> Präsenzzeit (h):	48 Stunden	TWS:	4 Stunden
-> Selbststudium (h):	102 Stunden		

Modulbestandteile	11801	Apparatives Praktikum: Flugführungssysteme (Praktikum (PF) - 4 TWS)
-------------------	-------	--

Modulverantwortlicher	Prof. Dr.-Ing. Axel Schulte
-----------------------	-----------------------------

Inhalt	<p>Die Studierenden erwerben im apparativen Praktikum „Flugführungssysteme“ praktische Kenntnisse und Fertigkeiten im Hinblick auf Auslegung, Beurteilung, Integration, Betrieb und Bedienung von Flugführungssystemen. Hierzu zählen im Einzelnen die folgenden Inhalte:</p> <ul style="list-style-type: none"> Die Studierenden werden mit klassischen Flugführungssystemen im Flugsimulator vertraut gemacht. Hierzu zählen v.a. Anzeigeelemente wie die primäre Flugführungsanzeige und das Navigationsdisplay einschließlich HSI („Horizontal Situation Indicator“), konventionelle Bedienelemente einschließlich FCU („Flight Control Unit“), Autopilotenfunktionen und Einrichtungen zur Funknavigation. Die Studierenden lernen in Grundzügen die Durchführung eines Fluges gemäß IFR („Instrument Flight Rules“) unter Einsatz von klassischen Funknavigationshilfen (z.B. VOR, ILS). Dazu führen die Studierenden unter Anleitung selbstständig eine entsprechende Flugplanung durch und erfliegen dann diese Mission im Flugsimulator. Die Studierenden lernen Techniken zur Beurteilung von Systemen zur Cockpitautomation in der Praxis kennen und wenden diese im Rahmen von Flügen im Flugsimulator an. Hierzu zählen z.B. die Bestimmung der Beanspruchung des Piloten mittels Verfahren wie NASA-TLX („Task Load Index“) oder auch die Messung der Blickbewegungen des Piloten. Die Studierenden lernen moderne Konzepte zur Pilotenunterstützung in der praktischen Anwendung kennen. Hierzu zählen moderne Flugführungsanzeigen, wie 3D-Flugführungsanzeigen, Kartendisplays, wissensbasierte Assistenzsysteme, Spracherkennung, automatische Flugplanung.
--------	---

Qualifikationsziele	<ul style="list-style-type: none"> Die Studierenden verstehen die Anforderungen an Piloten am Arbeitsplatz Cockpit in Grundzügen. Die Studierenden verstehen die Bedienung wesentlicher Flugführungssysteme, wie primäre Flugsteuerung, Autopilot, Funknavigationsempfänger in Grundzügen.
---------------------	--

- Die Studierenden erfahren in der Praxis mögliche Ursachen für erhöhte Beanspruchung des Piloten im Cockpit und können diese erklären und quantitativ im Simulator erfassen.
- Die Studierenden kennen exemplarisch Techniken zur Beurteilung von Mensch-Maschine-Schnittstellen im Cockpit, wie z.B. Beanspruchungsmessung, Blickbewegungsmessung.
- Die Studierenden kennen die Grundzüge von experimentellen Methoden im Zusammenhang mit Mensch-Maschine-Systemen.
- Die Studierenden sind sensibilisiert für Forschungsansätze bei der Gestaltung von Operateurarbeitsplätzen in der Luftfahrt.

Voraussetzungen

Kenntnisse in Flugführung und Navigation, Grundkenntnisse in Flugzeugautomation

Leistungsnachweis

Benoteter Schein

Dauer und Häufigkeit

Das Modul dauert ein Trimester, es findet im Wintertrimester des 2. Master-Studienjahres statt.

Modul 1181 Apparatives Praktikum Fluidodynamik

zugeordnet zu: Wahlpflichtmodule Vertiefungsrichtung: Extreme Environment Technologies

Studiengang:	Mathematical Engineering	Modultyp:	Wahlpflicht
Workload gesamt (h):	150 Stunden	ECTS-Punkte:	5
-> Präsenzzeit (h):	60 Stunden	TWS:	5 Stunden
-> Selbststudium (h):	90 Stunden		

Modulbestandteile 11811 Apparatives Praktikum: Fluidodynamik (Praktikum (PF) - 5 TWS)

Modulverantwortlicher Prof. Dr. rer. nat. habil. Christian Kähler

Inhalt

Das Modul "Apparatives Praktikum Fluidodynamik" macht den Teilnehmern eine Reihe von Phänomenen der Strömungsmechanik erlebbar und die Anwendung typischer Messverfahren erfahrbar. Insgesamt etwa 8 Versuche aus der klassischen Windkanalmesstechnik sowie der berührungsfreien Laser-Messmethoden werden in kleinen Gruppen durchgeführt (die Liste kann durch neuere Entwicklungen variieren).

Die Themen lauten im Einzelnen:

- Windkanäle und Kanalqualifizierung
- Hitzdrahtmessung
- Zylinderumströmung
- Auftriebs- und Widerstandsbestimmung an einem Profil
- Versuche am Deltaflügel
- Schatten- und Schlierenmeßtechnik
- Particle Image Velocimetry
- Infrarotthermografie

Qualifikationsziele

- Die Studierenden sind mit dem Aufbau und der Funktionsweise strömungs- und aerodynamischer Versuchsanlagen vertraut.
- Die Studierenden kennen die Funktionsweise einfacher Messverfahren der Fluidodynamik und sind vertraut mit der Arbeitsweise zur Untersuchung strömungsmechanischer Phänomene.
- Die Studierenden wissen die Grenzen der Messtechniken zu beurteilen sowie Messfehler und Einflussgrößen zu berücksichtigen.
- Die Studierenden kennen repräsentative Techniken der Datenerfassung, der Dokumentation, der Datenreduktion sowie der graphischen Präsentation, wie sie wesentliche Teile der Labortätigkeit sind.
- Die Studierenden erhalten eine anschauliche Vorstellung von vielen strömungsmechanischen Phänomenen (Transition, Ablösung, Grenzschichten) und erlernen, den Gültigkeitsbereich der Theorien aus der Strömungsmechanik zu erfassen.

Voraussetzungen	Grundkenntnisse aus Physik und Messtechnik sowie die Vorlesung "Strömungsmechanik".
Verwendbarkeit	Das Praktikum rundet die vorangegangene strömungsmechanische Ausbildung insofern ab, als es die Brücke zur praktischen Anwendung der gelernten Theorien schlägt. Die Studierenden können dann diesen Brückenschlag in anderen Situationen oder in anderen Fächern selbst besser bewerkstelligen, da sie anhand von Beispielen den Zusammenhang von Theorie und Experiment erfahren.
Leistungsnachweis	Benoteter Schein
Literatur	<ul style="list-style-type: none">• Eckelmann H.: Einführung in die Strömungsmesstechnik. Teubner, 1997.• Tropea C.; Yarin, A.L.; Foss, J.F.: Springer Handbook of Experimental Fluid Mechanics. Springer Verlag, 2007.
Dauer und Häufigkeit	Das Modul dauert 1 Trimester, es findet im Wintertrimester des 2. Master-Studienjahres statt.

Modul 1182 Apparatives Praktikum Leichtbau

zugeordnet zu: Wahlpflichtmodule Vertiefungsrichtung: Extreme Environment Technologies

Studiengang:	Mathematical Engineering	Modultyp:	Wahlpflicht
Workload gesamt (h):	150 Stunden	ECTS-Punkte:	5
-> Präsenzzeit (h):	60 Stunden	TWS:	5 Stunden
-> Selbststudium (h):	90 Stunden		

Modulbestandteile 11821 Apparatives Praktikum: Leichtbau (Praktikum (PF) - 5 TWS)

Modulverantwortlicher Prof. Dr.-Ing. Helmut Rapp

Inhalt

Die Studierenden erwerben im apparativen Praktikum „Leichtbau“ praktische Kenntnisse und Fertigkeiten im Hinblick auf den Aufbau und die Durchführung von Strukturversuchen. Hierzu zählen im Einzelnen die folgenden Inhalte:

- Die Studierenden werden mit klassischen Messtechniken bei Strukturversuchen vertraut gemacht, dazu gehören insbesondere die Verwendung von Kraft- und Wegsensoren sowie der Einsatz von Dehnungsmessstreifen.
- Innerhalb der Strukturversuche werden ausgewählte Inhalte aus den Modulen „Leichtbaustrukturen“ und „Strukturdynamik“ experimentell vertieft, dies betrifft insbesondere die Bereiche „Stabilität von Tragwerken“, „Krafteinleitung in dünnwandige Strukturen“ und „Modalanalyse“.
- Die Studierenden lernen klassische und moderne Einrichtungen zur Experimentellen Strukturmechanik kennen. Durch den Vergleich von Theorie und Experiment lernen sie, den Anwendungsbereich der theoretischen Verfahren und die zu erwartenden Ergebnisse besser zu beurteilen.

Qualifikationsziele

- Die Studierenden können Strukturversuche selbstständig definieren, aufbauen und durchführen.
- Die Studierenden verstehen die Anwendung und die Bedienung der wesentlichen im Strukturversuch eingesetzten Messverfahren bzw. Messgeräte.
- Die Studierenden lernen mögliche Fehlerquellen im Strukturversuch kennen und können den Einfluss dieser Fehler auf das erwartete Ergebnis abschätzen.
- Die Studierenden sind sensibilisiert gegenüber Ergebnissen aus theoretischen und experimentellen Untersuchungen und wissen, mit eventuellen Diskrepanzen zwischen Theorie und Experiment umzugehen bzw. sie zu interpretieren.

Voraussetzungen	Kenntnisse, wie sie in den Modulen „Leichtbau“, „Leichtbaustrukturen“ und „Strukturdynamik“ (Berechnung dünnwandiger Strukturen, Krafteinleitung in und Stabilität von Leichtbaustrukturen, Modalanalyse) vermittelt werden.
Leistungsnachweis	Benoteter Schein
Dauer und Häufigkeit	Das Modul dauert ein Trimester, es findet im Wintertrimester des 2. Master-Studienjahres statt.

Modul 1184 Apparatives Praktikum Raumfahrttechnik

zugeordnet zu: Wahlpflichtmodule Vertiefungsrichtung: Extreme Environment Technologies

Studiengang:	Mathematical Engineering	Modultyp:	Pflicht
Workload gesamt (h):	150 Stunden	ECTS-Punkte:	5
-> Präsenzzeit (h):	60 Stunden	TWS:	5 Stunden
-> Selbststudium (h):	90 Stunden		

Modulbestandteile	11841	Apparatives Praktikum: Raumfahrttechnik (Praktikum (PF) - 5 TWS)
-------------------	-------	---

Modulverantwortlicher	Prof. Dr.-Ing. Roger Förstner
-----------------------	-------------------------------

Inhalt	<p>Die Studierenden erwerben im apparativen Praktikum „Raumfahrttechnik“ praktische Kenntnisse und Fertigkeiten zur Lageregelung von Raketen, Telekommunikation, Erzeugung von elektrischer Energie in Satelliten, Planung von Satellitenmissionen, Analyse von Strahlungsbelastungen und Untersuchung von Strukturschwingungen. Hierzu zählen im Einzelnen die folgenden Inhalte:</p>
--------	--

- Lageregelung einer starren Rakete anhand eines Simulationsprogramms (MATLAB/SIMULINK). Es werden dazu Stabilitätsuntersuchungen durchgeführt sowie der Einfluss der Aufschaltwerte des Reglers und die Wirkung von Seitenwinden auf die Bewegung der Rakete studiert.
- Strahlungsanalyse und Thermalhaushalt von Satelliten. Dazu gehören Grundlagen der Vakuumtechnik.
- Missionsanalyse und Energieversorgung mittels Solarzellen für Satelliten.
- Untersuchung von Strukturschwingungen durch Vibrationstests mit sinusförmiger und rauschförmiger Anregung (Random).

- | | |
|---------------------|--|
| Qualifikationsziele | <ul style="list-style-type: none"> • Die Studierenden können Versuche zur Lageregelung, Energieversorgung, Missionsplanung, Strahlungsanalyse, zu Strukturschwingungen und zum Thermalhaushalt selbstständig definieren, aufbauen und durchführen. • Die Studierenden verstehen die Anwendung und die Bedienung der unterschiedlichen in den Versuchen eingesetzten Messverfahren bzw. Messgeräte. • Die Studierenden lernen mögliche Fehlerquellen in den Versuchen kennen und können den Einfluss dieser Fehler auf das erwartete Ergebnis abschätzen. • Die Studierenden sind sensibilisiert gegenüber Ergebnissen aus theoretischen und experimentellen Untersuchungen und wissen, mit eventuellen Differenzen umzugehen bzw. sie zu interpretieren. |
|---------------------|--|

Voraussetzungen	Grundlegende physikalische Kenntnisse auf dem Gebiet der Mechanik, der Thermodynamik und Elektrizitätslehre sowie in der Raumfahrtssystemtechnik.
Verwendbarkeit	Besseres Verständnis der vermittelten Studieninhalte und gleichzeitig praktische Vertiefung der erworbenen theoretischen Erkenntnisse.
Leistungsnachweis	Benoteter Schein
Dauer und Häufigkeit	Das Modul dauert ein Trimester, es findet im Wintertrimester des 2. Master-Studienjahres statt.

Modul 1185 Apparatives Praktikum Regelungstechnik

zugeordnet zu: Wahlpflichtmodule Vertiefungsrichtung: Extreme Environment Technologies

Studiengang:	Mathematical Engineering	Modultyp:	Pflicht
Workload gesamt (h):	150 Stunden	ECTS-Punkte:	5
-> Präsenzzeit (h):	48 Stunden	TWS:	4 Stunden
-> Selbststudium (h):	102 Stunden		

Modulbestandteile 11851 Apparatives Praktikum: Regelungstechnik (Praktikum (PF) - 4 TWS)

Modulverantwortlicher Prof. Dr.-Ing. habil. Ferdinand Svaricek

Inhalt

Die Studierenden erwerben im apparativen Praktikum "Regelungstechnik" praktische Kenntnisse und Fertigkeiten im Hinblick auf Modellierung, Analyse, Auslegung, Realisierung und Betrieb von technischen Regelungssystemen. Hierzu zählen im Einzelnen die folgenden Inhalte:

- Die Studierenden lösen selbstständig vorgegebene Regelungsaufgaben und erproben und bewerten die entworfenen Regler in der Simulation und an den Versuchsanlagen.
- Innerhalb der Versuche werden ausgewählte Inhalte aus den Modulen "Regelungstechnik" und "Moderne Methoden der Regelungstechnik" experimentell vertieft. Dies betrifft insbesondere die Bereiche "Modellbildung", "Systemanalyse", "Reglerentwurf" und die "Reglererprobung".
- Die Studierenden lernen moderne Verfahren zur Identifikation des dynamischen Verhaltens von technischen Systemen und zum rechnergestützten Entwurf von linearen und nichtlinearen Reglern kennen.
- Durch den Vergleich von Theorie, Simulation und Experiment lernen sie, den Anwendungsbereich der verschiedenen Verfahren und die zu erwartenden Ergebnisse besser einzuschätzen.

Qualifikationsziele

- Die Studierenden können gegebene Regelungsaufgaben mit Hilfe von Matlab/Simulink und den entsprechenden Toolboxen lösen und die gefundenen Regelgesetze experimentell validieren.
- Die Studierenden verstehen die Methode des modellbasierten Reglerentwurfs und sind in der Lage die einzelnen notwendigen Teilaufgaben (experimentelle/theoretische Modellbildung, Systemanalyse, Reglerentwurf, Reglererprobung) selbstständig durchzuführen.
- Die Studierenden lernen den Einfluß von Faktoren wie nichtlineares Verhalten der Regelstrecke, Stellgrößenbeschränkungen, Meßfehler und Totzeiten in den Versuchen kennen und können den Einfluß dieser Effekte auf das zu erwartende Ergebnis abschätzen.

- Die Studierenden sind sensibilisiert gegenüber Ergebnissen aus theoretischen und experimentellen Untersuchungen und wissen, mit eventuellen Differenzen umzugehen bzw. sie zu interpretieren.

Voraussetzungen

Vorausgesetzt werden Kenntnisse, wie sie in den Modulen "Regelungstechnik" und "Moderne Methoden der Regelungstechnik" vermittelt werden.

Verwendbarkeit

Besseres Verständnis der vermittelten Studieninhalte und gleichzeitig praktische Vertiefung der erworbenen theoretischen Erkenntnisse.

Leistungsnachweis

Benoteter Schein

Dauer und Häufigkeit

Das Modul dauert ein Trimester, es findet im Wintertrimester des 2. Master-Studienjahres statt.

Modul 1186 Apparatives Praktikum Satellitennavigation, Erdbeobachtung

zugeordnet zu: Wahlpflichtmodule Vertiefungsrichtung: Extreme Environment Technologies

Studiengang:	Mathematical Engineering	Modultyp:	Pflicht
Workload gesamt (h):	150 Stunden	ECTS-Punkte:	5
-> Präsenzzeit (h):	48 Stunden	TWS:	4 Stunden
-> Selbststudium (h):	102 Stunden		

Modulbestandteile	11861	Erdbeobachtung (Praktikum (PF) - 2 TWS)
	11862	Satellitennavigation (Praktikum (PF) - 2 TWS)

Modulverantwortlicher Prof. Dr.-Ing. Bernd Eissfeller

Inhalt

SATELLITENNAVIGATION (Positionsbestimmung mit GNSS und INS)

- Standard-Positionierung: Die Studierenden führen in Versuchen Einzelstationspositionierungen mit Pseudo-Streckenmessungen zu GPS und/oder GALILEO Satelliten (je nach Verfügbarkeit) durch. Die Vorbereitung und Durchführung dieser experimentellen GNSS Messungen erfolgt auf dem Gelände der UniBwM. Die Studierenden führen eine selbständige Auswertung des Datenmaterials durch.
- Differentielle GNSS-Positionierung: Mit dem Ziel einer auf den Zentimeter genauen Positionsbestimmung planen die Studierenden einen geeigneten Messaufbau, führen die zugehörigen differentiellen Messungen unter Nutzung mindestens einer Referenzstation durch und werten ihre Messdaten mit einer geeigneten (zur Verfügung gestellten) wissenschaftlichen Auswertesoftware aus. Die Planung schließt eine Erfassung möglicher Sichthindernisse ("Elevationsmaske") ein.
- Inertiale Navigation: Das komplementäre Fehlverhalten von inertialen Sensoren im Vergleich zur Satellitennavigation erfahren die Studierenden in einem experimentellen Aufbau unter Nutzung von low-cost sowie präzisen inertialen Messeinheiten. Dabei erfolgt eine selbständige Aufzeichnung und Prüfung des Driftverhaltens, der Temperatursensitivität, eine ad-hoc Bestimmung der Kreisel-Biasse und eine approximative Durchführung der Plattformausrichtung ("initial alignment, gyro compassing"). Die kombinierte Nutzung von GPS und INS (Sensor-Fusion) mit Hilfe eines integrierten Navigationssystems schließt diesen Praktikumsabschnitt ab.

ERDBEOBACHTUNG

- Fernerkundungsexperiment: Die Studierenden planen eine Gebiets- oder Objektaufnahme, führen eine Bildakquisition durch (vorbehaltlich technischer und finanzieller Realisierbarkeit; alternativ werden entsprechende Bilddaten bereitgestellt) und werten die gewonnenen Bilddaten aus. In diesem Zusammenhang erfolgt zunächst die Herstellung eines Zusammenhangs zwischen Bild- und Weltkoo-

dinaten (Geo-Referenzierung). Anschließend werden die Bilddaten in geeigneter Weise gefiltert und für die Merkmalsextraktion vorbereitet. Die Vektorisierung eines Gebietsausschnittes rundet diesen Praktikumsabschnitt ab.

- Radar- und Lasermethoden: Die Studierenden führen in diesem Abschnitt praktische Auswertungen von SAR-Bildern durch. Dies umfasst die Berechnung von Leistungsbudgets mit Hilfe der Radargleichung, die Analyse von SAR-Bildern hoher Auflösung und Bestimmung von SAR-spezifischen Effekten, das Prozessieren von SAR-Rohdaten und die Optimierung der Bildqualität, die Erstellung von Höhenmodellen und Bestimmung der Objekthöhen, die Unterdrückung des Speckle-Rauschens in SAR-Bildern und Extraktion von Kanten zur Verfolgung von Konturen, die genaue Koregistrierung von SAR-Bildern mit multisensoriellem Bildmaterial sowie die Erstellung eines Katalogs von charakteristischen Signaturen für unterschiedliche Zielklassen, z. B. Flughäfen, Seehäfen, Verkehrswege, Brücken, etc..

Qualifikationsziele

Die Studierenden müssen sich im Rahmen dieses Praktikums selbstständig mit bestimmten Aufgaben auseinandersetzen und erwerben damit vertiefende Detailkenntnisse aus den angeschnittenen Themenbereichen. Die Praktika sind in den meisten Fällen sorgfältig zu planen, um eine ordnungsgemäße Durchführung gewährleisten zu können. Es schließt sich eine intensive Aufbereitung bzw. Auswertung der Messungen bzw. des zur Verfügung gestellten Datenmaterials an. Neben dem Erwerb vertiefter fachlicher Qualifikationen und Kenntnisse ist die selbständige Organisation zur fachgerechten Problemlösung hervorzuheben.

Voraussetzungen

Kenntnisse aus der Mathematik, der Experimentalphysik und der Messtechnik.

Verwendbarkeit

Wesentliche Ergänzung zu den gehörten Vorlesungen in Satellitennavigation, Erdbeobachtung und Telekommunikation, die zu vertieften Kenntnissen in den Fachgebieten führt. Das Praktikum ist auf die Vorlesungsinhalte abgestimmt und behandelt insbes. Verfahren der Satellitennavigation, der allgemeinen Navigation (Inertialnavigation u.a.) und der Erdbeobachtung/Fernerkundung. Die erarbeiteten Kenntnisse sind gleichermaßen für zivile und militärische Anwendungen verwendbar.

Leistungsnachweis

Benoteter Schein

Dauer und Häufigkeit

Das Modul dauert 1 Trimester, es findet im Wintertrimester des 2. Master-Studienjahres statt.

Modul 1187 Apparatives Praktikum Thermodynamik

zugeordnet zu: Wahlpflichtmodule Vertiefungsrichtung: Extreme Environment Technologies

Studiengang:	Mathematical Engineering	Modultyp:	Pflicht
Workload gesamt (h):	150 Stunden	ECTS-Punkte:	5
-> Präsenzzeit (h):	60 Stunden	TWS:	5 Stunden
-> Selbststudium (h):	90 Stunden		

Modulbestandteile	11871	Apparatives Praktikum: Thermodynamik (Praktikum (PF) - 5 TWS)
-------------------	-------	--

Modulverantwortlicher	Prof. Dr.-Ing. Christian Mundt
-----------------------	--------------------------------

Inhalt	<p>Die Studierenden erwerben im apparativen Praktikum "Thermodynamik" praktische Kenntnisse und Fertigkeiten im Hinblick auf den Aufbau und die Durchführung von Messungen an thermodynamischen Systemen. Hierzu zählen beispielsweise die folgenden Inhalte:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Die Studierenden erhalten eine grundlegende Einführung in die Thermometrie, dazu gehört insbesondere die Verwendung von Thermoelementen und Widerstandsthermometern. • Die Studierenden werden mit den Grundlagen der Thermographie bekannt gemacht unter Verwendung einer Infrarotkamera. • Die Studierenden erwerben umfassende Kenntnisse in der Erfassung von Geschwindigkeits- und Temperaturfluktuationen hoch aufgelöst mittels der Hitzdrahtanemometrie. • Je nach Option lernen die Studierenden in exemplarischer Weise komplexe Messsysteme kennen, wie die Erfassung der spektralen Infrarotstrahlung von Oberflächen, die Schlierenmesstechnik zur Abbildung von Dichteschwankungen, die Laser-Raman-Spektroskopie als berührungslose Temperaturmesstechnik. • Das erworbene Wissen wird vertieft anhand weiterer (aero)thermodynamischer Apparaturen, die sich auf Fragestellungen wie die Energieumwandlung und dem Energietransport in Hochgeschwindigkeitsströmungen beziehen.
--------	---

Qualifikationsziele	<ul style="list-style-type: none"> • Die Studierenden erwerben die Kompetenz, Messdaten z.B. zur Ermittlung der Temperatur qualitativ wie auch quantitativ zu bewerten. • Die Studierenden lernen die diversen Fehlerquellen bei der Messdatenerfassung kennen und können den Einfluss dieser Fehler auf das erwartete Ergebnis abschätzen. • Die Studierenden verstehen die Anwendung und die Bedienung der eingesetzten Messverfahren bzw. Messgeräte. • Die Studierenden sind sensibilisiert gegenüber Ergebnissen aus theoretischen und experimentellen Untersuchungen und wissen, mit eventuellen Differenzen umzugehen bzw. sie zu interpretieren.
---------------------	--

Voraussetzungen	Vorausgesetzt werden Kenntnisse, wie sie in den Modulen "Aerothermodynamik" und "Wärme- und Stofftransport" vermittelt werden.
Verwendbarkeit	Besseres Verständnis der vermittelten Studieninhalte und gleichzeitig praktische Vertiefung der erworbenen theoretischen Erkenntnisse.
Leistungsnachweis	Benoteter Schein
Dauer und Häufigkeit	Das Modul dauert ein Trimester, es findet im Wintertrimester des 2. Master-Studienjahres statt.

Modul 1282 Ausgewählte Kapitel der Sensorik und Messtechnik

zugeordnet zu: Wahlpflichtmodule Vertiefungsrichtung: Extreme Environment Technologies

Studiengang:	Mathematical Engineering	Modultyp:	Wahlpflicht
Workload gesamt (h):	150 Stunden	ECTS-Punkte:	5
-> Präsenzzeit (h):	60 Stunden	TWS:	5 Stunden
-> Selbststudium (h):	90 Stunden		

Modulbestandteile	12821	Ausgewählte Kapitel der Sensorik und Messtechnik (Seminar (WP) - 5 TWS)
-------------------	-------	--

Modulverantwortlicher	Prof. Dr. techn. Christian Kargel
-----------------------	-----------------------------------

Inhalt	<p>Das Seminar „Ausgewählte Kapitel der Sensorik und Messtechnik“ vertieft praxisnah das Verständnis für bestimmte Themengebiete der Sensorik und Messtechnik. Der Hauptfokus liegt dabei auf der Anwendung von Standardsoftwarepaketen wie MATLAB, LabVIEW, SigmaPlot, MultiSim, etc. zur Lösung von praktischen Aufgaben bzw. der Bearbeitung von Kleinprojekten. Die Erfahrungen und gewonnenen Kenntnisse können auch im Rahmen von anderen Lehrveranstaltungen wie z.B. „Sensorik und Messtechnik, Praktikum“ und „Digitale Bildverarbeitung, Praktikum“ sowie der eigenen studentischen Abschlussarbeit nutzbringend eingesetzt werden.</p>
--------	---

- | | |
|---------------------|---|
| Qualifikationsziele | <ul style="list-style-type: none"> • Die Studierenden haben die in anderen Modulen erworbenen Kenntnisse vertieft sowie auf bestimmte sensorische und messtechnische Aufgabenstellungen praktisch angewandt. • Die Studierenden haben vertiefte Fertigkeiten bei der problemorientierten Auswahl von und dem praktischen Umgang mit Standardsoftwarepaketen in den Bereichen Sensorik und Messtechnik. • Die Studierenden haben ihre Kenntnisse und Fertigkeiten im praktischen Umgang mit Standardsoftwarepaketen verbessert und können bestimmte Aufgabenstellungen zielgerichtet lösen. • Die Studierenden sind in der Lage, bestimmte sensorische und messtechnische Problemstellungen zu analysieren und mithilfe von ingenieurwissenschaftlichem Denken und Handeln zu lösen. • Die Studierenden haben Techniken zur Aufarbeitung von wissenschaftlich-technischen Fachthemen erworben und angewandt Diese Fähigkeiten können z.B. im Rahmen von studentischen Abschlussarbeiten nutzbringend eingesetzt werden. |
|---------------------|---|

Voraussetzungen	• Kenntnisse der Elektrotechnik, Messtechnik, Mathematik und Physik.
-----------------	--

- Empfohlen wird die erfolgreiche Bewältigung des Moduls „Sensorik und Messtechnik“.

Verwendbarkeit

- Wahlpflichtmodul für alle Studien- und Vertiefungsrichtungen
 - Das Modul steht in thematischem Zusammenhang mit den Pflichtmodulen
 - o Sensorik und Messtechnik,
 - o Digitale Bildverarbeitung
- sowie mit den Wahlpflichtfächern
- o Simulationswerkzeuge in der Sensorik und Messtechnik
 - o Sensorik und Messtechnik, Praktikum
 - o Multisensorsysteme und Sensornetze

Leistungsnachweis

- Die Benotung erfolgt anhand der erarbeiteten Lösungen und der eigenen Präsentation. Die Mitarbeit und Involvierung bei den Fachdiskussionen im Rahmen des Oberseminars fließt ebenfalls in die Benotung ein.

Literatur

Je nach Aufgabenstellung unterschiedlich. Wird individuell bekannt gegeben.

Dauer und Häufigkeit

Das Modul dauert ein Trimester.
Das Modul wird im Herbsttrimester und/oder Frühjahrstrimester angeboten.
Als Startzeitpunkt ist das Herbsttrimester im 1. Studienjahr vorgesehen.

Modul 1229 Auslandspraktikum I

zugeordnet zu: Wahlpflichtmodule Vertiefungsrichtung: Extreme Environment Technologies

Studiengang:	Mathematical Engineering	Modultyp:	Wahlpflicht
Workload gesamt (h):	150 Stunden	ECTS-Punkte:	5
-> Präsenzzeit (h):	100 Stunden	TWS:	5 Stunden
-> Selbststudium (h):	50 Stunden		

Modulverantwortlicher Prof. Dr.-Ing. Dieter Gerling

Inhalt Im Auslandspraktikum soll eine Aufgabe aus einem begrenzten Problemkreis unter Anleitung weitgehend selbständig mit bekannten Methoden bearbeitet werden. Im Auslandspraktikum sind die erzielten Ergebnisse systematisch zu entwickeln und zu erläutern. Es wird in der Regel individuell und weitgehend eigenständig durch die Studierenden bearbeitet, kann aber je nach Thema auch in Gruppen von bis zu drei Studierenden bearbeitet werden.

Qualifikationsziele Die Studierenden können eine Aufgabe in einer fremden Umgebung weitgehend selbständig bearbeiten. Sie haben Erfahrung in der Entwicklung von Lösungsstrategien und in der Dokumentation ihres Vorgehens. Sie haben in einem speziellen Arbeitsgebiet der Elektrotechnik und Informationstechnik bzw. Mathematical Engineering internationale praktische Erfahrung gesammelt.

Arbeitsaufwand Das Wahlpflichtmodul "Auslandspraktikum I" dauert 4 Wochen à 25 Wochenstunden. Die Vor- und Nachbereitungszeit umfasst 2 Wochen mit jeweils 25 Wochenstunden.

Voraussetzungen Vorausgesetzt werden die allgemeinen Kenntnisse aus einem Bachelor-Studium im Bereich der „Elektrotechnik und Informationstechnik“ oder „Mathematical Engineering“ und ausreichende Sprachkenntnisse für das entsprechende Land.

Verwendbarkeit Wahlpflichtmodul für alle Vertiefungsrichtungen des M.Sc.-Studiengangs
"Elektrotechnik und Informationstechnik" und
Wahlpflichtmodul für alle Vertiefungsrichtungen des M.Sc.-Studiengangs
"Mathematical Engineering"

Leistungsnachweis Es ist eine schriftliche Ausarbeitung zu erstellen und diese ist im Rahmen eines Kolloquiums zu präsentieren. Die Präsentation findet als

Vortrag von ca. 15-20 Minuten Dauer statt. Die Präsentation wird benotet und geht mit 1/5 (entsprechend 1 Leistungspunkt) in die Modulnote ein.

Sonstige Bemerkungen	Es besteht kein Finanzierungsanspruch für einen Auslandsaufenthalt gegenüber einer Professur, Fakultät oder der Universität.
----------------------	---

Literatur	keine
-----------	-------

Dauer und Häufigkeit	Das Modul dauert 1 Trimester. Das Modul beginnt jedes Studienjahr jeweils im Frühjahrstrimester. Als Startzeitpunkt ist das Frühjahrstrimester im 1. Studienjahr vorgesehen.
----------------------	--

Modul 1230 Auslandspraktikum II

zugeordnet zu: Wahlpflichtmodule Vertiefungsrichtung: Extreme Environment Technologies

Studiengang:	Mathematical Engineering	Modultyp:	Wahlpflicht
Workload gesamt (h):	150 Stunden	ECTS-Punkte:	5
-> Präsenzzeit (h):	100 Stunden	TWS:	5 Stunden
-> Selbststudium (h):	50 Stunden		

Modulbestandteile

Modulverantwortlicher Prof. Dr.-Ing. Dieter Gerling

Inhalt Im Auslandspraktikum soll eine Aufgabe aus einem begrenzten Problemkreis unter Anleitung weitgehend selbständig mit bekannten Methoden bearbeitet werden. Im Auslandspraktikum sind die erzielten Ergebnisse systematisch zu entwickeln und zu erläutern. Es wird in der Regel individuell und weitgehend eigenständig durch die Studierenden bearbeitet, kann aber je nach Thema auch in Gruppen von bis zu drei Studierenden bearbeitet werden.

Qualifikationsziele Die Studierenden können eine Aufgabe in einer fremden Umgebung weitgehend selbständig bearbeiten. Sie haben Erfahrung in der Entwicklung von Lösungsstrategien und in der Dokumentation ihres Vorgehens. Sie haben in einem speziellen Arbeitsgebiet der Elektrotechnik und Informationstechnik bzw. Mathematical Engineering internationale praktische Erfahrung gesammelt.

Arbeitsaufwand Das Wahlpflichtmodul "Auslandspraktikum II" dauert 4 Wochen à 25 Wochenstunden. Die Vor- und Nachbereitungszeit umfasst 2 Wochen mit jeweils 25 Wochenstunden.

Voraussetzungen Vorausgesetzt werden die allgemeinen Kenntnisse aus einem Bachelor-Studium im Bereich der „Elektrotechnik und Informationstechnik“ oder „Mathematical Engineering“ und ausreichende Sprachkenntnisse für das entsprechende Land.

Verwendbarkeit Wahlpflichtmodul für alle Vertiefungsrichtungen des M.Sc.-Studiengangs "Elektrotechnik und Informationstechnik" und Wahlpflichtmodul für alle Vertiefungsrichtungen des M.Sc.-Studiengangs "Mathematical Engineering".

Leistungsnachweis Es ist eine schriftliche Ausarbeitung zu erstellen und diese ist im Rahmen eines Kolloquiums zu präsentieren. Die Präsentation findet als

Universität der Bundeswehr München

Vortrag von ca. 15-20 Minuten Dauer statt. Die Präsentation wird benotet und geht mit 1/5 (entsprechend 1 Leistungspunkt) in die Modulnote ein.

Sonstige Bemerkungen	Es besteht kein Finanzierungsanspruch für einen Auslandsaufenthalt gegenüber einer Professur, Fakultät oder der Universität.
----------------------	---

Literatur	keine
-----------	-------

Dauer und Häufigkeit	Das Modul dauert 1 Trimester. Das Modul beginnt jedes Studienjahr jeweils im Frühjahrstrimester. Als Startzeitpunkt ist das Frühjahrstrimester im 1. Studienjahr vorgesehen.
----------------------	--

Modul 1241 Automatisierungstechnik

zugeordnet zu: Wahlpflichtmodule Vertiefungsrichtung: Extreme Environment Technologies

Studiengang:	Mathematical Engineering	Modultyp:	Pflicht
Workload gesamt (h):	150 Stunden	ECTS-Punkte:	5
-> Präsenzzeit (h):	60 Stunden	TWS:	5 Stunden
-> Selbststudium (h):	90 Stunden		

Modulbestandteile	12411	Automatisierungstechnik (Vorlesung (PF) - 4 TWS)
	12412	Automatisierungstechnik (Übung (PF) - 1 TWS)

Modulverantwortlicher Prof. Dr. rer. nat. habil. Claus Hillermeier

- Inhalt
- a) Thema „Modellbasierte Fehlerdiagnose“:
 - Diagnose von Fehlern in Regelstrecken mit Hilfe eines Modells der Strecke
 - Sensorüberwachung auf Basis von Beobachtern

 - b) Thema „Digitale Regelkreise“:
 - Gerätetechnische Implementierung von Regelungen in Form von digitalen Regelkreisen
 - Abgetastete Regelstrecken als zeitdiskrete Systeme; Modellierung zeitdiskreter Systeme im Zeitbereich und im Frequenzbereich; Bestimmung ihres Eingangs- Ausgangs-Verhaltens
 - Eigenschaften zeitdiskreter Systeme wie Stabilität, Steuerbarkeit und Beobachtbarkeit
 - Umsetzung eines Reglers, der anhand eines zeitkontinuierlichen Modells der Regelstrecke entworfen wurde, in ein Programm, das auf einem Mikrocontroller abläuft; Analyse des entstehenden Regelkreises
 - Methodenspektrum zum Entwurf digitaler Regelungen auf Basis eines zeitdiskreten Streckenmodells

 - c) Thema „Modellierung, Analyse und Steuerung ereignisgetriebener Systeme“:
 - Ereignisdiskrete Systeme als Modelle von technischen Prozessen (in Rechenanlagen, Fertigungsanlagen etc.) und Transportvorgängen
 - Die Automatisierung von Fertigungsprozessen, Gebäuden, Fahrzeugen etc. wird als Aufgabe formuliert, durch Steuerungsmechanismen geeignete Ereignisfolgen herbeizuführen
 - Modellierung von Prozessen, die automatisiert werden sollen, mit Hilfe von deterministischen Automaten und Petrinetzen, die jeweils mit Eingang und Ausgang versehen sind
 - Werkzeuge für die Analyse des Verhaltens ereignisdiskreter Systeme (bzw. Steuerstrecken), vor allem im Hinblick auf Lebendigkeit (d.h. die Vermeidung von deadlocks) und Sicherheit
 - Entwurf von Steuerungen ereignisdiskreter Systeme auf Basis von Automaten- und Petrinetz-Modellen; hierbei besondere Berücksichtigung von Sicherheitsanforderungen

Qualifikationsziele

- a) Thema „Modellbasierte Fehlerdiagnose“:
- Die Studierenden können einfache Diagnosesysteme auf Basis von Beobachtern entwerfen. Sie verstehen, wie redundante Sensoren zur gegenseitigen Überwachung eingesetzt werden können.
- b) Thema „Digitale Regelkreise“:
- Die Studierenden verstehen, wie Regelungen mit Hilfe moderner Gerätetechnik in Form von digitalen Regelkreisen realisiert werden.
 - Die Studierenden können das dynamische Verhalten zeitdiskreter Systeme auf verschiedene Arten modellieren: Als Eingangs- Ausgangsmodell und als Zustandsraummodell im Zeitbereich sowie als Eingangs- Ausgangsmodell im Frequenzbereich.
 - Die Studierenden verstehen die dynamischen Eigenschaften zeitdiskreter Systeme in Analogie zu zeitkontinuierlichen Systemen.
 - Die Studierenden können ein Regelgesetz, das anhand eines zeitkontinuierlichen Streckenmodells entworfen wurde, auf einem Microcontroller umsetzen und den Einfluss der Abtastung auf die Regelgüte abschätzen.
 - Die Studierenden sind in der Lage, mit an die Anwendung angepassten Methoden einen digitalen Regelkreis zu entwerfen und sein Verhalten zu analysieren.
- c) Thema „Modellierung, Analyse und Steuerung ereignisgetriebener Systeme“:
- Die Studierenden sind in der Lage, technische Abläufe als ereignisdiskrete Systeme zu interpretieren und geeignet zu modellieren.
 - Die Studierenden verstehen, inwiefern Prozessautomatisierung auf höheren Ebenen die Aufgabe der Steuerung ereignisdiskreter Systeme beinhaltet.
 - Die Studierenden können das dynamische Verhalten ereignisdiskreter Systeme mittels geeigneter Analysemethoden untersuchen; insbesondere sind sie in der Lage, die Lebendigkeit (d.h. Deadlock-Freiheit) und Sicherheit solcher Systeme nachzuweisen.
 - Die Studierenden beherrschen verschiedene Methoden, um Steuerungen bzw. Regelungen für ereignisdiskrete Systeme (d.h. für Vorgänge, die es zu automatisieren gilt) zu entwerfen. Besonderes Augenmerk liegt dabei auf Steuerungen, die die Einhaltung von Lebendigkeits- und Sicherheitsanforderungen gewährleisten.

Voraussetzungen

Vorausgesetzt wird die erfolgreiche Bewältigung der Module „Mathematik A“, „Mathematik B“, „Mathematik C“ und „Regelungstechnik“. Bei ME-Studierenden werden die mathematischen Grundmodule sowie das Modul „Systemtheorie“ vorausgesetzt.

Verwendbarkeit

- Pflichtmodul für EIT-Vertiefungsrichtung „Energietechnische Systeme“
- Pflichtmodul für die Vertiefungsrichtung ME-Mechatronik des Studiengangs Mathematical Engineering (M.Sc.)

- Wahlpflichtmodul für die EIT-Vertiefungsrichtungen „Kommunikationstechnik“ und „Sicherheitstechnik“
- Wahlpflichtmodul für die Vertiefungsrichtungen ME-EET, ME-VSK und ME-PTM des Studiengangs Mathematical Engineering (M.Sc.)

Leistungsnachweis

Schriftliche Prüfung von 90 min Dauer (sP-90) oder mündliche Prüfung von 30 min Dauer (mP-30) am Ende des Wintertrimesters. Wiederholungsmöglichkeit am Ende des Frühjahrstrimesters. Die genaue Art der Prüfung wird zu Beginn der Lehrveranstaltung bekannt gegeben.

Literatur

J. Lunze: Automatisierungstechnik, Oldenbourg Verlag, 2008 (begleitend)

M. Horn, N. Dourdourmas: Regelungstechnik, Pearson Studium Verlag, 2004 (begleitend)

J. Lunze: Regelungstechnik 2, Springer Verlag, 2008 (begleitend)

J. Moody, P. Antsaklis: Supervisory Control of Discrete Event Systems Using Petri Nets,

Kluwer Academic Publishers, 1998 (weiterführend)

Dauer und Häufigkeit

Das Modul dauert ein Trimester.

Das Modul beginnt jedes Studienjahr jeweils im Wintertrimester.

Als Startzeitpunkt ist das Wintertrimester im 1. Studienjahr vorgesehen.

Modul 1050 Autonome Systeme

zugeordnet zu: Wahlpflichtmodule Vertiefungsrichtung: Extreme Environment Technologies

Studiengang:	Mathematical Engineering	Modultyp:	Pflicht
Workload gesamt (h):	150 Stunden	ECTS-Punkte:	5
-> Präsenzzeit (h):	48 Stunden	TWS:	4 Stunden
-> Selbststudium (h):	102 Stunden		

Modulbestandteile 10501 Autonome Systeme (Vorlesung, Übung (PF) - 4 TWS)

Modulverantwortlicher Prof. Dr.-Ing. Hans-Joachim Wünsche

Inhalt

Die Studierenden erwerben im Modul Autonome Systeme einen detaillierten Einblick in den Aufbau eines autonomen Systems am Beispiel eines sich durch visuelle Information in seiner Umgebung autonom bewegenden Roboter-Fahrzeugs. Was ist der Unterschied zwischen einem geregelten System und einem (teil-)autonomen, kognitiven System? Warum sind Roboter heute noch "blind" und "dumm", was bedeutet Kognition für technische Systeme und was sind die wesentlichen technischen Herausforderungen?

Ausgehend von einem Überblick über die Entwicklung und den derzeitigen Stand autonomer kognitiver Systeme werden die folgenden Themenkreise behandelt:

- 1) Weltmodelle und Koordinatensysteme. Die Fähigkeit zur Bewegung als Bestandteil kognitiver Systeme. Dynamische Modelle der zugrundeliegenden Bewegungen, Steuergrößen, einfache Bewegungsfähigkeiten.
- 2) Perzeption: Wahrnehmung der Umgebung durch maschinelles Echtzeit-Sehen. Verfahren zur Extraktion von Merkmalen aus den Bildern einer Videokamera. Wahrnehmung mittels moderner 360° Laserscanner.
- 3) Dynamische Szenen aufgrund eigener und fremder Bewegungen. Rekursive Zustandschätzer als Grundlage des 4D-Ansatzes zur modellgestützten Interpretation dynamischer Szenen.
- 4) Wahrnehmung der Strasse und des Relativzustands des eigenen Fahrzeugs relativ zur Strasse. Fahrzeugführung entlang von Strassen. Anwendung Spurverlassens und Spurhalteassistent.
- 5) Objekterkennung. Aggregation von Merkmalen zu Objekthypothesen. Methoden zur Modellierung von Objekten. Aufstellung von (adaptiven) Formmodellen ruhender Objekte und zusätzlicher Bewegungsmodelle beobachteter, sich bewegender Objekte der Szene (wie z.B. anderer Fahrzeuge). Anwendung Staufahrassistent.
- 6) Situationsanalyse und Verhaltensentscheidung. Aggregation von Objekten zu Situationen. Was sind Manöver und Missionen. Generieren situations- und missionsgerechter Verhaltensentscheidungen. Zustandsautomaten zur Verhaltensentscheidung. Überholvorgänge und Abbiegen auf Querstrassen als einfache Ausprägungen Si-

tuationsgerechten Verhaltens. Sakkaden zur aktiven Steuerung der Blickrichtung, relevante Objekte.

Qualifikationsziele	<p>Die Studierenden</p> <ol style="list-style-type: none">1) wissen aus welchen wesentlichen Elementen ein autonomes System besteht und wie sich dieses von normalen (fern-)gesteuerten oder geregelten Systemen unterscheidet.2) verstehen die wesentlichen Schwierigkeiten beim Aufbau autonomer Systeme, und3) können die erlernten Kenntnisse im parallel stattfindenden Praktikum "Autonome Systeme" beim Aufbau eines autonomen Modell-Fahrzeugs anwenden: eine einfache "Fahrbahn" wird über eine ins Fahrzeug eingebaute Kamera ausgewertet. Im Wettbewerb optimieren Studenten-Teams ihre entwickelten Zustandsschätzer und -Regler zur Erzielung optimaler Rundenzeiten.
Voraussetzungen	<p>Notwendig sind gute Kenntnisse in Digitaler Regelungstechnik und Modernen Methoden der Regelungstechnik (vor allem Zustandsraumdarstellung und Zustandsregler). Vorausgesetzt werden ferner die im Modul „Sensortechnik“ vermittelten Kenntnisse sowie die des Moduls „Filter- und Schätzverfahren“. Sinnvoll ist die Kenntnis der im Modul „Prozessrechenstechnik“ vermittelten Inhalte.</p>
Verwendbarkeit	<p>Autonome, kognitive Systeme werden zukünftig immer stärker in unser Leben vordringen. Fahr- und Flugzeuge werden nicht nur im militärischen Bereich um Assistenzsysteme erweitert, die einen zunehmend autonomen Betrieb ermöglichen. Roboter, die ihre Umgebung wahrnehmen und sich in ihr situationsgerecht verhalten, werden nicht nur Soldaten zur Hand gehen, sondern auch in Fabriken sowie im häuslichen Umfeld schwere, monotone, gefährliche oder ermüdende Aufgaben übernehmen.</p>
Leistungsnachweis	<p>Schriftliche Prüfung 75 Minuten oder mündliche Prüfung 30 Minuten</p>
Sonstige Bemerkungen	<p>Dieses Modul kann auch als Munich-Aerospace-Partnermodul belegt werden.</p> <p>Zuordnung zu den Studienschwerpunkten siehe Tabelle am Anfang des Dokumentes.</p>
Dauer und Häufigkeit	<p>Das Modul dauert 1 Trimester, es findet im Wintertrimester des 2. Master-Studienjahres statt.</p>

Modul 1337 Baudynamik und Erdbebeningenieurwesen

zugeordnet zu: Wahlpflichtmodule Vertiefungsrichtung: Extreme Environment Technologies

Studiengang:	Mathematical Engineering	Modultyp:	Wahlpflicht
Workload gesamt (h):	270 Stunden	ECTS-Punkte:	9
-> Präsenzzeit (h):	108 Stunden	TWS:	9 Stunden
-> Selbststudium (h):	162 Stunden		

Modulbestandteile	13371	Bauwerke unter Erdbebenbelastung (Vorlesung (PF) - 2 TWS)
	13372	Bodendynamik (Vorlesung (PF) - 1 TWS)
	13373	Dynamik der Baukonstruktionen (Vorlesung (PF) - 1 TWS)
	13374	Dynamik der Baukonstruktionen (Übung (PF) - 2 TWS)
	13375	Erdbebenschutzsysteme im Hoch- und Brückenbau (Vorlesung (PF) - 2 TWS)
	13376	Mathematische Methoden in der Dynamik (Vorlesung (PF) - 1 TWS)

Modulverantwortlicher	Prof. Dr.-Ing. habil. Norbert Gebbeken
-----------------------	--

Inhalt

Dynamik der Baukonstruktionen (Prof. Marburg):

- Einmassenschwinger unter sprung- und stoßartiger Belastung
- Selbsterregte und parametererregte Schwingungen
- Schwinger mit mehreren Freiheitsgraden
- Schwingungen von Maschinenfundamenten
- Torsions- und Kippschwingungen
- Eigenfrequenzen und Eigenformen
- Erzwungene Schwingungen des Mehrmassenschwingers
- Maßnahmen zur Schwingungsreduzierung - Windeinwirkung auf Bauwerke
- Schwingungsprobleme bei Hochbauten und Brücken

Mathematische Methoden in der Dynamik (Prof. Apel):

- Numerische Verfahren und Begriffe
 - Einschrittverfahren und Mehrschrittverfahren
 - implizite und explizite Verfahren
 - Konvergenz und Stabilität
 - Schrittweitensteuerung
- Angepasste Verfahren für Schwingungsprobleme
 - Newmark-Verfahren für Schwingungsprobleme
 - Houbolt-Verfahren
 - Wilson-Theta-Verfahren
 - Hilber-Hughes-Taylor-Verfahren

Bodendynamik (Prof. Boley):

- Wellenausbreitung im Boden
- Dynamische Bodeneigenschaften
- Erschütterungsausbreitung und -reduktion
- Einbeziehung des Bodens in die Modellbildung
- Seismologische Grundlagen
- Geotechnisches Erdbebeningenieurwesen

Bauwerke unter Erdbebenbelastung (Prof. Gebbeken):

- Einführung in das Erdbebeningenieurwesen
- Erdbebennachweise mittels Antwortspektrum
- Methode der Kapazitätsbemessung
- Plastische Mechanismen bei der Erdbebenbemessung
- Planungs- und Konstruktionsgrundsätze
- Bestandsbeurteilung
- Praxisbeispiele

Erdbebenschutzsysteme (Prof. Mangerig)

- technische Möglichkeiten im Neu- und Bestandsbau
- spezielle Lagerungsmöglichkeiten im Hoch- und Brückenbau
- Praxisbeispiele aus dem In- und Ausland

Qualifikationsziele

Die Studierenden erwerben Grundlagenwissen über die dynamischen Eigenschaften des Bodens und kennen erschütterungsresistente Gründungstechniken. Sie erwerben vertiefte Kenntnisse über Schwingungen infolge aperiodischer Belastung sowie über selbst- und parametererregte Schwingungen. Weiterhin können die Studierenden die vermittelten Schwingungsmodelle und Lösungsstrategien auf konkrete Bauwerksschwingungen anwenden. Die Studierenden erwerben ein grundlegendes Verständnis für Beanspruchungen infolge Erdbeben und können die erworbenen Kenntnisse zum Antwortspektrenverfahren und zur Kapazitätsbemessung anwenden. Sie sind sensibilisiert bezüglich der Wirkung von Erdbeben auf bauliche Infrastruktur und kennen Verfahren zur Isolierung gegen Erdbebeneinwirkungen.

Voraussetzungen

Grundkenntnisse der Strukturmechanik, z.B. aus dem Modul "Tragwerksschwingungen und Erschütterungsschutz".

Verwendbarkeit

Anspruchsvolle Bauprojekte im In- und Ausland.

Leistungsnachweis

Schriftliche Prüfung 150 Minuten oder mündliche Prüfung 45 Minuten.

Dauer und Häufigkeit

Das Modul dauert 1 Semester.
Das Modul beginnt jedes Studienjahr jeweils im Frühjahrstrimester.

Modul 1353 Betriebsfestigkeit

zugeordnet zu: Wahlpflichtmodule Vertiefungsrichtung: Extreme Environment Technologies

Studiengang:	Mathematical Engineering	Modultyp:	Wahlpflicht
Workload gesamt (h):	90 Stunden	ECTS-Punkte:	3
-> Präsenzzeit (h):	36 Stunden	TWS:	3 Stunden
-> Selbststudium (h):	54 Stunden		

Modulbestandteile	13531	Betriebsfestigkeit (Vorlesung (PF) - 2 TWS)
	13532	Betriebsfestigkeit (Übung (PF) - 1 TWS)

Modulverantwortlicher Prof. Dr.-Ing. habil. Hans-Joachim Gudladt

Inhalt

In diesem Modul erhalten die Studierenden eine Übersicht über experimentelle und rechnerische Methoden zur Bestimmung des Schädigungsverhaltens von Strukturwerkstoffen, die einer betriebsnahen Beanspruchung ausgesetzt waren.

Den Studenten wird eine Übersicht über das grundsätzliche Schädigungsverhalten von Strukturwerkstoffen der Luft- und Raumfahrt vermittelt. Dabei werden sogenannte Lastkollektive generiert, die eine betriebsnahe Beanspruchung simulieren, der das Bauteil ausgesetzt ist. Die Lastkollektive werden in Bezug auf ihren Schädigungsgrad quantifiziert. In vielen Fällen wird als Schädigungsgröße der Schwingungsriss im Material charakterisiert. Mit Hilfe geeigneter Detektionsverfahren werden diese Risse im Bauteil erkannt und ihre weitere Entwicklung beobachtet. Geeignete, z. T. lineare Schadensakkumulationsverfahren (Palmgren/Miner) ermöglichen es, das Schädigungsverhalten rechnerisch zu erfassen und entsprechende Restlebensdauer-Werte zu bestimmen. Mit Hilfe des „örtlichen Konzeptes“ und unter Verwendung des „Spannungintegral-Konzeptes“ lassen sich letztendlich Lebensdauervorhersagen für beliebige Bauteilgeometrien durchführen. Die Bewertung beruht auf statistischen Grundlagen, die im Rahmen der Vorlesung unter dem Aspekt der Lebensdauervorhersage vermittelt werden.

- Qualifikationsziele**
- Die Studierenden sind nach erfolgreichem Bestehen des Moduls befähigt, einfache Bauteile in Bezug auf ihr Schädigungsverhalten zu beurteilen und in Kombination mit dem Modul „statische und dynamische Beanspruchung von Bauteilen“ für betriebsnah vorgeschädigte Proben durch entsprechende Berechnungsverfahren Restlebensdauerwerte zu bestimmen.
 - Die Studenten werden damit in die Lage versetzt, Vorgaben für die Kontrolle und Einsatzbewertung hochbeanspruchter bauteilnaher Proben durchzuführen. Diese Fertigkeiten sind unabdingbar, um geeignete Sicherheitskonzepte in der Luft- und Raumfahrt und dem Fahrzeugbaus umzusetzen.

Voraussetzungen	Es wird das Bachelor-Studium von LRT sowie das Modul statische und dynamische Beanspruchung von Werkstoffen vorausgesetzt.
Verwendbarkeit	Das erworbene Wissen ist Voraussetzung für materialwissenschaftliche Untersuchungen und Entwicklung neuer Werkstoffe auf sämtlichen Gebieten der Luft- und Raumfahrttechnik. Das Modul findet Anwendung in weiteren Lehrveranstaltungen, wie z.B. im Bereich Leichtbau/Strukturen.
Leistungsnachweis	Schriftliche Prüfung 60 Minuten oder mündliche Prüfung 30 Minuten
Literatur	<ul style="list-style-type: none">• Haibach E.: Betriebsfestigkeit . Verfahren und Daten zur Bauteilbewertung. Düsseldorf: VDI-Verlag GmbH, 1989.• Buxbaum O.: Betriebsfestigkeit - Sichere und wirtschaftliche Bemessung schwingbruchgefährdeter Bauteile. Düsseldorf: Verlag Stahleisen mbH., 1988.• Schwalbe K-H.: Bruchmechanik metallischer Werkstoffe, München, Wien: Carl Hanser-Verlag, 1980.
Dauer und Häufigkeit	Das Modul dauert ein Trimester, es findet im Herbsttrimester des 1. Master-Studienjahres statt.

Modul 1335 Beurteilung/Ertüchtigung historischer Tragwerke

zugeordnet zu: Wahlpflichtmodule Vertiefungsrichtung: Extreme Environment Technologies

Studiengang:	Mathematical Engineering	Modultyp:	Wahlpflicht
Workload gesamt (h):	150 Stunden	ECTS-Punkte:	5
-> Präsenzzeit (h):	84 Stunden	TWS:	6 Stunden
-> Selbststudium (h):	66 Stunden		

Modulbestandteile	13351	Beurteilung und Ertüchtigung historischer Tragwerke (Vorlesung (PF) - 2 TWS)
	13352	Beurteilung und Ertüchtigung historischer Tragwerke (Übung (PF) - 2 TWS)
	13353	Beurteilung und Ertüchtigung historischer Tragwerke (Praktikum (PF) - 2 TWS)

Modulverantwortlicher Prof. Dr.-Ing. Stefan Holzer

Inhalt

Tragwerke, die mehr als ca. 60-80 Jahre alt sind, sind als historische Tragwerke anzusprechen. Ein großer Teil der Infrastruktur Europas besteht aus historischen Tragwerken. Für solche Tragwerke existieren meist keine zuverlässigen Planunterlagen, so dass die erste Aufgabe in der Dokumentation der Konstruktion und ihres Ist-Zustandes liegt. Zur Beurteilung historischer Tragwerke ist Hintergrundwissen über deren Konstruktion unabdingbar. Die Vorlesung behandelt die Konstruktionsarten historischer Holztragwerke (Systeme und deren Entwicklungsgeschichte, zimmermannsmäßige Anschlüsse, historische Verbindungsmittel), die Konstruktion gewölbter Strukturen (Gewölbe und Kuppeln im Hochbau: Naturstein-, Backstein- und Holzgewölbe; gewölbte Brücken) und die Konstruktion historischer Mauerwerkswände und Gründungen. Die Materialeigenschaften historischer Werkstoffe sind ebenfalls Gegenstand der Vorlesung.

Historische Tragwerke verdanken ihre Konstruktion nicht allein statischen Überlegungen, sondern sind stark durch die Randbedingungen des historischen Bauprozesses bedingt (keine Verfügbarkeit starker Hebezeuge, Notwendigkeit von Arbeitsplattformen, langsame Erhärtung historischer Mörtel, bauzeitliche Verformungen, leichtere Bearbeitbarkeit schlagfrischen Holzes, usw.). Daher handelt es sich oft um Tragwerke mit uneindeutiger Tragwirkung, so dass eine geeignete statische Modellbildung zur Schnittgrößenermittlung und Standsicherheitsbeurteilung schwieriger ist als bei modernen, ingenieurmäßig geplanten Tragwerken mit klaren Anschlüssen und statischen Systemen. In den Vorlesungen und in der Übung werden Techniken der statischen Modellbildung - mit Schwerpunkten bei zimmermannsmäßigen Holzkonstruktionen und bei gemauerten Bögen und Gewölben - vorgeführt und exemplarisch auf konkrete Beispiele angewendet.

Zur Standsicherheitsbeurteilung historischer Tragwerke gehört auch die Analyse der Schadens- und Reparaturgeschichte, um Schadensursachen erkennen zu können und eine Aussage über die zeitliche

Entwicklung der Standsicherheit treffen zu können. Speziell im denkmalgeschützten Kontext (historische Baudenkmäler) unterliegen Reparatur- und Ertüchtigungsmaßnahmen speziellen Randbedingungen, die in der Lehrveranstaltung anhand konkreter Objekte und aktueller Sanierungsmaßnahmen erläutert werden.

Grundprinzip der Lehrveranstaltung ist das Motto "Theoria cum praxi": Die Lehre findet nicht allein anhand von Fotos und Abbildungen im Hörsaal statt, sondern auch vor Ort am konkreten historischen Objekt, das im Rahmen der Lehrveranstaltung auch "in die Hand genommen" wird: Das Praktikum umfasst gegen Beginn des Trimesteres eine Exkursion zu beispielhaften historischen Tragwerken. Es folgt das Aufmaß eines Teiles eines historischen Tragwerks (2-3 halbe Tage, 35-km-Radius um die Universität). Im Nachgang dazu sind die entwicklungsgeschichtliche Einordnung, die Aufschlüsselung der Schadens- und Reparaturgeschichte, die zerstörungsfreie Materialprüfung und Zustandskartierung bis hin zur statischen Berechnung durchzuführen.

Als Resultat des Praktikums, welches in Kleingruppen (je 3-4 Studierende, je 2-3 Kleingruppen gleichzeitig je Objekt) durchgeführt und betreut wird, haben die Studierenden Pläne, eine kleine Baudokumentation (Text und Fotos) und Berechnungen als Gruppenleistung vorzulegen. Die Prüfung findet als mündliche Prüfung entweder in einem historischen Bauwerk oder an der Universität statt. Dabei haben die Studierenden zu dem realen Tragwerk oder zu konkreten Belegstücken aus solchen Konstruktionen Aussagen zu treffen. Alternativ kann eine schriftliche Prüfung von 90 min. Dauer angesetzt werden (Mitteilung über Art der Prüfung am Beginn des Trimesters).

Qualifikationsziele

Fähigkeit zur Beurteilung historischer Konstruktionen, besonders hinsichtlich Schäden, Tragverhalten und Standsicherheit. Kenntnis historischer Tragwerksformen. Methodenwissen: Aufmaß historischer Tragwerke, Zustandskartierung, zerstörungsfreie Prüfverfahren für historische Konstruktionen. Fähigkeit zur statischen Modellbildung und Analyse von historischen Holz- und Mauerwerkskonstruktionen (Statik zimmermannsmäßiger Holzkonstruktionen, Gewölbestatik). Kenntnis der Grundprinzipien der Ertüchtigung im Kontext des Denkmalschutzes. Fähigkeit zum Dialog mit Denkmalpflegern, Restauratoren und Nutzern historischer Bauwerke.

Voraussetzungen

Kenntnisse im Konstruktiven Ingenieurbau, in Baustatik und Baumechanik; grundlegende Fertigkeit im Zeichnen.

Leistungsnachweis

- Teilnahmeschein des Praktikums
- Schriftliche Prüfung 90 Minuten oder mündliche Prüfung 30 Minuten

Dauer und Häufigkeit

Das Modul dauert 1 Trimester.
Das Modul beginnt jedes Studienjahr jeweils im Frühjahrstrimester.

Modul 1846 Biomedizinische Informationstechnik 1

zugeordnet zu: Wahlpflichtmodule Vertiefungsrichtung: Extreme Environment Technologies

Studiengang:	Mathematical Engineering	Modultyp:	Wahlpflicht
Workload gesamt (h):	150 Stunden	ECTS-Punkte:	5
-> Präsenzzeit (h):	48 Stunden	TWS:	4 Stunden
-> Selbststudium (h):	102 Stunden		

Modulbestandteile	18461	Biosignal-Messtechnik (Praktikum (PF) - 2 TWS)
	18462	Biosignalverarbeitung (Vorlesung (WP) - 2 TWS)
	18463	Modellierung menschlichen Verhaltens in Informationssystemen (Vorlesung (WP) - 2 TWS)
	18464	Konzepte von Fahrerassistenzsystemen (Vorlesung (WP) - 2 TWS)

Modulverantwortlicher Priv.-Doz. Dr.-Ing. Gerhard Staude

Inhalt

Die Module Biomedizinische Informationstechnik 1 bis 3 erlauben einen Blick über den eigenen Gartenzaun hinaus und zeigen Möglichkeiten auf, das in den Grundlagenmodulen erworbene Ingenieurs-Know-How in den Bereichen Medizin, Life-Sciences und Mensch-Maschine-Interaktion einzusetzen. Das studentenzentrierte aktive Erleben der vermittelten Inhalte steht dabei im Mittelpunkt.

In den zugehörigen Lehrveranstaltungen werden wesentliche Problemfelder der Biomedizinischen Informationstechnik mit Fokus auf die zuverlässige Registrierung, Verarbeitung und Interpretation biomedizinischer Signale besprochen und anhand von Beispielen aus der Praxis illustriert. Zentrales Element ist die Lehrveranstaltung Biosignal-Messtechnik, die wahlweise durch eine (Biomedizinische Informationstechnik 1, 5 ECTS), zwei (Biomedizinische Informationstechnik 2, 8 ECTS) oder alle (Biomedizinische Informationstechnik 3, 11 ECTS) der drei zur Auswahl stehenden weiterführenden Lehrveranstaltungen

- Biosignalverarbeitung
- Modellierung menschlichen Verhaltens in Informationssystemen
- Konzepte von Fahrerassistenzsystemen

weiter vertieft wird. Das Modul Biomedizinische Informationstechnik 1 umfasst die Lehrveranstaltung Biosignal-Messtechnik sowie eine der drei weiterführenden Veranstaltungen.

Die Inhalte der Lehrveranstaltungen im Einzelnen:

a) Lehrveranstaltung Biosignal-Messtechnik (PD Dr. Staude)

In verschiedenen Lehrereinheiten wird die Erfassung und Verarbeitung biologischer Signale unter Verwendung des Biopac-Student-Lab (www.biopac.com), der PhysioNet-Datenbank und MATLAB demonstriert. Teams von jeweils drei Studenten führen Messungen sowie Auswertungen selbständig durch und erarbeiten so die einzelnen Lek-

tionen in weitgehend freier Zeiteinteilung. In gemeinsamen Seminarveranstaltungen werden charakteristische Eigenschaften biologischer Signale erörtert und Techniken zur zuverlässigen Signalregistrierung erarbeitet. Schwerpunkte der Lehrveranstaltung sind:

- Überblick und Definition biomedizinischer Signale
- Anwendungsbeispiele aus Medizin, Biowissenschaften und Ambient-Assisted Living
- Physiologische Grundlagen biologischer Signalquellen
- Sensortechnik und Signalregistrierung
- Sicherheitstechnische Aspekte

b) Lehrveranstaltung Biosignalverarbeitung (PD Dr. Staude)

In der Lehrveranstaltung werden Aspekte der optimalen Signalaufbereitung und Digitalisierung erörtert und ausgewählte Methoden der Biosignalverarbeitung vorgestellt, die die Studierenden dann in einer MATLAB-Umgebung implementieren und auf ihre gemessenen Signale anwenden. Schwerpunkte der Lehrveranstaltung sind:

- Grundlagen der digitalen Signaldarstellung im Zeit- und Spektralbereich
- Signalaufbereitung und -vorverarbeitung
- Lineare und Nichtlineare Methoden zur Signalanalyse und Merkmalsextraktion
- Überwachungs- und Algorithmen
- Mustererkennung und Diagnoseunterstützung
- Kontextadaptive Strategien
- Expertensysteme und Künstliche Intelligenz

c) Lehrveranstaltung Modellierung menschlichen Verhaltens in Informationssystemen (Dr.-Ing. Michael Dambier)

Die Lehrveranstaltung befasst sich mit Konzepten der menschlichen Informationsverarbeitung und der menschlichen Physiologie und deren Abbildung in Informationssystemen. Ausgehend von Beispielen der Fahrermodellierung und der Modellierung menschlichen Verhaltens in Sicherheitssystemen werden grundlegende Modellierungsprinzipien und -vorgehensweisen erläutert. Die informationstechnischen Verfahren werden in den Beispieldomänen um menschliche Verhaltensaspekte erweitert. Schwerpunkte der Vorlesung sind:

- Grundlagen der Modellierung
- „Funktionsweise“ des Menschen
- Sensortechnologie
- Modellierung des Menschen als Regelement
- Modellierung von menschlichem Verhalten in Sicherheitssystemen

d) Lehrveranstaltung Konzepte von Fahrerassistenzsystemen (Dr. rer. nat. Dietrich Manstetten)

Die Lehrveranstaltung konzentriert sich auf den Kontext der Rolle des Menschen in der Fahrzeugführung und die zur Unterstützung dieser Aufgabe entwickelten technischen Systeme. Aktuelle Fahrerassistenzsysteme (Elektronisches Stabilitäts Programm ESP, Adaptive Cruise Control ACC, Notbremssysteme, Spurhalteunterstützung, Nachsichtsysteme) werden aus Unfallforschung und Verkehrstheorie mo-

tiviert und im Detail erläutert. Die Implikationen für die sich ändernde Rolle des Fahrers werden dargestellt und anhand von informationstechnischen Technologien der Mensch-Maschine-Schnittstelle bzw. der Fahrerzustandserkennung konkretisiert. Schwerpunktthemen der Vorlesung sind:

- Aufgaben der Fahrzeugführung
- Beispiele für Fahrerassistenzsysteme
- Unfallforschung und Verkehrstheorie
- Umfelderkennung und Sensortechnologie
- Gestaltung der Mensch-Maschine Schnittstelle
- Ermittlung des Fahrerzustandes
- Modellierung des Fahrerverhaltens
- Systemtest mit Fahrsimulatoren und auf Teststrecken
- Der Weg zum Autonomen Fahren

Qualifikationsziele

Die Studierenden sollen im Rahmen des Moduls Biomedizinische Informationstechnik 1 folgende Kernkompetenzen erwerben:

- Grundlegendes methodisches Wissen zur zuverlässigen Registrierung und sicheren Verarbeitung biologischer Signale
- Kenntnis wesentlicher Eigenschaften, Besonderheiten und Anwendungsaspekte ausgewählter Biosignale wie EKG, EEG, EMG
- Fähigkeit zur interdisziplinären Umsetzung von Ingenieurwissen in den Bereichen Medizin, Biowissenschaften und Mensch-Maschine-Interaktion
- Sicherheit im selbständigen Erarbeiten von Problemlösungen im Team

Voraussetzungen

- Bereitschaft zur eigenmotivierten aktiven Mitarbeit in kleinen Teams
- Wegen der studentenzentrierten Ausrichtung muss die Teilnehmerzahl für diese Veranstaltung auf 21 beschränkt werden

Verwendbarkeit

- Wahlpflichtmodul für alle Vertiefungsrichtungen der Studiengänge Elektrotechnik und Informationstechnik (M. Sc.) und Mathematical Engineering (M. Sc.) sowie Informatik (M. Sc.) mit Anwendungsfach Elektrotechnik
- Vorbereitung von Masterarbeiten auf dem Gebiet der Biomedizinischen Informationstechnik

Hinweis: Das Modul ist nur dann verwendbar, wenn keine der zugehörigen Lehrveranstaltungen im Rahmen eines anderen Moduls eingebracht wird!

Leistungsnachweis

- Jährlich werden zwei Termine angeboten, an denen alle Teilveranstaltungen des Moduls gemeinsam geprüft werden. Voraussetzung für die Zulassung zur Prüfung ist die regelmäßige Bearbeitung der

Biosignal-Messtechnik Lehreinheiten im Labor mit Abgabe der Messprotokolle sowie, bei Belegung der Lehrveranstaltung Modellierung menschlichen Verhaltens in Informationssystemen, die Bearbeitung einer Hausaufgabe mit abschließender Ergebnispräsentation.

- Für das Modul Biomedizinische Informationstechnik 1 ist eine schriftliche Prüfung von 40 Minuten Dauer (sP-40) vorgesehen. Die Prüfungsergebnisse zur Lehrveranstaltung Biosignal-Messtechnik und der gewählten weiterführenden Lehrveranstaltung gehen zu gleichen Teilen in die Modulnote ein. Die Modulprüfung ist bestanden, wenn jeder in die Modulnote eingehenden Lehrveranstaltungen mindestens mit „ausreichend“ (4.0) bewertet wurde.

Sonstige Bemerkungen

- Die Lehreinheiten des Praktikums Biosignal-Messtechnik werden von den Studierenden in weitgehend freier Zeiteinteilung aktiv im Versuchslabor erarbeitet.
- Die Lehrveranstaltungen Modellierung menschlichen Verhaltens in Informationssystemen und Konzepte von Fahrerassistenzsystemen werden in Absprache jeweils zu Blöcken zusammengefasst

Literatur

Biosignalverarbeitung:

Rangaraj M. Rangayyan: Biomedical Signal Analysis: A Case-Study Approach, Wiley-IEEE Press, 2002

Moody GB, Mark RG, Goldberger AL: PhysioNet: A Web-Based Resource for the Study of Physiologic Signals, Engineering in Medicine and Biology Magazine, Vol 20/3, pp. 70-75, 2001

Wolfgang Schweizer: MATLAB kompakt. 3. Auflage. München, Oldenbourg Verlag, 2008

Modellierung menschlichen Verhaltens in Informationssystemen:

H. J. Bungartz, S. Zimmer, M. Buchholz, D. Pflüger, „Modellbildung und Simulation - Eine anwendungsorientierte Einführung“. Verlag Springer, 2009.

B. Schneider, „Die Simulation menschlichen Panikverhaltens - Ein Agenten-basierter Ansatz“. Verlag Vieweg&Teubner, Wiesbaden, 2011.

Konzepte von Fahrerassistenzsystemen:

H. Winner, S. Hakuli, G. Wolf , „Handbuch Fahrerassistenzsysteme: Grundlagen, Komponenten und Systeme für aktive Sicherheit und Komfort“. Verlag Vieweg&Teubner, 2009

Dauer und Häufigkeit

- Das Modul dauert 2 Trimester.
- Das Modul beginnt jedes Studienjahr jeweils im Wintertrimester.

Modul 1847 Biomedizinische Informationstechnik 2

zugeordnet zu: Wahlpflichtmodule Vertiefungsrichtung: Extreme Environment Technologies

Studiengang:	Mathematical Engineering	Modultyp:	Wahlpflicht
Workload gesamt (h):	240 Stunden	ECTS-Punkte:	8
-> Präsenzzeit (h):	72 Stunden	TWS:	6 Stunden
-> Selbststudium (h):	168 Stunden		

Modulbestandteile	18461	Biosignal-Messtechnik (Praktikum (PF) - 2 TWS)
	18462	Biosignalverarbeitung (Vorlesung (WP) - 2 TWS)
	18463	Modellierung menschlichen Verhaltens in Informationssystemen (Vorlesung (WP) - 2 TWS)
	18464	Konzepte von Fahrerassistenzsystemen (Vorlesung (WP) - 2 TWS)

Modulverantwortlicher Priv.-Doz. Dr.-Ing. Gerhard Staude

Inhalt

Die Module Biomedizinische Informationstechnik 1 bis 3 erlauben einen Blick über den eigenen Gartenzaun hinaus und zeigen Möglichkeiten auf, das in den Grundlagenmodulen erworbene Ingenieurs-Know-How in den Bereichen Medizin, Life-Sciences und Mensch-Maschine-Interaktion einzusetzen. Das studentenzentrierte aktive Erleben der vermittelten Inhalte steht dabei im Mittelpunkt.

In den zugehörigen Lehrveranstaltungen werden wesentliche Problemfelder der Biomedizinischen Informationstechnik mit Fokus auf die zuverlässige Registrierung, Verarbeitung und Interpretation biomedizinischer Signale besprochen und anhand von Beispielen aus der Praxis illustriert. Zentrales Element ist die Lehrveranstaltung Biosignal-Messtechnik, die wahlweise durch eine (Biomedizinische Informationstechnik 1, 5 ECTS), zwei (Biomedizinische Informationstechnik 2, 8 ECTS) oder alle (Biomedizinische Informationstechnik 3, 11 ECTS) der drei zur Auswahl stehenden weiterführenden Lehrveranstaltungen

- Biosignalverarbeitung
- Modellierung menschlichen Verhaltens in Informationssystemen
- Konzepte von Fahrerassistenzsystemen

weiter vertieft wird. Das Modul Biomedizinische Informationstechnik 2 umfasst die Lehrveranstaltung Biosignal-Messtechnik sowie zwei der drei weiterführenden Veranstaltungen.

Die Inhalte der Lehrveranstaltungen im Einzelnen:

a) Lehrveranstaltung Biosignal-Messtechnik (PD Dr. Staude)

In verschiedenen Lehreinheiten wird die Erfassung und Verarbeitung biologischer Signale unter Verwendung des Biopac-Student-Lab (www.biopac.com), der PhysioNet-Datenbank und MATLAB demonstriert. Teams von jeweils drei Studenten führen Messungen sowie Auswertungen selbständig durch und erarbeiten so die einzelnen Lek-

tionen in weitgehend freier Zeiteinteilung. In gemeinsamen Seminarveranstaltungen werden charakteristische Eigenschaften biologischer Signale erörtert und Techniken zur zuverlässigen Signalregistrierung erarbeitet. Schwerpunkte der Lehrveranstaltung sind:

- Überblick und Definition biomedizinischer Signale
- Anwendungsbeispiele aus Medizin, Biowissenschaften und Ambient-Assisted Living
- Physiologische Grundlagen biologischer Signalquellen
- Sensortechnik und Signalregistrierung
- Sicherheitstechnische Aspekte

b) Lehrveranstaltung Biosignalverarbeitung (PD Dr. Staudé)

In der Lehrveranstaltung werden Aspekte der optimalen Signalaufbereitung und Digitalisierung erörtert und ausgewählte Methoden der Biosignalverarbeitung vorgestellt, die die Studierenden dann in einer MATLAB-Umgebung implementieren und auf ihre gemessenen Signale anwenden. Schwerpunkte der Lehrveranstaltung sind:

- Grundlagen der digitalen Signaldarstellung im Zeit- und Spektralbereich
- Signalaufbereitung und -vorverarbeitung
- Lineare und Nichtlineare Methoden zur Signalanalyse und Merkmalsextraktion
- Überwachungs- und Algorithmen
- Mustererkennung und Diagnoseunterstützung
- Kontextadaptive Strategien
- Expertensysteme und Künstliche Intelligenz

c) Lehrveranstaltung Modellierung menschlichen Verhaltens in Informationssystemen (Dr.-Ing. Michael Dambier)

Die Lehrveranstaltung befasst sich mit Konzepten der menschlichen Informationsverarbeitung und der menschlichen Physiologie und deren Abbildung in Informationssystemen. Ausgehend von Beispielen der Fahrermodellierung und der Modellierung menschlichen Verhaltens in Sicherheitssystemen werden grundlegende Modellierungsprinzipien und -vorgehensweisen erläutert. Die informationstechnischen Verfahren werden in den Beispieldomänen um menschliche Verhaltensaspekte erweitert. Schwerpunkte der Vorlesung sind:

- Grundlagen der Modellierung
- „Funktionsweise“ des Menschen
- Sensortechnologie
- Modellierung des Menschen als Regelement
- Modellierung von menschlichem Verhalten in Sicherheitssystemen

d) Lehrveranstaltung Konzepte von Fahrerassistenzsystemen (Dr. rer. nat. Dietrich Manstetten)

Die Lehrveranstaltung konzentriert sich auf den Kontext der Rolle des Menschen in der Fahrzeugführung und die zur Unterstützung dieser Aufgabe entwickelten technischen Systeme. Aktuelle Fahrerassistenzsysteme (Elektronisches Stabilitäts Programm ESP, Adaptive Cruise Control ACC, Notbremssysteme, Spurhalteunterstützung, Nachsichtsysteme) werden aus Unfallforschung und Verkehrstheorie mo-

tiviert und im Detail erläutert. Die Implikationen für die sich ändernde Rolle des Fahrers werden dargestellt und anhand von informationstechnischen Technologien der Mensch-Maschine-Schnittstelle bzw. der Fahrerzustandserkennung konkretisiert. Schwerpunkthemen der Vorlesung sind:

- Aufgaben der Fahrzeugführung
- Beispiele für Fahrerassistenzsysteme
- Unfallforschung und Verkehrstheorie
- Umfelderkennung und Sensortechnologie
- Gestaltung der Mensch-Maschine Schnittstelle
- Ermittlung des Fahrerzustandes
- Modellierung des Fahrerverhaltens
- Systemtest mit Fahrsimulatoren und auf Teststrecken
- Der Weg zum Autonomen Fahren

Qualifikationsziele

Die Studierenden sollen im Rahmen des Moduls Biomedizinische Informationstechnik 2 folgende Kernkompetenzen erwerben:

- Grundlegendes methodisches Wissen zur zuverlässigen Registrierung und sicheren Verarbeitung biologischer Signale
- Kenntnis wesentlicher Eigenschaften, Besonderheiten und Anwendungsaspekte ausgewählter Biosignale wie EKG, EEG, EMG
- Fähigkeit zur interdisziplinären Umsetzung von Ingenieurwissen in den Bereichen Medizin, Biowissenschaften und Mensch-Maschine-Interaktion
- Sicherheit im selbständigen Erarbeiten von Problemlösungen im Team

Voraussetzungen

- Bereitschaft zur eigenmotivierten aktiven Mitarbeit in kleinen Teams
- Wegen der studentenzentrierten Ausrichtung muss die Teilnehmerzahl für diese Veranstaltung auf 21 beschränkt werden.

Verwendbarkeit

- Wahlpflichtmodul für alle Vertiefungsrichtungen der Studiengänge Elektrotechnik und Informationstechnik (M. Sc.) und Mathematical Engineering (M. Sc.) sowie Informatik (M. Sc.) mit Anwendungsfach Elektrotechnik
- Vorbereitung von Masterarbeiten auf dem Gebiet der Biomedizinischen Informationstechnik

Hinweis: Das Modul ist nur dann verwendbar, wenn keine der zugehörigen Lehrveranstaltungen im Rahmen eines anderen Moduls eingebracht wird!

Leistungsnachweis

- Jährlich werden zwei Termine angeboten, an denen alle Teilveranstaltungen des Moduls gemeinsam geprüft werden. Voraussetzung für die Zulassung zur Prüfung ist die regelmäßige Bearbeitung der Biosignal-Messtechnik Lehreinheiten im Labor mit Abgabe der Messprotokolle sowie, bei Belegung der Lehrveranstaltung Modellierung menschlichen Verhaltens in Informationssystemen, die Bearbeitung einer Hausaufgabe mit abschließender Ergebnispräsentation.
- Für das Modul Biomedizinische Informationstechnik 2 ist eine schriftliche Prüfung von 60 Minuten Dauer (sP-60) vorgesehen. Die Prüfungsergebnisse zur Lehrveranstaltung Biosignal-Messtechnik und der gewählten beiden weiterführenden Lehrveranstaltungen gehen zu gleichen Teilen in die Modulnote ein. Die Modulprüfung ist bestanden, wenn jede der in die Modulnote eingehenden Lehrveranstaltungen mindestens mit „ausreichend“ (4.0) bewertet wurde.

Sonstige Bemerkungen

- Die Lehreinheiten des Praktikums Biosignal-Messtechnik werden von den Studierenden in weitgehend freier Zeiteinteilung aktiv im Versuchslabor erarbeitet.
- Die Lehrveranstaltungen Modellierung menschlichen Verhaltens in Informationssystemen und Konzepte von Fahrerassistenzsystemen werden in Absprache jeweils zu Blöcken zusammengefasst.

Literatur

Biosignalverarbeitung:

Rangaraj M. Rangayyan: Biomedical Signal Analysis: A Case-Study Approach, Wiley-IEEE Press, 2002

Moody GB, Mark RG, Goldberger AL: PhysioNet: A Web-Based Resource for the Study of Physiologic Signals, Engineering in Medicine and Biology Magazine, Vol 20/3, pp. 70-75, 2001

Wolfgang Schweizer: MATLAB kompakt. 3. Auflage. München, Oldenbourg Verlag, 2008

Modellierung menschlichen Verhaltens in Informationssystemen:

H. J. Bungartz, S. Zimmer, M. Buchholz, D. Pflüger, „Modellbildung und Simulation - Eine anwendungsorientierte Einführung“. Verlag Springer, 2009.

B. Schneider, „Die Simulation menschlichen Panikverhaltens - Ein Agenten-basierter Ansatz“. Verlag Vieweg&Teubner, Wiesbaden, 2011.

Konzepte von Fahrerassistenzsystemen:

H. Winner, S. Hakuli, G. Wolf, „Handbuch Fahrerassistenzsysteme: Grundlagen, Komponenten und Systeme für aktive Sicherheit und Komfort“. Verlag Vieweg&Teubner, 2009

Dauer und Häufigkeit

- Das Modul dauert 2 Trimester.
- Das Modul beginnt jedes Studienjahr jeweils im Wintertrimester

Modul 1848 Biomedizinische Informationstechnik 3

zugeordnet zu: Wahlpflichtmodule Vertiefungsrichtung: Extreme Environment Technologies

Studiengang:	Mathematical Engineering	Modultyp:	Wahlpflicht
Workload gesamt (h):	330 Stunden	ECTS-Punkte:	11
-> Präsenzzeit (h):	96 Stunden	TWS:	8 Stunden
-> Selbststudium (h):	234 Stunden		

Modulbestandteile	18461	Biosignal-Messtechnik (Praktikum (PF) - 2 TWS)
	18462	Biosignalverarbeitung (Vorlesung (WP) - 2 TWS)
	18463	Modellierung menschlichen Verhaltens in Informationssystemen (Vorlesung (WP) - 2 TWS)
	18464	Konzepte von Fahrerassistenzsystemen (Vorlesung (WP) - 2 TWS)

Modulverantwortlicher Priv.-Doz. Dr.-Ing. Gerhard Staude

Inhalt

Die Module Biomedizinische Informationstechnik 1 bis 3 erlauben einen Blick über den eigenen Gartenzaun hinaus und zeigen Möglichkeiten auf, das in den Grundlagenmodulen erworbene Ingenieurs-Know-How in den Bereichen Medizin, Life-Sciences und Mensch-Maschine-Interaktion einzusetzen. Das studentenzentrierte aktive Erleben der vermittelten Inhalte steht dabei im Mittelpunkt.

In den zugehörigen Lehrveranstaltungen werden wesentliche Problemfelder der Biomedizinischen Informationstechnik mit Fokus auf die zuverlässige Registrierung, Verarbeitung und Interpretation biomedizinischer Signale besprochen und anhand von Beispielen aus der Praxis illustriert. Zentrales Element ist die Lehrveranstaltung Biosignal-Messtechnik, die wahlweise durch eine (Biomedizinische Informationstechnik 1, 5 ECTS), zwei (Biomedizinische Informationstechnik 2, 8 ECTS) oder alle (Biomedizinische Informationstechnik 3, 11 ECTS) der drei zur Auswahl stehenden weiterführenden Lehrveranstaltungen

- Biosignalverarbeitung
- Modellierung menschlichen Verhaltens in Informationssystemen
- Konzepte von Fahrerassistenzsystemen

weiter vertieft wird. Das Modul Biomedizinische Informationstechnik 3 umfasst die Lehrveranstaltung Biosignal-Messtechnik sowie alle drei weiterführenden Veranstaltungen.

Die Inhalte der Lehrveranstaltungen im Einzelnen:

a) Lehrveranstaltung Biosignal-Messtechnik (PD Dr. Staude)

In verschiedenen Lehreinheiten wird die Erfassung und Verarbeitung biologischer Signale unter Verwendung des Biopac-Student-Lab (www.biopac.com), der PhysioNet-Datenbank und MATLAB demonstriert. Teams von jeweils drei Studenten führen Messungen sowie Auswertungen selbständig durch und erarbeiten so die einzelnen Lek-

tionen in weitgehend freier Zeiteinteilung. In gemeinsamen Seminarveranstaltungen werden charakteristische Eigenschaften biologischer Signale erörtert und Techniken zur zuverlässigen Signalregistrierung erarbeitet. Schwerpunkte der Lehrveranstaltung sind:

- Überblick und Definition biomedizinischer Signale
- Anwendungsbeispiele aus Medizin, Biowissenschaften und Ambient-Assisted Living
- Physiologische Grundlagen biologischer Signalquellen
- Sensortechnik und Signalregistrierung
- Sicherheitstechnische Aspekte

b) Lehrveranstaltung Biosignalverarbeitung (PD Dr. Staude)

In der Lehrveranstaltung werden Aspekte der optimalen Signalaufbereitung und Digitalisierung erörtert und ausgewählte Methoden der Biosignalverarbeitung vorgestellt, die die Studierenden dann in einer MATLAB-Umgebung implementieren und auf ihre gemessenen Signale anwenden. Schwerpunkte der Lehrveranstaltung sind:

- Grundlagen der digitalen Signaldarstellung im Zeit- und Spektralbereich
- Signalaufbereitung und -vorverarbeitung
- Lineare und Nichtlineare Methoden zur Signalanalyse und Merkmalsextraktion
- Überwachungs- und Algorithmen
- Mustererkennung und Diagnoseunterstützung
- Kontextadaptive Strategien
- Expertensysteme und Künstliche Intelligenz

c) Lehrveranstaltung Modellierung menschlichen Verhaltens in Informationssystemen (Dr.-Ing. Michael Dambier)

Die Lehrveranstaltung befasst sich mit Konzepten der menschlichen Informationsverarbeitung und der menschlichen Physiologie und deren Abbildung in Informationssystemen. Ausgehend von Beispielen der Fahrermodellierung und der Modellierung menschlichen Verhaltens in Sicherheitssystemen werden grundlegende Modellierungsprinzipien und -vorgehensweisen erläutert. Die informationstechnischen Verfahren werden in den Beispieldomänen um menschliche Verhaltensaspekte erweitert. Schwerpunkte der Vorlesung sind:

- Grundlagen der Modellierung
- „Funktionsweise“ des Menschen
- Sensortechnologie
- Modellierung des Menschen als Regelement
- Modellierung von menschlichem Verhalten in Sicherheitssystemen

d) Lehrveranstaltung Konzepte von Fahrerassistenzsystemen (Dr. rer. nat. Dietrich Manstetten)

Die Lehrveranstaltung konzentriert sich auf den Kontext der Rolle des Menschen in der Fahrzeugführung und die zur Unterstützung dieser Aufgabe entwickelten technischen Systeme. Aktuelle Fahrerassistenzsysteme (Elektronisches Stabilitäts Programm ESP, Adaptive Cruise Control ACC, Notbremssysteme, Spurhalteunterstützung, Nachsichtsysteme) werden aus Unfallforschung und Verkehrstheorie mo-

tiviert und im Detail erläutert. Die Implikationen für die sich ändernde Rolle des Fahrers werden dargestellt und anhand von informationstechnischen Technologien der Mensch-Maschine-Schnittstelle bzw. der Fahrerzustandserkennung konkretisiert. Schwerpunkthemen der Vorlesung sind:

- Aufgaben der Fahrzeugführung
- Beispiele für Fahrerassistenzsysteme
- Unfallforschung und Verkehrstheorie
- Umfelderkennung und Sensortechnologie
- Gestaltung der Mensch-Maschine Schnittstelle
- Ermittlung des Fahrerzustandes
- Modellierung des Fahrerverhaltens
- Systemtest mit Fahrsimulatoren und auf Teststrecken
- Der Weg zum Autonomen Fahren

Qualifikationsziele

Die Studierenden sollen im Rahmen des Moduls Biomedizinische Informationstechnik 3 folgende Kernkompetenzen erwerben:

- Grundlegendes methodisches Wissen zur zuverlässigen Registrierung und sicheren Verarbeitung biologischer Signale
- Kenntnis wesentlicher Eigenschaften, Besonderheiten und Anwendungsaspekte ausgewählter Biosignale wie EKG, EEG, EMG
- Fähigkeit zur interdisziplinären Umsetzung von Ingenieurwissen in den Bereichen Medizin, Biowissenschaften und Mensch-Maschine-Interaktion
- Sicherheit im selbständigen Erarbeiten von Problemlösungen im Team

Voraussetzungen

- Bereitschaft zur eigenmotivierten aktiven Mitarbeit in kleinen Teams
- Wegen der studentenzentrierten Ausrichtung muss die Teilnehmerzahl für diese Veranstaltung auf 21 beschränkt werden.

Verwendbarkeit

- Wahlpflichtmodul für alle Vertiefungsrichtungen der Studiengänge Elektrotechnik und Informationstechnik (M. Sc.) und Mathematical Engineering (M. Sc.) sowie Informatik (M. Sc.) mit Anwendungsfach Elektrotechnik
- Vorbereitung von Masterarbeiten auf dem Gebiet der Biomedizinischen Informationstechnik

Hinweis: Das Modul ist nur dann verwendbar, wenn keine der zugehörigen Lehrveranstaltungen im Rahmen eines anderen Moduls eingebracht wird!

Leistungsnachweis

- Jährlich werden zwei Termine angeboten, an denen alle Teilveranstaltungen des Moduls gemeinsam geprüft werden. Voraussetzung für die Zulassung zur Prüfung ist die regelmäßige Bearbeitung der

Biosignal-Messtechnik Lehreinheiten im Labor mit Abgabe der Messprotokolle sowie, bei Belegung der Lehrveranstaltung Modellierung menschlichen Verhaltens in Informationssystemen, die Bearbeitung einer Hausaufgabe mit abschließender Ergebnispräsentation.

- Für das Modul Biomedizinische Informationstechnik 3 ist eine schriftliche Prüfung von 80 Minuten Dauer (sP-80) vorgesehen. Die Prüfungsergebnisse aller vier Lehrveranstaltungen gehen zu gleichen Teilen in die Modulnote ein. Die Modulprüfung ist bestanden, wenn jeder der in die Modulnote eingehenden Lehrveranstaltungen mindestens mit „ausreichend“ (4.0) bewertet wurde.

Sonstige Bemerkungen

- Die Lehreinheiten des Praktikums Biosignal-Messtechnik werden von den Studierenden in weitgehend freier Zeiteinteilung aktiv im Versuchslabor erarbeitet.
- Die Lehrveranstaltungen Modellierung menschlichen Verhaltens in Informationssystemen und Konzepte von Fahrerassistenzsystemen werden in Absprache jeweils zu Blöcken zusammengefasst.

Literatur

Biosignalverarbeitung:

Rangaraj M. Rangayyan: Biomedical Signal Analysis: A Case-Study Approach, Wiley-IEEE Press, 2002

Moody GB, Mark RG, Goldberger AL: PhysioNet: A Web-Based Resource for the Study of Physiologic Signals, Engineering in Medicine and Biology Magazine, Vol 20/3, pp. 70-75, 2001

Wolfgang Schweizer: MATLAB kompakt. 3. Auflage. München, Oldenbourg Verlag, 2008

Modellierung menschlichen Verhaltens in Informationssystemen:

H. J. Bungartz, S. Zimmer, M. Buchholz, D. Pflüger, „Modellbildung und Simulation - Eine anwendungsorientierte Einführung“. Verlag Springer, 2009.

B. Schneider, „Die Simulation menschlichen Panikverhaltens - Ein Agenten-basierter Ansatz“. Verlag Vieweg&Teubner, Wiesbaden, 2011.

Konzepte von Fahrerassistenzsystemen:

H. Winner, S. Hakuli, G. Wolf , „Handbuch Fahrerassistenzsysteme: Grundlagen, Komponenten und Systeme für aktive Sicherheit und Komfort“. Verlag Vieweg&Teubner, 2009

Dauer und Häufigkeit

- Das Modul dauert 2 Trimester.
- Das Modul beginnt jedes Studienjahr jeweils im Wintertrimester.

Modul 1310 Brücken- und Ingenieurbau

zugeordnet zu: Wahlpflichtmodule Vertiefungsrichtung: Extreme Environment Technologies

Studiengang:	Mathematical Engineering	Modultyp:	Pflicht
Workload gesamt (h):	150 Stunden	ECTS-Punkte:	5
-> Präsenzzeit (h):	72 Stunden	TWS:	5 Stunden
-> Selbststudium (h):	78 Stunden		

Modulbestandteile	13101	Betonbrücken (Vorlesung (PF) - 1 TWS)
	13102	Betonbrücken (Übung (PF) - 1 TWS)
	13103	Grundlagen des Brückenbaus (Vorlesung (PF) - 1 TWS)
	13104	Stahl- und Verbundbrücken (Vorlesung (PF) - 1 TWS)
	13105	Stahl- und Verbundbrücken (Übung (PF) - 1 TWS)

Modulverantwortlicher Prof. Dr.-Ing. Manfred Keuser

Inhalt

Im Modul Brücken- und Ingenieurbau werden zunächst in der Vorlesung Grundlagen des Brückenbaus (Prof. Mangerig/Prof. Keuser) die unabhängig vom Werkstoff geltenden Grundlagen für die Planung und die Berechnung von Brücken gelegt. Themenschwerpunkte bilden dabei die Einwirkungen aus Straßen-, Eisenbahn- und Fußgängerverkehr, aus Zwang (Temperatur, Setzungen etc.) und die außergewöhnlichen Einwirkungen (Anprall, Erdbeben), der Entwurf und die Berechnung von Brücken, die Brückenausrüstung (Lager, Fahrbahnübergänge) und die Gestaltung von Brücken.

In weiterführenden Lehrveranstaltungen werden dann die besonderen Gegebenheiten bei Stahl- und Stahlverbundbrücken (Prof. Mangerig) sowie Betonbrücken (Prof. Keuser) vorgestellt und in Übungen vertieft. Dies betrifft sowohl die Berechnung der Brückentragwerke als auch die aus unterschiedlichen Bauverfahren (Takttschieben, Freivorbau, Lehrgerüst, Montage mit Kran und/oder mit Hilfsstützen) resultierenden statisch-konstruktiven Aspekte.

Qualifikationsziele

Im Modul Brücken- und Ingenieurbau erwerben die Studierenden die Grundkenntnisse in der Objekt- und Tragwerksplanung von Straßen-, Eisenbahn- und Geh- und Radwegbrücken. So sind sie in der Lage, aufbauend auf ihrem Grundlagenwissen einfache Brücken in Stahl-, Stahlverbund-, Stahlbeton- und Stahlbauweise planerisch und statisch-konstruktiv zu bearbeiten.

Voraussetzungen

Fundierte Grundkenntnisse in den Bereichen Statik, Werkstoffe und Bauchemie und konstruktiver Ingenieurbau (Stahlbau/Massivbau) sind Voraussetzung für eine erfolgreiche Teilnahme.

Verwendbarkeit

Das Modul ist Voraussetzung für das Modul Projekt Konstruktiver Ingenieurbau. Es bildet die Grundlage für eine Masterarbeit im Konstruktiven Ingenieurbau.

Leistungsnachweis

Schriftliche Prüfung 120 Minuten oder mündliche Prüfung 30 Minuten.

Dauer und Häufigkeit

Das Modul dauert 1 Trimester.
Das Modul beginnt jedes Studienjahr jeweils im Frühjahrstrimester.

Modul 1052 Chemische Thermodynamik

zugeordnet zu: Wahlpflichtmodule Vertiefungsrichtung: Extreme Environment Technologies

Studiengang:	Mathematical Engineering	Modultyp:	Pflicht
Workload gesamt (h):	150 Stunden	ECTS-Punkte:	5
-> Präsenzzeit (h):	48 Stunden	TWS:	4 Stunden
-> Selbststudium (h):	102 Stunden		

Modulbestandteile	10521	Chemische Thermodynamik (Vorlesung, Übung (PF) - 4 TWS)
-------------------	-------	--

Modulverantwortlicher	Prof. Dr.-Ing. Christian Mundt
-----------------------	--------------------------------

Inhalt	<p>Die Studierenden erwerben im Modul Chemische Thermodynamik das Wissen zur Thermodynamik chemischer Reaktionen in unterschiedlicher Zusammensetzung im Wesentlichen bezogen auf Gleichgewichtszustände.</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Die Studierenden erwerben Wissen über die Behandlung chemischer Umsetzungen sowohl in der Gasphase (homogen) als auch in mehrphasigen Gemischen (heterogen). 2. Ausgehend von einigen Grundlagenbetrachtungen (-> B.Sc. Vorlesung) werden beispielsweise folgende Gebiete behandelt: <ul style="list-style-type: none"> • Affinität, • Unterscheidung realer und idealer Systeme, • Exergie und • Mehrphasengleichgewichte. 3. Das erworbene Wissen wird durch die Anwendungen wie Verbrennungsvorgänge vertieft und durch kurze Betrachtungen zur Kinetik erweitert.
--------	--

Qualifikationsziele	<ol style="list-style-type: none"> 1) Die Studierenden können die Bedeutung der Chemischen Thermodynamik bei technischen Prozessen mit chemischen Umsetzungen hinsichtlich Machbarkeit, effizienter Prozessführung und Ökologie/Ökonomie erkennen. 2) Die Studierenden können für einfache Fälle quantitative Aussagen machen und komplexere abschätzen. 3) Die Studierenden erkennen die Bedeutung realer und idealer Betrachtungsweisen.
---------------------	---

Voraussetzungen	Der Besuch der Vorlesung „Grundlagen der chem. Thermodynamik“ (B.Sc.) wird empfohlen.
-----------------	---

Verwendbarkeit	Voraussetzung für wissenschaftliche Grundlagenuntersuchungen und angewandte Forschung und Entwicklung auf dem Gebiet.
----------------	---

Leistungsnachweis

Schriftliche Prüfung 75 Minuten oder Mündliche Prüfung 30 Minuten

Sonstige Bemerkungen

Dieses Modul kann auch als Munich-Aerospace-Partnermodul belegt werden.

Zuordnung zu den Studienschwerpunkten siehe Tabelle am Anfang des Dokumentes.

Dauer und Häufigkeit

Das Modul dauert ein Trimester, es findet im Herbsttrimester des 1. Master-Studienjahres statt.

Modul 1053 Computational Fluid Dynamics

zugeordnet zu: Wahlpflichtmodule Vertiefungsrichtung: Extreme Environment Technologies

Studiengang:	Mathematical Engineering	Modultyp:	Pflicht
Workload gesamt (h):	150 Stunden	ECTS-Punkte:	5
-> Präsenzzeit (h):	48 Stunden	TWS:	4 Stunden
-> Selbststudium (h):	102 Stunden		

Modulbestandteile	10531	Computational Fluid Dynamics (CFD) (Vorlesung (PF) - 2 TWS)
	10532	Computational Fluid Dynamics (CFD) (Übung (PF) - 2 TWS)

Modulverantwortlicher Prof. Dr.-Ing. habil. Markus Klein

Inhalt	<ul style="list-style-type: none"> • Beispiele von CFD Simulationen • Gittergenerierung, Gitter und ihre Eigenschaften • Behandlung inkompressibler Strömungen • Behandlung kompressibler Strömungen • Behandlung von turbulenten Strömungen (DNS, LES, DES, UR-ANS, Turbulenzmodelle) • Grundgleichungen der Fluidodynamik, Näherungen und mathematischer Charakter • Finite Differenzen Methode • Finite Volumen Methode • Zeitintegrationsverfahren für instationäre Strömungen • Eigenschaften finiter Approximationen • Lösungsverfahren für lineare Gleichungssysteme • Lösungsverfahren für die Navier-Stokes-Gleichungen inkompressibler Strömungen • Randbedingungen
--------	--

Qualifikationsziele	Die numerische Behandlung von strömungsmechanischen Problemstellungen ist für viele Bereiche der Luft- und Raumfahrt zu einem unentbehrlichen Standard-Werkzeug geworden. Die Vorlesung "Computational Fluid Dynamics (CFD)" macht die Studenten mit den Verfahren vertraut, mit denen sich der praktisch arbeitende Ingenieur konfrontiert sieht. Dazu gehören die eigentliche Berechnung inkompressibler und kompressibler Strömungen, sowie eine Einführung in die Theorie der Turbulenzmodellierung.
---------------------	--

Voraussetzungen	Kenntnisse in numerischer Mathematik (entsprechend den Inhalten des Bachelor- und Master-Moduls "Numerische Mathematik"). Vorlesung Strömungsmechanik.
-----------------	---

Verwendbarkeit	Das Modul kann in allen technisch orientierten Bereichen des LRT-Studiums verwendet werden.
Leistungsnachweis	Schriftliche Prüfung 75 Minuten (Hilfsmittel: selbst angefertigte Mitschrift aus der Vorlesung (1xDINA4 beidseitig beschrieben), kein Taschenrechner) oder mündliche Prüfung 30 Minuten (ohne Hilfsmittel)
Sonstige Bemerkungen	Zuordnung zu den Studienschwerpunkten siehe Tabelle am Anfang des Dokumentes.
Literatur	<ul style="list-style-type: none">• Blazek J.: Computational Fluid Dynamics: Principles and Applications. Elsevier, Amsterdam, 2001.• Ferziger J.H., Peric M.: Numerische Strömungsmechanik. Springer-Verlag, Berlin Heidelberg, 2007.• Hirsch Charles: Numerical Computation of Internal and External Flows. Vol. I&II. Butterworth Heinemann, 2007.• LeVeque Randall J.: Finite Volume Methods for Hyperbolic Problems. Cambridge Texts in Applied Mathematics. Cambridge University Press, 2002.
Dauer und Häufigkeit	Das Modul dauert ein Trimester, es findet im Herbsttrimester des 1. Master-Studienjahres statt.

Modul 1252 Digitale Bildverarbeitung

zugeordnet zu: Wahlpflichtmodule Vertiefungsrichtung: Extreme Environment Technologies

Studiengang:	Mathematical Engineering	Modultyp:	Pflicht
Workload gesamt (h):	150 Stunden	ECTS-Punkte:	5
-> Präsenzzeit (h):	60 Stunden	TWS:	5 Stunden
-> Selbststudium (h):	90 Stunden		

Modulbestandteile	12521	Digitale Bildverarbeitung (Vorlesung (PF) - 3 TWS)
	12522	Digitale Bildverarbeitung (Praktikum (PF) - 2 TWS)

Modulverantwortlicher Prof. Dr. techn. Christian Kargel

Inhalt

a.) Vorlesung „Digitale Bildverarbeitung“:

Bildgebende Mess-, Prüf- und Diagnoseverfahren sind heute bei einer Vielzahl von wissenschaftlichen und industriellen Applikationen unverzichtbar. Die Entwicklung, Implementierung und der praktische Einsatz sind ohne computergestützte (digitale) Verarbeitung undenkbar. Auch aus Kostengründen ist es notwendig, die bildgebenden Verfahren zunehmend rechnergestützt zu implementieren. Somit basieren die Visualisierung, Be- und Verarbeitung, Archivierung, Kompression und (Fern-)Übertragung von Bilddaten fast ausschließlich auf digitalen Verfahren. Hier werden in Erweiterung der herkömmlichen eindimensionalen (1D) Signalverarbeitung von zeitabhängigen Messsignalen, in erster Linie zweidimensionale (2D) Sensor- und Mess-Signale (=Bilder) betrachtet. Die Vorlesung „Digitale Bildverarbeitung“ behandelt genau diese Themengebiete und führt in herkömmliche Methoden der digitalen Bildverarbeitung ein. Querverweise zwischen unterschiedlichen Anwendungsgebieten zeigen Unterschiede und Gemeinsamkeiten auf (z.B. industrielle Bildverarbeitung versus medizinische Bildverarbeitung).

Diese Lehrveranstaltung bereitet in idealer Weise auf das Pflichtpraktikum „Digitale Bildverarbeitung“ vor.

b.) Praktikum „Digitale Bildverarbeitung“:

Die digitale Verarbeitung von Bildern gewinnt durch die rasant zunehmende Leistungsfähigkeit von digitalen Rechnern - insbesondere Mikroprozessoren und Signalprozessoren - und den technologischen Fortschritt bei der Entwicklung empfindlicher und hochauflösender Bildsensoren in vielen Anwendungsgebieten zunehmend an Bedeutung. Bildgebende Mess-, Prüf- und Diagnoseverfahren werden auf vielen Anwendungsgebieten eingesetzt (von der industriellen Applikation bis hin zur Medizin). Im eng mit der gleichnamigen Vorlesung verzahnten Praktikum „Digitale Bildverarbeitung“ wird die konkrete Anwendung von Methoden der digitalen Verarbeitung von zweidimensionalen Sensor- und Mess-Signalen (=Bildern) durchgeführt. Die in der Vorlesung „Digitale Bildverarbeitung“ behandelten Themen werden

anhand von ausgewählten Praktikumsübungen und Kleinprojekten mit MATLAB und/oder LabVIEW in die Tat umgesetzt. Zu den praktischen Übungen zählen beispielsweise:

- Bilddatenerfassung
- Bestimmung der Übertragungseigenschaften eines bildgebenden Systems (Impulsantwort und Modulationsübertragungsfunktion)
- Anwendung von Punktoperationen, lokalen und globalen Operationen
- Messtechnische Ermittlung des Signal-Rausch-Abstandes
- Lineare und nicht-lineare Filterung im Orts- und Ortsfrequenzbereich
- Bildsegmentierung
- Morphologische Operationen
- Geometrische Transformationen
- Extraktion von Kanten, Konturen und Eckpunkten sowie Bildausrichtung
- Objekterkennung und Merkmalsextraktion
- Bildrekonstruktion

Qualifikationsziele

a.) Vorlesung „Digitale Bildverarbeitung“:

- Die Studierenden sind in der Lage, das Gebiet der „digitalen Bildverarbeitung“ von anderen Gebieten mit Bezug zu Bilddaten (wie etwa der Computergraphik, Computeranimation, Informationsvisualisierung, etc.) abzugrenzen.
- Die Studierenden haben einen Überblick über wichtige bildgebende Systeme aus unterschiedlichen Anwendungsbereichen (Industrie, Medizin, etc.).
- Die Studierenden haben Detailkenntnisse über Methoden der digitalen Bildbe- und verarbeitung und besitzen die erforderlichen mathematischen Grundlagen.
- Die Studierenden kennen unterschiedliche Anwendungsgebiete der digitalen Bildverarbeitung und können die physikalischen sowie technischen Möglichkeiten und Limitierungen einschätzen.
- Die Studierenden sind in der Lage, einzelne Bildverarbeitungsmethoden sowie die Kombination aus mehreren Methoden zur Lösung bestimmter Aufgabenstellungen eigenständig zu entwerfen und zielgerichtet anzuwenden.

b.) Praktikum „Digitale Bildverarbeitung“:

- Die Studierenden besitzen vertiefte Kenntnisse und Fertigkeiten im praktischen Umgang mit kamera-basierten Bilderfassungssystemen und -komponenten, können diese anhand messtechnisch ermittelter Übertragungseigenschaften beschreiben und Aussagen über die Bildqualität treffen.

- Die Studierenden können mit Hilfe von Standard-Softwareprogrammen wie MATLAB und LabVIEW digitale, zweidimensionale Sensor- und Mess-Signalen aufnehmen.
- Die Studierenden können ihre theoretischen Kenntnisse über Methoden der digitalen Bildverarbeitung mit den Möglichkeiten von Standard-Softwareprogrammen wie MATLAB und LabVIEW verknüpfen um diese zur aufgabenorientierten Verarbeitung, Auswertung und Darstellung von zweidimensionalen Sensor- und Mess-Signalen anzuwenden.
- Die Studierenden sind in der Lage, in unterschiedlichen Anwendungsbereichen (Industrie, Medizin, etc.) vorkommende, praktische Problemstellungen der Bildverarbeitung eigenständig zu analysieren und Lösungen mit Hilfe von standardmäßig verfügbaren oder eigenständig modifizierten Methoden mithilfe von MATLAB und/oder LabVIEW zu erarbeiten.

Voraussetzungen

- Kenntnisse der Elektrotechnik, Physik und Mathematik. Kenntnisse über Signale und Systeme sowie Grundkenntnisse der analogen und digitalen Signalverarbeitung.

Verwendbarkeit

- Pflichtmodul für die Vertiefungsrichtung „Sicherheitstechnik“ des Masterstudiengangs EIT
- Wahlpflichtmodul für alle anderen Studien- und Vertiefungsrichtungen, z.B. ME, INF, CAE
- Das Modul steht in thematischem Zusammenhang mit den Lehrveranstaltungen
 - o Ausgewählte Kapitel der Sensorik und Messtechnik, Oberseminar,
 - o Spezielle messtechnische Probleme, Oberseminar.
 - o Simulationswerkzeuge in der Sensorik und Messtechnik, Praktikum

Leistungsnachweis

Für Vorlesung und Praktikum „Digitale Bildverarbeitung“: schriftliche Prüfung von 90 min Dauer (sP-90) oder mündliche Prüfung von 30 min Dauer (mP-30) am Ende des Herbsttrimesters. Wiederholungsmöglichkeit am Ende des Wintertrimesters. Die genaue Art der Prüfung wird zu Beginn der Lehrveranstaltung bekannt gegeben.

Literatur

- R.C. Gonzalez, R.E. Woods: Digital Image Processing Using MATLAB®, 2nd ed, Gatesmark Publishing, 2009.
- W. Georgi und E. Metin: Einführung in LabVIEW; Carl Hanser, 2012)
- R.C. Gonzalez, R.E. Woods: Digital Image Processing, 3rd ed. Upper Saddle River, NJ: Pearson Prentice Hall, 2008.
- B. Jähne: Digitale Bildverarbeitung, 6th ed. Heidelberg, Springer-Verlag, 2005.
- A. Erhardt: Einführung in die Digitale Bildverarbeitung - Grundlagen, Systeme und Anwendungen, Wiesbaden, Vieweg + Teubner, 2008.

Dauer und Häufigkeit

Das Modul dauert zwei Trimester.
Das Modul wird im Herbsttrimester und Wintertrimester angeboten.
Als Startzeitpunkt ist das Herbsttrimester im 2. Studienjahr vorgesehen.

Modul 1054 Dynamik und Regelung von Satelliten

zugeordnet zu: Wahlpflichtmodule Vertiefungsrichtung: Extreme Environment Technologies

Studiengang:	Mathematical Engineering	Modultyp:	Pflicht
Workload gesamt (h):	150 Stunden	ECTS-Punkte:	5
-> Präsenzzeit (h):	48 Stunden	TWS:	4 Stunden
-> Selbststudium (h):	102 Stunden		

Modulbestandteile	10541	Dynamik und Regelung von Satelliten (Vorlesung (PF) - 2 TWS)
	10542	Dynamik und Regelung von Satelliten (Übung (PF) - 2 TWS)

Modulverantwortlicher Prof. Dr.-Ing. Roger Förstner

Inhalt

In dieser Vorlesung wird das Gebiet der Dynamik und Regelung von Satelliten am Beispiel der gebräuchlichsten Methoden der Lageregelung (Spinstabilisierung, Gravitationsgradienten- und Dreiachsenstabilisierung) vertieft. Drehbewegungen und kinematische Zusammenhänge werden mit Hilfe von Richtungskosinusmatrix, Eulerwinkel-Drehmatrix und Quaternionen mathematisch dargestellt. Die Darstellung in verschiedenen gegeneinander bewegten Referenzsystemen wird abgehandelt, um die Ausrichtung von Satelliten in Umlaufbahnen beschreiben zu können. Mit Hilfe der Eulergleichung werden dann die dynamischen Gesetze von Drehbewegungen abgeleitet, Stabilitätsuntersuchungen werden durchgeführt und die Auswirkungen von Störmomenten, wie sie im erdnahen und geostationären Orbit wirken, werden analysiert. Die Funktionsweise von Aktuatoren wie Drallräder, Reaktionsräder, Elektromagneten und Kaltgassysteme in Regelkreisen werden behandelt.

Gliederung der Vorlesung:

- Einführung
- Lagekinematik
- Lagedynamik
- Kreiseldynamik
- Spin-Stabilisierung
- Gravitationsgradienten-Stabilisierung
- Dreiachsen-Stabilisierung
- Lagemanöver

Qualifikationsziele

Die Studierenden:

- können die Bedeutung der Dynamik und Lageregelung von Satelliten mit ihren Nutzungsmöglichkeiten zeitgemäß einordnen.
- haben ein Verständnis der Lagekinematik und -dynamik von Satelliten

- kennen die verschiedenen Lageregelungskonzepte für Satelliten sowie deren Besonderheiten und Einsatzbereiche.

Voraussetzungen

Vorausgesetzt werden Kenntnisse, wie sie in den Bachelor- und Master-Modulen der „Höheren Mathematik“, der „Technischen Mechanik“ sowie der „Werkstoffkunde“ vermittelt werden.

Verwendbarkeit

Voraussetzung für wissenschaftliche Grundlagenuntersuchungen, angewandte Forschung sowie Projektmanagement auf dem Gebiet der Raumfahrt.

Leistungsnachweis

Schriftliche Prüfung 90 Minuten

- 30 Minuten Frageteil: keine Hilfsmittel
- 60 Minuten Aufgabenteil: Skript, Formelsammlung, Taschenrechner

Sonstige Bemerkungen

Die Vorlesung findet in klassischer Form mittels Beamerpräsentation, mündlichem Vortrag und Tafelanschrieb statt. In den Übungen werden typische Aufgaben interaktiv mit den Studenten durchgearbeitet und gelöst.

Zuordnung zu den Studienschwerpunkten siehe Tabelle am Anfang des Dokumentes.

Literatur

- Steiner, Schagerl: Raumflugmechanik
- Hughes P.C.: Spacecraft Attitude and Dynamics

Dauer und Häufigkeit

Das Modul dauert ein Trimester, es findet im Wintertrimester des 2. Master-Studienjahres statt.

Modul 1303 Embedded Systems mit Studienprojekt Microcontroller

zugeordnet zu: Wahlpflichtmodule Vertiefungsrichtung: Extreme Environment Technologies

Studiengang:	Mathematical Engineering	Modultyp:	Wahlpflicht
Workload gesamt (h):	180 Stunden	ECTS-Punkte:	6
-> Präsenzzeit (h):	60 Stunden	TWS:	5 Stunden
-> Selbststudium (h):	120 Stunden		

Modulbestandteile	13031	Embedded Systems (Vorlesung (WP) - 2 TWS)
	13032	Embedded Systems (Übung (WP) - 1 TWS)
	13033	Microcontroller-Anwendung in der Prozessdatenverarbeitung (Studienprojekt (WP) - 2 TWS)

Modulverantwortlicher Priv.-Doz. Dr.-Ing. Gerhard Staude

Inhalt

Embedded Systems sind meist microcontrollerbasierte Strukturen, die in Gegenstände unseres täglichen Lebens integriert sind und dort komplexe Steuerungs-, Regelungs- und Datenverarbeitungsaufgaben übernehmen. Sie treten in der Regel nicht als Computersysteme mit den klassischen Bedienschnittstellen in Erscheinung. Die daraus resultierenden Einschränkungen und Besonderheiten im Aufbau und der Programmierung dieser Systeme sind Gegenstand der Vorlesung "Embedded Systems". Im Rahmen des Studienprojekts "Microcontroller-Anwendung in der Prozessdatenverarbeitung" können die Studierenden dann nach einer kurzen theoretischen Einführung diese Lehrinhalte selbständig und in freier Zeiteinteilung in der praktischen Anwendung vertiefen.

a) Lehrveranstaltung **Embedded Systems** (PD Dr.-Ing. Staude):

In der Vorlesung "Embedded Systems" werden folgende Themen behandelt:

- Einsatzgebiete für eingebettete Systeme
- Merkmale von reaktiven Systemen
- Sensoren und Aktoren
- Architekturen ausgewählter Mikrocontroller und -prozessoren
- Vertiefung spezieller Hardwarekomponenten (Speicher, Timer, Watchdog, UART, ...)
- Entwicklungstools und Simulationstechniken
- Hardwareanforderungen an Realzeitsysteme
- Echtzeitbetriebssysteme für Embedded-Architekturen
- Schnittstellen und Bussysteme, Middleware
- Hybride und verteilte eingebettete Systeme
- Safety Critical Systems

b) Studienprojekt **Microcontroller-Anwendung in der Prozessdatenverarbeitung** (Prof. Wolf)

In dieser Lehrveranstaltung wird zur Einführung auf den prinzipiellen Aufbau und die Wirkungsweise eines Microcontrollers (MCU) am Beispiel des Mikrocontrollers MC912DG128A eingegangen, bevor die Studierenden zur Vertiefung dieser Grundkenntnisse dann anhand von exemplarischen Beispielen (z.B. Drehzahlregelung eines Gleichstrommotors, Werkzeugmaschinensteuerung, Ablaufsteuerung einer Reaktionszeitmessung) diese vertiefen. Die Programmierung erfolgt in Assembler, da dies den direkten Einblick in die MCU erlaubt. Dabei ist auch der Programmtest mit Hilfe des Debugging eingeschlossen. Für diesen Teil der Lehrveranstaltung steht ein Entwicklungssystem in einem Praktikumsraum zur Verfügung, an dem die Studierenden diese Lehrinhalte selbständig und in freier Zeiteinteilung erarbeiten sollen.

Qualifikationsziele

Ziel der Modulveranstaltung ist es, ein Verständnis der grundlegenden Probleme eingebetteter Systeme, die sich aus der Vorhersagbarkeit des Systemverhaltens, der Beschränkung von Ressourcen und den Besonderheiten der Echtzeitanforderung ergeben, zu vermitteln und in der praktischen Anwendung zu vertiefen.

Die Studierenden sollen nach dieser Modulveranstaltung folgende Kernkompetenzen erworben haben:

- Grundlegendes methodisches Wissen im Bereich des Embedded System Designs in der Mess-, Regel-, und Kommunikationstechnik
- Fähigkeit zur fundierten Technologiebewertung und -auswahl
- Grundkenntnisse im systematischen Entwurf (Modellierung), der Implementierung und der Verifizierung von eingebetteten Systemen
- Verständnis der speziellen Anforderungen und Lösungsansätze von Embedded-Realzeit-Applikationen
- Erwerb von grundlegendem methodischen Wissen zum Bereich Prozessdatenverarbeitung (PDV)
- Erwerb von vertieften Kenntnissen zur Anwendung von Microcontrollern in der Automatisierungstechnik als Kernanwendung in der PDV
- Selbständiges problemorientiertes Erlernen mit Hilfe moderner Medien.

Voraussetzungen

- Grundkenntnisse der Digitalen Schaltungstechnik und der Programmierung

Verwendbarkeit

- Wahlpflichtmodul für alle Vertiefungsrichtungen der Studiengänge Elektrotechnik und Informationstechnik (M. Sc.) und Mathematical Engineering (M. Sc.)

Hinweis : Das Modul ist nur dann verwendbar, wenn keine der zugehörigen Lehrveranstaltungen im Rahmen eines anderen Moduls eingebracht wird!

Leistungsnachweis

Schriftliche Prüfung von 60 Minuten Dauer am Ende der Lehrveranstaltung Embedded Systems und Notenschein für das Studienprojekt

(sP-60 + NoS). Voraussetzung für den Erhalt des Notenscheins ist die erfolgreiche Erstellung einer schriftlichen Projektdokumentation und ihre Präsentation in Form eines Seminarvortrags von 30 Minuten Dauer.

Die Prüfungsergebnisse zu beiden Lehrveranstaltungen gehen zu gleichen Teilen in die Modulnote ein. Die Modulprüfung ist bestanden, wenn jede der beiden Lehrveranstaltungen mindestens mit „ausreichend“ (4.0) bewertet wurde.

Sonstige Bemerkungen

Die Lehreinheiten des Studienprojekts werden von den Studierenden in weitgehend freier Zeiteinteilung aktiv im Versuchslabor erarbeitet.

Literatur

Vahid F. and Givargis T.: Embedded System Design: A Unified Hardware/Software Introduction, John Wiley & Sons, 2002

Peter Marwedel: Eingebettete Systeme, Springer Berlin Heidelberg, 2008

Kupris G., Thamm O.: Mikrocontroller- Design. Hard- und Softwareentwicklung mit dem 68HC12/HCS12. Hanser, 2003

Ungerer T., Brinkschulte U.: Mikrocontroller und Mikroprozessoren. Springer, 2007

http://www.freescale.com/files/microcontrollers/doc/data_sheet/MC912DT128A.pdf

Jacobson E.: Einführung in die Prozeßdatenverarbeitung, Hanser, 1996

Reißenweber B: Prozessdatenverarbeitung, Oldenbourg, 1995, Signatur: /I-LB785

Dauer und Häufigkeit

- Das Modul dauert 2 Trimester.
- Das Modul beginnt jedes Studienjahr jeweils im Frühjahrstrimester.
- Als Startzeitpunkt ist das Frühjahrstrimester des 1. Studienjahrs vorgesehen

Modul 1304 Embedded Systems mit Studienprojekt SPS

zugeordnet zu: Wahlpflichtmodule Vertiefungsrichtung: Extreme Environment Technologies

Studiengang:	Mathematical Engineering	Modultyp:	Wahlpflicht
Workload gesamt (h):	180 Stunden	ECTS-Punkte:	6
-> Präsenzzeit (h):	60 Stunden	TWS:	5 Stunden
-> Selbststudium (h):	120 Stunden		

Modulbestandteile	13041	Embedded Systems (Vorlesung (WP) - 2 TWS)
	13042	Embedded Systems (Übung (WP) - 1 TWS)
	13043	SPS-Ein Studienprojekt aus der Automatisierungstechnik (Studienprojekt (WP) - 2 TWS)

Modulverantwortlicher Priv.-Doz. Dr.-Ing. Gerhard Staude

Inhalt

Embedded Systems sind meist microcontrollerbasierte Strukturen, die in Gegenstände unseres täglichen Lebens integriert sind und dort komplexe Steuerungs-, Regelungs- und Datenverarbeitungsaufgaben übernehmen. Sie treten in der Regel nicht als Computersysteme mit den klassischen Bedienschnittstellen in Erscheinung. Die daraus resultierenden Einschränkungen und Besonderheiten im Aufbau und der Programmierung dieser Systeme sind Gegenstand der Vorlesung "Embedded Systems". Im Rahmen des Studienprojekts "SPS - Ein Studienprojekt aus der Automatisierungstechnik" können die Studierenden dann nach einer kurzen theoretischen Einführung diese Lehrinhalte selbständig und in freier Zeiteinteilung in der praktischen Anwendung vertiefen.

a) Lehrveranstaltung **Embedded Systems** (PD Dr.-Ing. Staude):

In der Vorlesung "Embedded Systems" werden folgende Themen behandelt:

- Einsatzgebiete für eingebettete Systeme
- Merkmale von reaktiven Systemen
- Sensoren und Aktoren
- Architekturen ausgewählter Mikrocontroller und -prozessoren
- Vertiefung spezieller Hardwarekomponenten (Speicher, Timer, Watchdog, UART, ...)
- Entwicklungstools und Simulationstechniken
- Hardwareanforderungen an Realzeitsysteme
- Echtzeitbetriebssysteme für Embedded-Architekturen
- Schnittstellen und Bussysteme, Middleware
- Hybride und verteilte eingebettete Systeme
- Safety Critical Systems

b) **Studienprojekt SPS - Ein Studienprojekt aus der Automatisierungstechnik** (Prof. Wolf)

Eine Speicherprogrammierbare Steuerung (SPS) ist eine elektronische Baugruppe, die in der Automatisierungstechnik für Steuerungs- und Regelungsaufgaben eingesetzt wird. Im Prinzip handelt es sich dabei um ein Computersystem mit spezialisierten Eingabe und Ausgabe Schnittstellen. Über diese ist die SPS mit Sensoren und Aktuatoren verbunden und kann so Fertigungsprozesse überwachen und beeinflussen. Wesentlich ist bei der SPS, dass sie programmierbar ist und damit jederzeit flexibel Produkt-, Ablauf- oder Fertigungsveränderungen angepasst werden kann.

Diese Wahlpflichtvorlesung baut auf grundlegendem Wissen zur SPS-Programmierung auf und vermittelt weitergehendes Wissen sowie dessen praktische Anwendung in einem Studienprojekt. Dieses umfasst die Ablaufsteuerung von komplexen Fertigungsprozessen unter Einbeziehung von Modellaufbauten. Methodisch werden dann vorwiegend Werkzeuge des Blended-Learnings eingesetzt

Qualifikationsziele

Ziel der Modulveranstaltung ist es, ein Verständnis der grundlegenden Probleme eingebetteter Systeme, die sich aus der Vorhersagbarkeit des Systemverhaltens, der Beschränkung von Ressourcen und den Besonderheiten der Echtzeitanforderung ergeben, zu vermitteln und in der praktischen Anwendung zu vertiefen.

Die Studierenden sollen nach dieser Modulveranstaltung folgende Kernkompetenzen erworben haben:

- Grundlegendes methodisches Wissen im Bereich des Embedded System Designs in der Mess-, Regel-, und Kommunikationstechnik
- Fähigkeit zur fundierten Technologiebewertung und -auswahl
- Grundkenntnisse im systematischen Entwurf (Modellierung), der Implementierung und der Verifizierung von eingebetteten Systemen
- Verständnis der speziellen Anforderungen und Lösungsansätze von Embedded-Realzeit-Applikationen
- Erwerb von erweitertem methodischen Wissen zum Bereich Speicherprogrammierbare Steuerungen (SPS) und ihrer Anwendung in der Automatisierungstechnik.
- Sicheres Beherrschen der Programmierung mit SPS-Step7 und der entsprechenden Programmierumgebung
- Training on Job der Step7 Programmierung anhand einer komplexen Anwendung (Projekt)
- Selbständiges problemorientiertes Erlernen mit Hilfe moderner Medien.

Voraussetzungen

- SPS Basiswissen, z.B. aus dem B. Sc. Wahlpflichtmodul "SPS - Eine Einführung in das Konzept und die Programmierung von Speicherprogrammierbaren Steuerungen"
- Wegen der studentenzentrierten Ausrichtung muss die Teilnehmerzahl für diese Veranstaltung auf 6 Teilnehmer beschränkt werden.

Verwendbarkeit	<ul style="list-style-type: none">• Wahlpflichtmodul für alle Vertiefungsrichtungen der Studiengänge Elektrotechnik und Informationstechnik (M. Sc.) und Mathematical Engineering (M. Sc.) <p>Hinweis: Das Modul ist nur dann verwendbar, wenn keine der zugehörigen Lehrveranstaltungen im Rahmen eines anderen Moduls eingebracht wird!</p>
Leistungsnachweis	<p>Schriftliche Prüfung von 60 Minuten Dauer am Ende der Lehrveranstaltung Embedded Systems und Notenschein für das Studienprojekt (sP-60 + NoS). Voraussetzung für den Erhalt des Notenscheins ist die erfolgreiche Erstellung einer schriftlichen Projektdokumentation und ihre Präsentation in Form eines Seminarvortrags von 30 Minuten Dauer.</p> <p>Die Prüfungsergebnisse zu beiden Lehrveranstaltungen gehen zu gleichen Teilen in die Modulnote ein. Die Modulprüfung ist bestanden, wenn jede der beiden Lehrveranstaltungen mindestens mit „ausreichend“ (4.0) bewertet wurde.</p>
Sonstige Bemerkungen	<p>Die Lehreinheiten des Studienprojekts werden von den Studierenden in weitgehend freier Zeiteinteilung aktiv im Versuchslabor erarbeitet.</p>
Literatur	<p>Vahid F. and Givargis T.: Embedded System Design: A Unified Hardware/Software Introduction, John Wiley & Sons, 2002</p> <p>Peter Marwedel: Eingebettete Systeme, Springer Berlin Heidelberg, 2008</p> <p>G. Wellenreuther, D. Zastrow: Automatisieren mit SPS - Theorie und Praxis. Vieweg-Verlag, 2008.</p>
Dauer und Häufigkeit	<p>Das Modul dauert 2 Semester.</p> <p>Das Modul beginnt jedes Studienjahr jeweils im Frühjahrsemester. Als Startzeitpunkt ist das Frühjahrsemester des 1. Studienjahrs vorgesehen</p>

Modul 1379 Embedded Systems und Kryptologie

zugeordnet zu: Wahlpflichtmodule Vertiefungsrichtung: Extreme Environment Technologies

Studiengang:	Mathematical Engineering	Modultyp:	Pflicht
Workload gesamt (h):	180 Stunden	ECTS-Punkte:	6
-> Präsenzzeit (h):	72 Stunden	TWS:	6 Stunden
-> Selbststudium (h):	108 Stunden		

Modulbestandteile	13791	Embedded Systems (Vorlesung (PF) - 2 TWS)
	13792	Embedded Systems (Übung (PF) - 1 TWS)
	13793	Ausgewählte mathematische Methoden in Kryptographie und Codierungstheorie (Vorlesung (PF) - 2 TWS)
	13794	Ausgewählte mathematische Methoden in Kryptographie und Codierungstheorie (Übung (PF) - 1 TWS)

Modulverantwortlicher Priv.-Doz. Dr.-Ing. Gerhard Staude

Inhalt

a) Lehrveranstaltung **Embedded Systems** :

Embedded Systems sind meist microcontrollerbasierte Strukturen, die in Gegenstände unseres täglichen Lebens integriert sind und dort komplexe Steuerungs-, Regelungs- und Datenverarbeitungsaufgaben übernehmen. Sie treten in der Regel nicht als Computersysteme mit den klassischen Bedienschnittstellen in Erscheinung. Die daraus resultierenden Einschränkungen und Besonderheiten im Aufbau und der Programmierung dieser Systeme sind Gegenstand der Vorlesung.

In der Lehrveranstaltung "Embedded Systems" werden folgende Themen behandelt:

- Einsatzgebiete für eingebettete Systeme
- Merkmale von reaktiven Systemen
- Sensoren und Aktoren
- Architekturen ausgewählter Mikrocontroller und -prozessoren
- Vertiefung spezieller Hardwarekomponenten (Speicher, Timer, Watchdog, UART, ...)
- Entwicklungstools und Simulationstechniken
- Hardwareanforderungen an Realzeitsysteme
- Echtzeitbetriebssysteme für Embedded-Architekturen
- Schnittstellen und Bussysteme, Middleware
- Hybride und verteilte eingebettete Systeme
- Safety Critical Systems

b) Lehrveranstaltung **Ausgewählte mathematische Methoden in Kryptographie und Codierungstheorie** :

Die Veranstaltung "Ausgewählte mathematische Methoden der Kryptographie und Codierungstheorie" befasst sich mit ausgewählten und fortgeschrittenen Themen aus der Kryptographie und/oder der Codierungstheorie. Hierhin gehören kryptographische Verfahren, die auf

zahlentheoretischen Ergebnissen aufsetzen, und "gute" Codes, die man mit Hilfe von algebraischen Kurven gefunden hat. Sowohl kryptographische als auch codierungstheoretische Inhalte sind vorgesehen; die Gewichtung zwischen diesen beiden Gebieten kann aber variieren.

Qualifikationsziele

a) Lehrveranstaltung **Embedded Systems** :

Ziel der Lehrveranstaltung "Embedded Systems" ist es, ein Verständnis der grundlegenden Probleme eingebetteter Systeme, die sich aus der Vorhersagbarkeit des Systemverhaltens, der Beschränkung von Ressourcen und den Besonderheiten der Echtzeitanforderung ergeben, zu vermitteln.

Die Studierenden sollen nach der Lehrveranstaltung Embedded Systems folgende Kernkompetenzen erworben haben:

- Grundlegendes methodisches Wissen im Bereich des Embedded System Designs in der Mess-, Regel-, und Kommunikationstechnik
- Fähigkeit zur fundierten Technologiebewertung und –auswahl
- Grundkenntnisse im systematischen Entwurf (Modellierung), der Implementierung und der Verifizierung von eingebetteten Systemen
- Verständnis der speziellen Anforderungen und Lösungsansätze von Embedded-Realzeit-Applikationen

b) Lehrveranstaltung **Ausgewählte mathematische Methoden der Kryptographie und Codierungstheorie** :

- Einerseits hinreichende Vertrautheit mit den theoretischen Grundlagen; andererseits die Fähigkeit, bestehende Verfahren korrekt zu beurteilen und einzuordnen, und eventuell bei der Entwicklung neuer Verfahren zu assistieren

Voraussetzungen

Generelles Interesse an Mathematik und Theorie. Es ist nützlich, Modul "Elementare Zahlentheorie und Kryptographie" absolviert zu haben, aber bei entsprechender Einsatzbereitschaft nicht unbedingt notwendig.

Verwendbarkeit

- Pflichtmodul in der Vertiefungsrichtung ME-VSK des Studiengangs Mathematical Engineering (M. Sc.)
- Wahlpflichtmodul in den Vertiefungsrichtungen ME-EET, ME-PTM und ME-Mechatronik des Studiengangs Mathematical Engineering (M. Sc.)

Hinweis: Das Modul ist nur dann verwendbar, wenn keine der zugehörigen Lehrveranstaltungen im Rahmen eines anderen Moduls eingebracht wird!

Leistungsnachweis	Schriftliche Prüfung von 90 Minuten Dauer oder mündliche Prüfung von 30 Minuten Dauer (sp-90 oder mP-30). Die genauer Art der Prüfung wird zu Beginn der Lehrveranstaltung bekanntgegeben.
Modulnote	Für die Modulnote werden die Leistungen der Lehrveranstaltungen "Embedded Systems" und "Ausgewählte mathematische Methoden in Kryptographie und Codierungstheorie" im Verhältnis 1:1 gewertet. Die Modulprüfung ist bestanden, wenn jede der beiden Lehrveranstaltungen mindestens mit "ausreichend" (4.0) bewertet wurde.
Literatur	Vahid F. and Givargis T.: Embedded System Design: A Unified Hardware/Software Introduction, John Wiley & Sons, 2002 Peter Marwedel: Eingebettete Systeme, Springer Berlin Heidelberg, 2008
Dauer und Häufigkeit	Das Modul dauert 2 Trimester. Der Modulteil 1 Embedded Systems findet jedes Studienjahr im Frühjahrstrimester statt. Der Modulteil 2 Kryptologie findet jedes Studienjahr im Wintertrimester statt. Als Beginn ist das Frühjahrstrimester im 1. Studienjahr vorgesehen.

Modul 1385 Empfänger und Messtechnik für digitale Kommunikationssysteme

zugeordnet zu: Wahlpflichtmodule Vertiefungsrichtung: Extreme Environment Technologies

Studiengang:	Mathematical Engineering	Modultyp:	Wahlpflicht
Workload gesamt (h):	150 Stunden	ECTS-Punkte:	5
-> Präsenzzeit (h):	60 Stunden	TWS:	5 Stunden
-> Selbststudium (h):	90 Stunden		

Modulverantwortlicher Priv.-Doz. Dr.-Ing. Gerhard Staude

Inhalt

- Mehrträgerübertragungssysteme auf Basis von orthogonalem Frequenzmultiplex (OFDM)
- Grundlagen von OFDM wie Signalgenerierung, Spektrum, Eigenschaften der FFT, etc.
- Modellierung der Störgrößen des Übertragungskanals
- Orthogonalitätsverlust am Empfänger
- Empfängeraufbau und grundlegende Komponenten
- Zeit- und Frequenzsynchronisation
- Kanalschätzung und Entzerrung
- Einflüsse von realen Oszillatoren und Verstärkern auf das Empfangssignal
- Spektrale Auswirkungen von Clipping und Spitzenwertreduktion
- Übertragung von OFDM Signalen über Mehrantennensysteme
- Qualitätsmessung für Sendesignale und Messvorschriften
- Einflüsse von Störgrößen auf die Signalqualität
- Exemplarische Betrachtung von WirelessLAN IEEE 802.11n

Qualifikationsziele

- Überblick über standardisierte digitale Übertragungsverfahren
- Prinzipaufbau digitaler Empfänger
- Modellierung von Übertragungskanal und Störgrößen
- Grundlegende Empfangsalgorithmen
- Grundlagen der Empfänger messtechnik

Voraussetzungen

- Module Mathematik A, Mathematik B und Mathematik C.
- Grundkenntnisse von Systemtheorie und Kommunikationstechnik wie sie in den Lehrveranstaltungen Signale und Kommunikationssysteme sowie Kommunikationstechnik I (BA-Modul „Kommunikationstechnik“) und Kommunikationstechnik II (MA-Modul „Informationsverarbeitung und Kommunikationstechnik“ oder „Kommunikationstechnik B“) vermittelt werden.

Verwendbarkeit

- Wahlpflichtfach in allen Vertiefungsrichtungen des Studiengangs "Elektrotechnik und Informationstechnik (M. Sc.)"
- Wahlpflichtmodul in allen Studienrichtungen des Studiengangs „Mathematical Engineering (M. Sc.)“

- Wahlpflichtmodul in allen Studienrichtungen des Studiengangs
„Computer Aided Engineering (M. Sc.)“

Leistungsnachweis

Schriftliche Prüfung von 60 min Dauer (sP-60) am Ende des Herbsttrimesters oder mündliche Prüfung von 30 min (mP-30). Wiederholungsmöglichkeit am Ende des Wintertrimesters. Die genaue Art der Prüfung wird zu Beginn des Moduls bekannt gegeben.

Literatur

- K.-D. Kammeyer: "Nachrichtenübertragung", Teubner.
- H. Meyr, M. Moeneclaey, S. Fechtel: "Digital Communication Receivers: Synchronization, Channel Estimation, and Signal Processing.", Wiley.

Dauer und Häufigkeit

Das Modul dauert ein Trimester und beginnt jedes Studienjahr jeweils im Herbsttrimester. Als Startzeitpunkt ist das Herbsttrimester im 2. Studienjahr vorgesehen.

Modul 1055 Erdbeobachtung

zugeordnet zu: Wahlpflichtmodule Vertiefungsrichtung: Extreme Environment Technologies

Studiengang:	Mathematical Engineering	Modultyp:	Wahlpflicht
Workload gesamt (h):	150 Stunden	ECTS-Punkte:	5
-> Präsenzzeit (h):	72 Stunden	TWS:	6 Stunden
-> Selbststudium (h):	78 Stunden		

Modulbestandteile	10551	Optische Fernerkundung (Vorlesung (PF) - 2 TWS)
	10552	Interferometrische SAR-Methoden (Vorlesung (PF) - 1 TWS)
	10553	Interferometrische SAR-Methoden (Übung (PF) - 1 TWS)
	10554	Radar- und Lasermethoden (Vorlesung (PF) - 2 TWS)

Modulverantwortlicher Prof. Dr.-Ing. Bernd Eissfeller

Inhalt

Optische Fernerkundung

(Prof.Dr. Helmut Mayer, Fakultät für Informatik)

Die Vorlesung Optische Fernerkundung legt zuerst Grundlagen der Bilderzeugung insbesondere in Bezug auf die Blickrichtungsabhängigkeit der Rückstrahlung. Dies führt zu optischen Sensoren auf Flugzeugen

und Satelliten im sichtbaren und im infraroten Bereich sowie zu Hyperspektralsensoren. Vor allem Erstere sind die Grundlage für die photographische Stereoauswertung, für die Eigenschaften und Produkte beschrieben werden, sowie für die geometrische Bildentzerrung (Orthophotogenerierung). Für die Auswertung der spektralen Information der Sensoren werden Techniken der überwachten und unüberwachten Klassifikation, wie z.B. Maximum Likelihood, Support Vector Machines (SVM) und Clusteranalyse vorgestellt. Als weitere Datenquelle für GIS werden sowohl luft- als auch bodengestützte Laserscanner eingeführt und es werden Orientierung, Systeme und Anwendungen präsentiert.

Radar- und Lasermethoden

(Honorarprofessor Dr. Helmut Süß, DLR, Oberpfaffenhofen)

- Einleitung und allgemeiner Überblick
- Maxwell'sche Gleichungen / Elektromagnetische Wellen an Grenzflächen
- Streuung elektromag. Wellen an künstlichen und natürlichen Objekten
- Radartechnik
- SAR-Prinzip
- SAR-Systeme
- SAR - Interferometrie (Überblick/Einführung)
- Lasermethoden

Interferometrische SAR-Methoden

(Honorarprofessor Dr. Helmut Süß, DLR, Oberpfaffenhofen)

- InSAR: Interferometrisches SAR (Generierung digitaler Höhenmodelle)
- Verwendung optischer Daten zur Höhenmodellierung (Exkurs)
- DInSAR: Differentielles interferometrisches SAR (Deformationsdetektion)
- PSInSAR/IPTA: Persistent Scatterer Methoden

Qualifikationsziele

- Die Absolventen besitzen grundlegende Kenntnisse über die Erdbeobachtung bzw. über moderne Fernerkundungsverfahren und -sensoren inkl. der synthetischen abbildenden Radarsysteme (SAR).
- Sie kennen die Systemtechniken und die wesentlichen Auswerteverfahren unter Anwendung der digitalen Datenverarbeitung.
- Ihnen sind die vielfältigen Anwendungen wie auch der militärischen Nutzung dieser Technologien (bspw. hyperspektrale Zielpunktidentifikation, militärische Radarfernerkundung) bekannt.
- Sie haben einen Einblick in die innovativen Verfahren der Phasenauswertung bei SAR mit ihren Möglichkeiten zur Ableitung digitaler Höhenmodelle aus Bildpaaren und zur Detektion von Oberflächenänderungen (Deformationsanalyse) mit Hilfe von Bild-Stapeln (Stacks) erhalten. Damit verstehen sie die Voraussetzungen, die notwendigen Planungsschritte und die gesamte Auswertekette, die zur Ableitung hochwertiger Geo-Endprodukte notwendig sind.
- Die Studierenden erhalten in der Vorlesung und Übung Optische Fernerkundung eine Übersicht über Sensoren und Techniken der optischen Fernerkundung. Ein Schwerpunkt liegt im Bereich der photogrammetrischen zwei- (2D) und dreidimensionale (3D) Erfassung von Objekten für Geoinformationssysteme (GIS), wie z.B. Straßen, Gebäude, Vegetation, aus Luftbildern. Es wird ein Überblick über verfügbare Sensorsystem für Flugzeuge und auf Satelliten gegeben. Es wird aufgezeigt, wie mittels überwachter oder unüberwachter Klassifikation die spektrale Bildinformation genutzt werden kann, um Objektarten, wie z.B. Wald, Wiese oder Siedlung, zu unterscheiden. Für alle Sensoren und Techniken wird die praktische Anwendbarkeit herausgehoben.

Voraussetzungen

Mathematik, Experimentalphysik, Messtechnik, Programmierkenntnisse.

Verwendbarkeit

Erweiterung des Grundwissens auf den Gebieten optische, multispektrale, hyperspektrale sowie Radar-Fernerkundung und anderer Erdbeobachtungsverfahren. Verständnis der Auswerteprozesse und Anwendungen bei der militärischen und zivilen Nutzung der Fernerkundung. Erarbeitung von Spezialwissen auf dem Gebiet der interferometrischen SAR-Verfahren bspw. zur Ableitung von digitalen Höhenmo-

dellen als wesentliche zivile und militärische Planungs- und Karten-
grundlage.

Leistungsnachweis

Einführung in die Erdbeobachtung und Interferometrische SAR-Methoden wird gemeinsam geprüft: schriftliche Prüfung 90 Minuten oder mündliche Prüfung 30 Minuten. Radar- und Lasermethoden: mündliche Prüfung 30 Minuten oder schriftliche Prüfung 60 Minuten. In die Gesamtmodulnote geht die Prüfung "Einführung in die Erdbeobachtung und Interferometrische SAR-Methoden" zu 2/3 und die Prüfung "Radar- und Lasermethoden" zu 1/3 ein.

Sonstige Bemerkungen

Dieses Modul kann auch als Munich-Aerospace-Partnermodul belegt werden.
Zuordnung zu den Studienschwerpunkten siehe Tabelle am Anfang des Dokumentes.

Literatur

- Albertz J.: Einführung in die Fernerkundung. Darmstadt: Wissenschaftliche Buchgesellschaft, 2001. (Standardlehrbuch für die Veranstaltung "Einführung in die Erdbeobachtung").
- Lillesand T.M., Kiefer R.W.: Remote Sensing and Image Interpretation. John Wiley & Sons Inc, 2008. (wichtige Ergänzung für die Veranstaltung "Einführung in die Erdbeobachtung?").
- Efford N.: Digital Image Processing. Addison-Wesley, 2000. (Ergänzungen für die Veranstaltung "Einführung in die Erdbeobachtung").
- CEOS - Committee on Earth Observation Satellites: The Earth Observation Handbook. ESA Special Publication SP-1315. June, 2008. (Online-Version: <http://www.eohandbook.com>).
- Borengasser M., Hungate W.S., Watkins R.: Hyperspectral Remote Sensing. Principles and Applications. CRC Press, 2007.
- Kalacska M.; Sanchez-Azofeifa G.A. (editors): Hyperspectral Remote Sensing of Tropical and Sub-Tropical Forests. CRC Press, 2008.
- Massonet D.; Souyris J.-C.: Imaging with Synthetic Aperture Radar. 1. Auflage, EPFL Press, 2008. (Lehrbuch für die Veranstaltungen "Radar- und Lasermethoden" sowie "Interferometrische SAR-Methoden?").
- Ferretti A., Monti-Guarnieri A., Prat, C., Rocca F. Massonet D.: InSAR Principles-Guidelines for SAR Interferometry Processing and Interpretation. ESA technical publication TM-19, February, 2007. (Standardlehrbuch für die Veranstaltung "Interferometrische SAR-Methoden").

Dauer und Häufigkeit

Das Modul dauert zwei Trimester, es beginnt im Wintertrimester des 1. Master-Studienjahres.

Modul 1366 Explorative Statistik

zugeordnet zu: Wahlpflichtmodule Vertiefungsrichtung: Extreme Environment Technologies

Studiengang:	Mathematical Engineering	Modultyp:	Wahlpflicht
Workload gesamt (h):	150 Stunden	ECTS-Punkte:	5
-> Präsenzzeit (h):	48 Stunden	TWS:	4 Stunden
-> Selbststudium (h):	102 Stunden		

Modulbestandteile	13661	Explorative Statistik (Vorlesung (WP) - 3 TWS)
	13662	Explorative Statistik (Übung (WP) - 1 TWS)

Modulverantwortlicher Prof. Dr. rer. nat. Dr.-Ing. Stefan Schäffler

Inhalt

Zuerst werden Grundlagen der deskriptiven Statistik erläutert. Dabei werden die zentralen Begriffe des Merkmals und Merkmalsträgers definiert und es wird geklärt, welche Möglichkeiten es zur Beschreibung auf Basis statistischer Kenngrößen gibt. Hierbei kommt es auch darauf an, Merkmale bzw. Merkmalsträger zu vergleichen und voneinander zu differenzieren. Der Teil liefert das statistische Handwerkzeug für die weiteren Methoden und Verfahren. Im zweiten Teil werden Methoden der explorativen Datenanalyse vorgestellt. Hierbei geht es vor allen Dingen um die interaktive statistische Graphik. Die statistische Graphik ermöglicht die visuelle Beschreibung und Untersuchung von gegebenen Daten. Die Graphiken beschreiben die mit Mitteln der deskriptiven Statistik aufbereiteten Daten. Ein Kernaspekt bei der Exploration stellt die Interaktivität dar. Dabei geht es vor allen Dingen um die unabdingbare spezielle softwaretechnische Unterstützung beim Prozess der Exploration der Daten. Verschiedene Techniken werden dazu vorgestellt. Mit dem letzten Teil werden Verfahren der explorativen Datenanalyse betrachtet. Wenn Merkmale aufgrund der beobachteten Daten auf latente Merkmale hin untersucht werden, kann die Faktorenanalyse Unterstützung liefern. Sollen dagegen Merkmalsträger auf Basis der beobachteten Daten gruppiert werden, ist die Clusteranalyse ein probates Mittel. Bei beiden Verfahren werden Strukturen in den Daten aufgedeckt. Im Gegensatz dazu wird beim letzten beschriebenen Verfahren der Regressionsanalyse ein hypothetisches Modell überprüft und auf seine Plausibilität untersucht. Alle drei Verfahren nutzen die beschriebenen explorativen Methoden und deskriptiven

Kenngößen. Sämtliche Inhalte werden parallel zur theoretischen Vermittlung rechnerisch und mit realen Anwendungsdaten geübt. Jeder Studierende erhält bestimmte Übungsaufgaben zur Datenanalyse, die er in Eigenarbeit durchführen und deren Ergebnisse er in einer kurzen Vorführung präsentieren soll.

Qualifikationsziele	<ul style="list-style-type: none">• Fähigkeit zur Klassierung von Daten anhand des Merkmalstyps.• Fähigkeit zur Beschreibung und Bestimmung von uni- und multivariaten Kenngößen von Merkmalsträgern und Merkmalen.• Fähigkeit zur uni- und multivariaten graphischen Darstellung von Merkmalen und Merkmalsträgern.• Fähigkeit zum Umgang mit fehlenden Werten in Daten.• Fähigkeit zur Anwendung von Techniken der interaktiven statistischen Graphik zur Exploration von Daten.• Fähigkeit anhand der gegebenen Daten und Fragestellung entsprechende Verfahren der explorativen Datenanalyse anzuwenden.• Fähigkeit zum Umgang mit anerkannter Software im Bereich der Datenanalyse.• Fähigkeit zur Interpretation der Ergebnisse aus Klassierung, Beschreibung, Kenngößenbestimmung, graphischen Darstellung, Exploration und Verfahrensanwendung.• Fähigkeit zur Einordnung und Bewertung der Klassierung, Beschreibung, Kenngößenbestimmung, graphischen Darstellung, Exploration und Verfahrensanwendung auf Basis des dafür notwendigen mathematischen Hintergrunds.• Fähigkeit zum Transfer auf reale Situationen.• Fähigkeit zur Präsentation eigener Datenanalyse-Ergebnisse.
Voraussetzungen	<ul style="list-style-type: none">• Kenntnisse<ul style="list-style-type: none">o in den Modulen „Mathematik A“, „Mathematik B“ und „Mathematik C“ odero im Modul „Mathematische Statistik“o in einer Programmiersprache (z.B. JAVA)
Verwendbarkeit	Wahlpflichtmodul in sämtlichen Vertiefungsrichtungen der Masterstudiengänge EIT, ME, CAE, INF.
Leistungsnachweis	Schriftlich Prüfung von 75 min Dauer (sP-75) oder mündliche Prüfung von 30 min Dauer (mP-30). Die genaue Art der Prüfung wird zu Beginn des Moduls bekannt gegeben.
Dauer und Häufigkeit	Häufigkeit des Angebots: jedes Studienjahr im WT. vorgesehener Startzeitpunkt innerhalb des Studiengangs im 1. Jahr im Masterstudiengang

Modul 1341 Faserverbundkonstruktionen

zugeordnet zu: Wahlpflichtmodule Vertiefungsrichtung: Extreme Environment Technologies

Studiengang:	Mathematical Engineering	Modultyp:	Wahlpflicht
Workload gesamt (h):	150 Stunden	ECTS-Punkte:	5
-> Präsenzzeit (h):	72 Stunden	TWS:	5 Stunden
-> Selbststudium (h):	78 Stunden		

Modulbestandteile

Modulverantwortlicher Prof. Dr.-Ing. habil. Norbert Gebbeken

Inhalt Grundlagen der Faserverbundtechnologie (Prof. Gebbeken):

- Werkstoffgesetze und Materialmodelle
- Tragverhalten und Berechnung von inhomogenen Stäben und Balken
- Berechnung dickwandiger Bauteile
- Festigkeitsnachweis und Versagenskriterien

Netztheorie (Prof. Gebbeken):

- Auslegung und Optimierung von Laminaten
- Berechnung von Sandwichstrukturen
- Feuchte- und Temperatureinflüsse
- Berechnung geklebter Strukturen

Nachweismethodik bzgl. Lebensdauer und Schadenstoleranz (Prof. Gebbeken)

Qualifikationsziele Die Studierenden kennen grundlegende Unterschiede zwischen isotropen und orthotropen sowie anisotropen Werkstoffgesetzen. Sie wissen um die Vor- und Nachteile der Faserverbundtechnologie, verstehen das Tragverhalten von Faserverbundkonstruktionen und können dieses analytisch und numerisch berechnen.

Voraussetzungen Grundkenntnisse ebener Flächentragwerke, z.B. aus dem Modul Statik III

Verwendbarkeit Moderne Werkstoffe wie Faserverbundwerkstoffe haben in der Bauindustrie in den letzten Jahren erheblich an Bedeutung gewonnen. Doch auch in anderen Ingenieurwissenschaften werden Faserverbundmaterialien eingesetzt. Dieses Modul vermittelt Grundlagen und zeigt Anwendungsmöglichkeiten auf.

Universität der Bundeswehr München

Leistungsnachweis Schriftliche Prüfung 60 Minuten oder mündliche Prüfung 20 Minuten.

Sonstige Bemerkungen Das Modul wird nicht in jedem Studienjahr angeboten.

Dauer und Häufigkeit Das Modul dauert 1 Trimester.
Das Modul beginnt im Herbsttrimester.

Modul 1223 FEM in der Antriebstechnik

zugeordnet zu: Wahlpflichtmodule Vertiefungsrichtung: Extreme Environment Technologies

Studiengang:	Mathematical Engineering	Modultyp:	Wahlpflicht
Workload gesamt (h):	150 Stunden	ECTS-Punkte:	5
-> Präsenzzeit (h):	60 Stunden	TWS:	5 Stunden
-> Selbststudium (h):	90 Stunden		

Modulbestandteile	12231	FEM in der Antriebstechnik (Vorlesung (WP) - 2 TWS)
	12232	FEM in der Antriebstechnik (Übung (WP) - 3 TWS)

Modulverantwortlicher Prof. Dr.-Ing. Dieter Gerling

Inhalt

- Einführung in die Methode der Finiten Elemente (FEM),
- Maxwell'sche Gleichungen,
- Vorstellung verschiedener FEM-Software-Produkte (ANSYS, OPERA),
- Berechnung des magnetischen Kreises von elektrischen Maschinen,
- Berechnung von Temperaturverläufen in elektrischen Maschinen,
- Modellbildung,
- Erstellung des Gitternetzes,
- Berücksichtigung nichtlinearer Materialeigenschaften,
- Berechnung wichtiger Auslegungsgrößen (Induktion, Drehmoment, Erwärmung),
- Anwendungsbeispiele: hochausgenutzte elektrische Maschinen für Elektrofahrzeuge (permanentmagneterregte Synchronmaschinen, geschaltete Reluktanzmaschinen).

Qualifikationsziele

- Kenntnisse numerischer Berechnungsverfahren mit Hilfe der Methode der Finiten Elemente (FEM),
- Einführung in spezielle FEM-Software-Produkte (ANSYS, OPERA),
- Lösungsstrategien für elektromagnetische, thermische und akustische Problemstellungen,
- Beurteilung und Darstellung der Ergebnisse aus numerischen Berechnungen.

Voraussetzungen

Kenntnisse in „Elektrische Maschinen und Antriebe“, wie sie z.B. in einem der Module „Elektrische Maschinen und Antriebe (EIT)“, „Energietechnik B“ (EIT) oder „Elektrische Maschinen und Antriebe (ME)“ aus den jeweiligen B.Sc.-Studiengängen vermittelt werden.

Verwendbarkeit

Wahlpflichtmodul aus dem allgemeinen Wahlpflichtmodulkatalog nach den zugehörigen Modulhandbüchern für die Master-Studiengänge:

- Elektrotechnik und Informationstechnik (M.Sc.) - Vertiefungsrichtungen „Energietechnische Systeme“,

- „Kommunikationstechnik" oder „Sicherheitstechnik";
- Mathematical Engineering (M.Sc.) - Vertiefungsrichtung „Mechatronik"

Leistungsnachweis

Schriftliche Prüfung von 45 - 120 min. Dauer (sP-45-120) oder mündliche Prüfung von 15 - 40 min. Dauer (mP-15-40), kombinierbar mit Notenschein (NoS) oder Teilnahmechein (TS) oder Notenschein (NoS). Die genaue Art der Prüfung wird zu Beginn des Moduls bekannt gegeben.

Literatur

G. Dajaku: Vorlesungsskript „FEM in der Antriebstechnik", UniBw München, EAA, 2010
W. Schätzing: „FEM für Praktiker - Band 4: Elektrotechnik", 2.Auflage, Expert-Verlag, Renningen, 2009

Dauer und Häufigkeit

Das Modul dauert 1 Trimester.
Das Modul beginnt jedes Studienjahr jeweils im Frühjahrstrimester. Als Startzeitpunkt ist das Frühjahrstrimester im 1. Studienjahr vorgesehen.

Modul 1056 Filter- u Schätzverfahren

zugeordnet zu: Wahlpflichtmodule Vertiefungsrichtung: Extreme Environment Technologies

Studiengang:	Mathematical Engineering	Modultyp:	Wahlpflicht
Workload gesamt (h):	150 Stunden	ECTS-Punkte:	5
-> Präsenzzeit (h):	48 Stunden	TWS:	4 Stunden
-> Selbststudium (h):	102 Stunden		

Modulbestandteile	10561	Filter- und Schätzverfahren (Vorlesung (PF) - 2 TWS)
	10562	Filter- und Schätzverfahren (Übung (PF) - 2 TWS)

Modulverantwortlicher Prof. Dr.-Ing. Hans-Joachim Wünsche

Inhalt

Die Studierenden erwerben im Modul Filter- und Schätzverfahren einen detaillierten Einblick in Methoden zur optimalen Schätzung von nicht direkt oder nur schlecht messbaren Zustandsgrößen aus verrauschten Messgrößen.

Ausgehend von einer Wiederholung von Grundlagen der Stochastik werden Verfahren zur Filterung verrauschter Messdaten und zur Schätzung nicht messbarer Zustandsgrößen aus verrauschten Messdaten vorgestellt.

Im Einzelnen werden folgende Themen behandelt:

- 1) Einführung: Wiederholung zur Darstellung linearer, zeitdiskreter Systeme im Zustandsraum und zur Beobachtbarkeit. Auffrischung von Grundlagen der Stochastik und der Fehlermodellierung. Wahl von Koordinatensystemen.
- 2) Lineare Schätzer: Lineare Ausgleichsrechnung (mehr Gleichungen als Unbekannte) und lineare, gewichtete Ausgleichsrechnung. Hieraus Ableitung des Gauss-Markov-Schätzers sowie des rekursiven Gauss-Markov-Schätzers.
- 3) Wiederholung des Luenberger Beobachters im Zustandsraum
- 4) Kalman-Filter: Ausgehend vom regulären, diskreten Kalman Filter werden das erweiterte Kalman Filter sowie das stabilisierte Kalman Filter behandelt. Filter-Tuning, Genauigkeit, Vergleich mit dem Beobachter. Sequentielle Innovation.
- 5) Einführung in die Square Root Filter. Der UD-faktorierte Kalman Filter.
- 6) Unscented Kalman Filter.
- 7) Partikel filter
- 8) Spezielle Themen der Filter- und Schätztheorie:
 - Verarbeitung von Messwerten aus unterschiedlichen Zeitpunkten.
 - Zuordnung realer Messwerte zu vorhergesagten Messwerten (welcher Messwert gehört zu welchem Objekt?).
 - Datenfusion

Qualifikationsziele	<p>Die Studierenden</p> <ol style="list-style-type: none">1) kennen die wesentlichen Verfahren zur Filterung verrauschter Messdaten und zur Schätzung unbekannter Zustandsgrößen aus solchen Daten.2) verstehen die wesentlichen Unterschiede zwischen den einzelnen Verfahren und kennen ihre Vor- und Nachteile3) können die erlernten Kenntnisse im darauf folgenden Praktikum „Autonome Systeme“ beim Aufbau eines autonomen Modell-Fahrzeugs anwenden. Dabei wird eine einfache „Fahrbahn“ über eine ins Fahrzeug eingebaute Kamera erfasst, woraus über die erlernten Schätzverfahren der Bewegungszustand des Fahrzeugs geschätzt wird. Im Wettbewerb optimieren Studenten-Teams diese Zustandschätzer und dazu entwickelte Zustandsregler zur Erzielung optimaler Rundenzeiten.
Voraussetzungen	Notwendig sind gute Kenntnisse der in den Modulen „Digitale Regelung“ und „Moderne Methoden der Regelungstechnik“ vermittelten Kenntnisse (vor allem zeitdiskrete Zustandsraumdarstellung), sowie Grundkenntnisse in Stochastik und höherer Mathematik.
Verwendbarkeit	<p>Sehr viele ingenieurtechnische Aufgaben erfordern die Rekonstruktion oder Filterung von Daten aus verrauschten Sensordaten oder Messwerten. Anwendungen reichen von der Schätzung der Trajektorie von Flugkörpern oder der Bahn von Satelliten oder anderer Fahrzeuge bis zur Bestimmung der eigenen Lage z.B. über GPS Laufzeitmessungen.</p> <p>Darüberhinaus sind viele regelungstechnische Aufgaben erst nach Beobachtung oder Schätzung nicht direkt messbarer Zustandsgrößen lösbar, z.B. nach Schätzung der Position des eigenen Fahrzeugs oder Flugzeugs im 3D-Raum aus den 2D-Bildern einer on-board Kamera oder eines Laserscanners.</p>
Leistungsnachweis	Schriftliche Prüfung 75 Minuten oder mündliche Prüfung 30 Minuten
Sonstige Bemerkungen	<p>Dieses Modul kann auch als Munich-Aerospace-Partnermodul belegt werden.</p> <p>Zuordnung zu den Studienschwerpunkten siehe Tabelle am Anfang des Dokumentes.</p>
Dauer und Häufigkeit	Das Modul dauert 1 Trimester, es findet im Herbsttrimester des 1. Master-Studienjahres statt.

Modul 1348 Finite Methoden und Stoffgesetze Hochdynamik

zugeordnet zu: Wahlpflichtmodule Vertiefungsrichtung: Extreme Environment Technologies

Studiengang:	Mathematical Engineering	Modultyp:	Wahlpflicht
Workload gesamt (h):	150 Stunden	ECTS-Punkte:	5
-> Präsenzzeit (h):	60 Stunden	TWS:	4 Stunden
-> Selbststudium (h):	90 Stunden		

Modulbestandteile	13481	Numerische Simulationsverfahren (Vorlesung (PF) - 1 TWS)
	13482	Werkstoffcharakterisierung (Vorlesung (PF) - 1 TWS)
	13483	Laborpraktikum (Praktikum (PF) - 2 TWS)

Modulverantwortlicher Prof. Dr.-Ing. habil. Norbert Gebbeken

Inhalt	<p>Werkstoffcharakterisierung (Prof. Hiermaier):</p> <ul style="list-style-type: none"> • Vorstellung ratenabhängiger Werkstoffeigenschaften • Anforderungen an einen gültigen Versuch zur Parameteridentifikation • Spezielle Probleme bei dynamischen Materialtests • Ratenabhängige Elastizität, Plastizität und Versagen bei uniaxialem Zug • Generalisierung im Hauptspannungsraum • Mathematische Modelle zur Beschreibung ratenabhängiger Plastizität • Phänomenologische Einführung in die Physik der Stoßwellen • Bedeutung des nichtlinearen Zusammenhangs zwischen Druck und Dichte für die Entstehung und Ausbreitung von Stoßwellen • Zerlegung des Spannungstensors in Deviator und Hydrostatischen Druck • Formulierung einer nichtlinearen Zustandsgleichung für Metalle <p>Numerische Simulationsverfahren (Dr.-Ing. Martin Sauer):</p> <ul style="list-style-type: none"> • Wellenausbreitung als der Mechanismus zur Erreichung von Gleichgewichtszuständen in Statik und Dynamik • Notwendigkeit einer zeitaufgelösten Untersuchung bei dynamischen Belastungsarten • Beschreibung eines Deformationsprozesses in Festkörpern mittels Erhaltungsgleichungen und konstitutiver Gleichungen • Zeitabhängigkeit der zu lösenden Gleichungen • Diskretisierung der Gleichungen mit Finiten Elementen • Alternative Diskretisierung mit Finiten Differenzen • Optionen netzfreier Verfahren • Zeitliche Diskretisierung mit Finiten Differenzen • Implizite und explizite Zeitintegration: Vor- und Nachteile
--------	---

Qualifikationsziele	Erkennen der Abhängigkeit mechanischer Eigenschaften von der Belastungsgeschwindigkeit. Fähigkeit, einen Materialtest von einem Validierungsversuch zu unterscheiden, d.h. Einsicht in die Notwendigkeit wohl definierter Spannungs- und Verzerrungszustände beim Versuch. Einblick in die Durchführung und typische Ergebnisse uniaxialer Zugversuche bei variierenden Verzerrungsraten. Fähigkeit einer Zuordnung von Termen in einfachen ratenabhängigen Modellen zum vorher experimentell identifizierten Verhalten. Verständnis der Stoßwelle als Welle mit sprunghafter Druckänderung, die im Festkörper nur auftritt, wenn ein nichtlinearer Zusammenhang zwischen Druck und Dichte besteht. Einsicht in die Notwendigkeit einer nichtlinearen Zustandsgleichung und deren Berücksichtigung durch die Zerlegung des Spannungstensors. Einsicht in Gemeinsamkeit und Unterschiede zwischen quasi-statischen und dynamischen Belastungen. Erkennen der Erhaltungsgleichungen für Masse, Impuls und Energie als Alternative zur bekannten Beschreibung von Gleichgewichtszuständen. Verständnis der Grundidee von Diskretisierung. Übertragung der bekannten Methoden räumlicher Diskretisierung auf den Aspekt der zeitlichen Auflösung. Fähigkeit, die gewonnenen Erkenntnisse in einem expliziten Solver anzuwenden.
Voraussetzungen	Kenntnisse der Kontinuumsmechanik und Werkstoffmodelle
Verwendbarkeit	Dieses Modul eröffnet allgemein auslegenden Ingenieuren ein breites Anwendungsgebiet im Bereich dynamisch belasteter Strukturen - insbesondere auch außerhalb des Bauingenieurwesens (z.B. in der Automobilindustrie bei Crash-Berechnungen oder in Bereichen des Maschinenbaus sowie der Luft- und Raumfahrtindustrie).
Leistungsnachweis	Mündliche Prüfung 30 Minuten oder schriftliche Prüfung 90 Minuten.
Dauer und Häufigkeit	Das Modul dauert 1 Trimester. Das Modul beginnt jedes Studienjahr jeweils im Wintertrimester.

Modul 1061 Flugsystemtechnik I

zugeordnet zu: Wahlpflichtmodule Vertiefungsrichtung: Extreme Environment Technologies

Studiengang:	Mathematical Engineering	Modultyp:	Pflicht
Workload gesamt (h):	150 Stunden	ECTS-Punkte:	5
-> Präsenzzeit (h):	48 Stunden	TWS:	4 Stunden
-> Selbststudium (h):	102 Stunden		

Modulbestandteile 10611 Flugsystemtechnik I (Vorlesung (PF) - 4 TWS)

Modulverantwortlicher Prof. Dr.-Ing. Peter Stütz

Inhalt

Nachdem im Bachelor-Modul „Luftfahrtsysteme“ das Gesamtsystem „Luftfahrt“ bestehend aus Luftfahrzeug, Betreiber, Nutzer und Öffentlichkeit skizziert und Luftfahrzeuge in ihren konfigurativen Merkmalen und wesentlichen, den Phänotyp bestimmenden Baugruppen beschrieben wurden, wird im Modul „Luftfahrtsysteme I“ detaillierter auf einzelne Teilsysteme eines Luftfahrzeuges eingegangen. Die Betrachtung erfolgt dabei sowohl von funktionaler als auch systemtechnischer Sicht. Die dabei vorgenommenen Betrachtungen gelten dabei sowohl für Flächenflugzeuge als auch Drehflügler.

Der erste Teil der Lehrveranstaltung befasst sich zunächst mit den Subsystemen, deren Aufgabe die Bereitstellung, Umformung und Weiterleitung verschiedener Energieformen ist. Dazu wird zunächst auf das

- Antriebssystem

und darauf auch die sogenannten Grundsysteme

- Hydraulik,
- Elektrik,
- Pneumatik und
- Kraftstoff

eingegangen. Anschließend wird das, darauf aufbauende

- Flugsteuerungssystem

behandelt.

Der zweite Teil der Lehrveranstaltung befasst sich dann mit dem generellen Design und der Analyse sogenannter Sicherheitskritischer Systeme. Um die Bedeutung und spezifischen Anforderungen im Luftfahrtbereich in dieser Hinsicht zu verstehen, wird zudem auf die grundlegenden luftfahrttechnischen Regularien und Definitionen sowie auf die Durchführung einer systematischen Sicherheitsbeurteilung in den einzelnen Phasen des System-Entwurfs von Luftfahrzeugen eingegangen. Als Einstieg in die Thematik erfolgt einleitend die Definition und Abgrenzung wichtiger Begriffe wie Sicherheit, Zuverlässigkeit und Verfügbarkeit. Grundlegend für die weiteren Betrachtungen wird an-

schließlich auf das Ausfallverhalten von Bauteilen, deren Ausfallwahrscheinlichkeiten, Ausfallraten und die mathematische Beschreibung mittels Weibull-Verteilungen eingegangen. Im Weiteren werden Designansätze zur Erhöhung der Sicherheit und Zuverlässigkeit, wie

- Redundanz und
- Diversität

vorgelegt sowie Analysemethoden wie

- Failure Hazard Analyses,
- Failure Mode and Effects Analysis,
- Fault Tree Analyses,
- Dependence Diagram
- Markov Analyses

diskutiert und an einem Beispiel angewendet.

Qualifikationsziele	<ol style="list-style-type: none">1) Der/die Studierende hat vertiefte Kenntnisse der einzelnen Baugruppen und Subsysteme eines Luftfahrzeuges.2) Der/die Studierende kennt Aufgaben und Leistungsgrenzen der grundlegenden Luftfahrzeugsysteme und kann unterschiedliche technische Varianten vergleichen.3) Der/die Studierende ist in der Lage, Auswirkungen des Ausfalls bzw. der Fehlfunktion bestimmter Subsysteme und Komponenten hinsichtlich ihrer Relevanz für die Missionserfolg und insbesondere Flugsicherheit zu beurteilen.4) Der/die Studierende kennt die Anforderungen und den Ablauf eines Safety Assessments in der Luftfahrt und kann die wesentlichen, dazu notwendigen Methoden anwenden.
Voraussetzungen	Luftfahrtsysteme
Verwendbarkeit	Es wird grundlegendes Fach- und Methodenwissen für die spätere Tätigkeit als System- und Entwicklungsingenieur vermittelt.
Leistungsnachweis	Schriftliche Prüfung 120 Minuten oder mündliche Prüfung 30 Minuten
Sonstige Bemerkungen	Zuordnung zu den Studienschwerpunkten siehe Tabelle am Anfang des Dokumentes.
Literatur	<ul style="list-style-type: none">• Moir I.; Seabridge A.: Aircraft Systems; Wiley, 2008.• Langton R. (Ed.); Aircraft Fuel Systems; Wiley, 2009.• Birrolini; Zuverlässigkeit von Geräten und Systemen; Springer, Berlin, 1997• SAE ARP 4761; Guidelines and Methods for Conducting the Safety Assessment Process on Civil Airborne Systems and Equipment

Dauer und Häufigkeit

Das Modul dauert ein Trimester, es findet im Herbsttrimester des 1. Master-Studienjahres statt.

Modul 1062 Flugsystemtechnik II

zugeordnet zu: Wahlpflichtmodule Vertiefungsrichtung: Extreme Environment Technologies

Studiengang:	Mathematical Engineering	Modultyp:	Pflicht
Workload gesamt (h):	150 Stunden	ECTS-Punkte:	5
-> Präsenzzeit (h):	48 Stunden	TWS:	4 Stunden
-> Selbststudium (h):	102 Stunden		

Modulbestandteile	10621	Flugsystemtechnik II (Vorlesung (PF) - 3 TWS)
	10622	Flugsystemtechnik II (Seminar (PF) - 1 TWS)

Modulverantwortlicher Prof. Dr.-Ing. Peter Stütz

Inhalt

Nachdem im Master-Modul "Flugsystemtechnik I" auf die Grundsysteme eines Luftfahrzeuges eingegangen wurde, vertieft das Modul "Flugsystemtechnik II" die Kenntnisse in weiteren, zum Großteil elektronisch dominierten Teilsystemen und Komponenten.

Da in heutigen Luftfahrzeugen die Vernetzung der einzelnen Subsysteme sowie der jeweiligen funktionalen Domänen in hohem Grade zunimmt, wird im ersten Teil der Lehrveranstaltung "Avionik" auf die IT-technische Infrastruktur eingegangen und dabei die

- Grundlagen eingebetteter Rechnersysteme und -strukturen,
- digitale Bussysteme sowie die sog.
- "Integrierte Modulare Avionik"

angesprochen.

Anschließend werden weitere, darauf aufbauende Subsysteme wie

- Kommunikations- und Datalinksysteme
- Missionssensorsysteme sowie
- Bewaffnung / ECM / ESM / DASS.

behandelt.

Abschließend werden durch die Studierenden ausgewählte Einzelthemen, die an den behandelten Inhalt angelagert sind, aufbereitet und in Form von Kurzpräsentationen vorgetragen.

Qualifikationsziele

- 1) Der/die Studierende hat vertiefte Kenntnisse der IT-technische Infrastruktur an Bord eines Luftfahrzeugs.
- 2) Der/die Studierende kennt Aufgaben und Leistungsgrenzen der wesentlichen Kommunikations- und Datalinksysteme als Schnittstelle zum Boden.
- 3) Der/die Studierende kennt die Stärken und Schwächen verschiedener Missionssensorsysteme, kann die unterschiedlichen techni-

schen Varianten vergleichen und hat vertiefte Kenntnisse über deren Funktionsprinzip.

Voraussetzungen

Luftfahrtsysteme, Flugsystemtechnik I

Verwendbarkeit

Es wird grundlegendes Fach- und Methodenwissen für die spätere Tätigkeit als System- und Entwicklungsingenieur vermittelt.

Leistungsnachweis

Benoteter Schein

Die Erstellung der Kurzpräsentationen erfolgt als Gruppenarbeit. Der Schein setzt sich zusammen aus der bewerteten Kurzpräsentation und einer weiteren mündlichen/schriftlichen Wissensabfrage.

Sonstige Bemerkungen

Dieses Modul kann auch als Munich-Aerospace-Partnermodul belegt werden.

Zuordnung zu den Studienschwerpunkten siehe Tabelle am Anfang des Dokumentes.

Literatur

- Moir; Seabridge; Civil Avionics Systems; Wiley, 2003.
- Tooley; Aircraft Digital Electronics and Computer Systems; Elsevier, 2007
- Flühr; Avionik und Flugsicherungstechnik; Springer, 2009

Dauer und Häufigkeit

Das Modul dauert ein Trimester, es findet im Wintertrimester des 2. Master-Studienjahres statt.

Modul 1063 Flugzeugaerodynamik

zugeordnet zu: Wahlpflichtmodule Vertiefungsrichtung: Extreme Environment Technologies

Studiengang:	Mathematical Engineering	Modultyp:	Pflicht
Workload gesamt (h):	150 Stunden	ECTS-Punkte:	5
-> Präsenzzeit (h):	48 Stunden	TWS:	4 Stunden
-> Selbststudium (h):	102 Stunden		

Modulbestandteile	10631	Flugzeugaerodynamik (Vorlesung (PF) - 2 TWS)
	10632	Flugzeugaerodynamik (Übung (PF) - 2 TWS)

Modulverantwortlicher Prof. Dr. rer. nat. habil. Christian Kähler

- Inhalt
- Kompressible Strömung/Aerodynamik
 - Pfeilflügel
 - Hochauftriebshilfen
 - Reine Überschallaerodynamik
 - Theorie schlanker Körper
 - Aerodynamik des Triebwerkeinlaufs
 - Rumpfaerodynamik
 - Flügel-Rumpf-Kombination

Qualifikationsziele

Die Studierenden sind in der Lage, dem Einfluss der Kompressibilität auf die Profilaerodynamik Rechnung zu tragen.
 Die Studierenden beherrschen die Anwendung der Potentialgleichung bei kompressibler Strömung.
 Die Schwierigkeiten des Flügels in der Transonik sind den Studierenden bekannt.
 Die Studierenden wissen um die Auswirkung der Flügelpfeilung.
 Die Studierenden kennen die Varianten mechanischer Hochauftriebshilfen und deren potentialtheoretische Berechnungsmethodik.
 Den Studierenden ist die Berechnung von Strömungen an Verdichtungsstößen bzw. Expansionsfächern geläufig. Die Berechnung aerodynamischer Beiwerte an Profilen sowie die Grundzüge der Flächenregeln sind verstanden.
 Die Studierenden verstehen die Aerodynamik des Triebwerkeinlaufs.
 Die Studierenden können die Umströmung einfacher Rumpfgeometrien mit Hilfe der Potentialtheorie nachvollziehen und kennen die mit reibungsbehafteter Strömung verbundenen Probleme und Gegenmaßnahmen.

Voraussetzungen

Vorausgesetzt werden Kenntnisse aus den Modulen „Höhere Mathematik“, „Strömungsmechanik“ und „Grundlagen der Aerodynamik“

Verwendbarkeit	Die Flugzeugaerodynamik stellt die Voraussetzung für die aerodynamische Auslegung von Fluggeräten in allen Machzahlbereichen zur Verfügung.
Leistungsnachweis	Schriftliche Prüfung 75 Minuten oder mündliche Prüfung 30 Minuten
Sonstige Bemerkungen	Die Vorlesung ist für die Beamer-Projektion konzipiert. In der Übung werden unter Einbeziehung der Studierenden Aufgaben vorgerechnet. Zuordnung zu den Studienschwerpunkten siehe Tabelle am Anfang des Dokumentes.
Literatur	<ul style="list-style-type: none">• Schlichting H., Truckenbrodt E.A.: Aerodynamik des Flugzeuges. Band 1. Springer Verlag, 2000.• Schlichting H., Truckenbrodt E.A.: Aerodynamik des Flugzeuges. Band 2. Springer Verlag, 2000.• Bertin J.J., Smith M.L.: Aerodynamics for Engineers. Prentice-Hall, 1989.• Anderson J.D.: Fundamentals of Aerodynamics. McGraw-Hill Book Company, 1984.
Dauer und Häufigkeit	Das Modul dauert 1 Trimester. Es findet im Wintertrimester des 1. Master-Studienjahres statt.

Modul 1064 Flugzeugentwurf

zugeordnet zu: Wahlpflichtmodule Vertiefungsrichtung: Extreme Environment Technologies

Studiengang:	Mathematical Engineering	Modultyp:	Pflicht
Workload gesamt (h):	150 Stunden	ECTS-Punkte:	5
-> Präsenzzeit (h):	60 Stunden	TWS:	5 Stunden
-> Selbststudium (h):	90 Stunden		

Modulbestandteile	10641	Flugzeugentwurf (Vorlesung, Übung (PF) - 5 TWS)
-------------------	-------	--

Modulverantwortlicher	Prof. Dr.-Ing. Peter Stütz
-----------------------	----------------------------

Inhalt

Das Modul "Flugzeugentwurf" liefert die Grundlagen für den konzeptionellen Vorentwurf von Flächenflugzeugen. Hierbei sollen die Studenten in die Lage versetzt werden, anhand vorgegebener Randbedingungen einen Basisentwurf zu generieren.

Im Einführungskapitel wird der Entwicklungsprozess als Teil des Produktlebensdauerzyklus dargestellt. Weiterhin werden die Interessen und Einflüsse sämtlicher an einem Projekt beteiligten Parteien beleuchtet. In diesem Zusammenhang wird auch auf relevante Zulassungsvorschriften eingegangen. Im weiteren Verlauf beschränken sich die Betrachtungen auf den Konzeptentwurf als Teil des Vorentwurfs.

Zunächst wird das Auslegungsdiagramm, in welchem die grundsätzlichen Entwurfparameter "Schub/Gewichtsverhältnis" F/G über "Flächenbelastung" G/S aufgetragen sind, allgemein vorgestellt. Im weiteren Verlauf werden aus gestellten Leistungsforderungen Grenzen des Auslegungsdiagramms entwickelt.

Im ersten Schritt werden die Punkteleistungen (Steigfähigkeit, Beschleunigungsfähigkeit, max. Fluggeschwindigkeit, Dienstgipfelhöhe, durchgehaltene und maximale Wenderaten) hergeleitet, sowie die daraus entstehenden Grenzen im Auslegungsdiagramm bestimmt.

Die Betrachtung der Missionsleistungen erfordert zunächst eine Darstellung möglicher Missionsarten, sowie die Gliederung einer Mission in Missionssegmente.

Im weiteren Verlauf werden Start- und Landestrecke betrachtet. Eine Aufteilung in Teilsegmente erlaubt die Abschätzung der benötigten Roll- und Gesamtstrecken. Anschließend werden die sich aus dieser Betrachtung ergebenden Grenzen im Auslegungsdiagramm bestimmt. Weitere Grenzen wie z.B. Böenlastvielfache, Mindeststeigwinkel bei Triebwerksausfall etc. werden behandelt und dem Auslegungsdiagramm hinzugefügt. Abschließend ergibt sich ein Auslegungsbereich möglicher Kombinationen der Parameter G/S und F/G in dem der Auslegungspunkt gewählt werden muss.

Anschließend an die Behandlung des Auslegungsdiagramms werden Reichweiten- und Warteflug, sowie die Reichweitenoptimierung behandelt.

Mithilfe der nun bekannten Zusammenhänge für Reichweiten-, Warte-, Steig- und Kurvenflug sowie einiger empirischer Ansätze für weitere Flugabschnitte wird mit der Fuel-Fraction-Methode eine Möglichkeit zur Bestimmung des Treibstoffbedarfs für eine vorgegebene Mission vorgestellt. Hiermit ergibt sich auch die Möglichkeit zur Bestimmung des Nutzlast-Reichweiten-Diagramms.

Durch iterative Anwendung der Fuel-Fraction-Methode ist nun eine Bestimmung der Abflugmasse für eine Auslegungsmission möglich. Somit können aus der Wahl des Auslegungspunkts die Größen für die Flügelfläche und den installierten Schub bestimmt werden.

Die bisherigen Betrachtungen hatten zum Ziel, die Grundlegenden Größen für die Erstellung einer Dreiseitenansicht zu bestimmen. In den weiteren Kapiteln werden die Auslegung von Flügel und Rumpf, die Dimensionierung von Leitwerk und Fahrwerk, sowie die Integration von Fahrwerk und Triebwerk behandelt. Hierbei wird insbesondere auf geometrische Randbedingungen sowie die Schwerpunktlage eingegangen.

Im nächsten Schritt wird die Bestimmung der Leermasse anhand von empirischen Formeln behandelt. Hierbei werden Teilmassen für einzelne Baugruppen bestimmt, so dass eine Festlegung des Gesamtschwerpunkts möglich wird.

Abschließend werden die bei einem Projekt entstehenden Kosten behandelt, welche für eine Wirtschaftlichkeitsprognose abgeschätzt werden müssen. Hierfür wird auf ein parametrisches Modell zurückgegriffen.

Qualifikationsziele

- 1) Der/die Studierende kennt den Produkt-Lebensdauerzyklus eines Luftfahrzeugs, sowie die Einbindung des Konzept- und Vorentwurfs.
- 2) Der/die Studierende kennt den Ablauf der Arbeitsschritte im Konzeptentwurf.
- 3) Der/die Studierende kennt die für den Konzeptentwurf wichtigen Auszüge der Zulassungsvorschriften.
- 4) Der/die Studierende kann die Punkteleistungen für ein Fluggerät berechnen und kennt die Einflüsse der konstruktiven Parameter.
- 5) Der/die Studierende kennt die unterschiedlichen Arten von Flugmissionen sowie die Unterteilung in Missionssegmente.
- 6) Der/die Studierende kann die Start- und Landestrecke berechnen und kennt die Einflüsse der konstruktiven Parameter.
- 7) Der/die Studierende kann die Reichweite einer Konfiguration sowie den reichweitenoptimalen Betriebspunkt bestimmen und daraus ein Nutzlast-Reichweitendiagramm erstellen.
- 8) Der/die Studierende kann mit Hilfe des Auslegungsdiagramms anhand vorgegebener Randbedingungen den optimalen Auslegungspunkt für eine Flugzeugkonfiguration bestimmen.
- 9) Der/die Studierende kennt die Grundlagen der Erstellung statistischer Formeln für die Massenabschätzung.
- 10) Der/die Studierende kann mit Hilfe der iterativen Anwendung der Fuel-Fraction-Methode das Abfluggewicht eines Konzeptes abschätzen, sowie die Sensitivitäten bezüglich der Eingangsparameter und der gestellten Anforderungen bestimmen.

- 11) Der/die Studierende kennt die Randbedingungen für die Auslegung von Flügel, Rumpf, Leitwerk und Fahrwerk sowie deren Integration.
- 12) Der/die Studierende kennt die Aufteilung der Gesamt- sowie der Betriebsleermasse in Teilmassen sowie Verfahren zur statistischen Leermasseabschätzung.
- 13) Der/die Studierende kennt die Aufteilung der bei einem Flugzeugprojekt entstehenden Kosten.

Voraussetzungen

Grundlagen der Flugmechanik und Luftfahrttechnik

Verwendbarkeit

Die Inhalte des Moduls liefern die Grundlagen zur Analyse und Synthese von Flächenflugzeugen.

Leistungsnachweis

Benoteter Schein
Die Übung erfolgt als Entwurfsaufgabe in Gruppenarbeit.
Der Schein setzt sich zusammen aus der bewerteten Gruppenarbeit und einer weiteren mündlichen/schriftlichen Wissensabfrage.

Sonstige Bemerkungen

Zuordnung zu den Studienschwerpunkten siehe Tabelle am Anfang des Dokumentes.

Literatur

- Anderson J.D.: Aircraft performance and design. Boston, 1999
- Fielding, J.P.: Introduction to aircraft design. Cambridge, 2003
- Howe, D.: Aircraft Conceptual Design. Suffolk, 2000
- Raymer, D.P.: Aircraft Design: A conceptual Approach. AIAA Education Series, 1992
- Roskam J.: Airplane Design. Parts I-VIII. Kansas, 1989
- Torenbeek, E.: Synthesis of subsonic Airplane Design. Delft, 1982

Dauer und Häufigkeit

Das Modul dauert ein Trimester, es findet im Frühjahrstrimester des 1. Master-Studienjahres statt.

Modul 1364 Fortgeschrittene Methoden der Regelungstechnik

zugeordnet zu: Wahlpflichtmodule Vertiefungsrichtung: Extreme Environment Technologies

Studiengang:	Mathematical Engineering	Modultyp:	Wahlpflicht
Workload gesamt (h):	180 Stunden	ECTS-Punkte:	6
-> Präsenzzeit (h):	72 Stunden	TWS:	6 Stunden
-> Selbststudium (h):	108 Stunden		

Modulbestandteile	13641	Fortgeschrittene lineare Regelung (Vorlesung (WP) - 2 TWS)
	13642	Fortgeschrittene lineare Regelung (Übung (WP) - 1 TWS)
	13643	Nichtlineare Systeme (Vorlesung (WP) - 2 TWS)
	13644	Nichtlineare Systeme (Übung (WP) - 1 TWS)

Modulverantwortlicher Prof. Dr.-Ing. habil. Felix Antritter

Inhalt	<p>Lehrveranstaltung a): Fortgeschrittene Lineare Regelung</p> <ul style="list-style-type: none"> • Im ersten Abschnitt der Vorlesung wird die Algebraischen Struktur linearer Systeme geklärt, dies erlaubt unter anderem <ul style="list-style-type: none"> o die Parametrierung aller einen Regelkreis stabilisierenden Regler o Aussagen über Prinzipielle Grenzen des Reglerentwurfs • Der zweite Teil der Vorlesung beschäftigt sich mit der Formulierung von Anforderungen an einen geschlossenen Regelkreis mittels Funktionennormen. Durch die im ersten Abschnitt gewonnen Erkenntnisse können systemmatisch Regler entworfen werden, die neben der geforderten Stabilität des Regelkreises bestimmte Anforderungen optimal erfüllen (z.B. Minimierung der benötigten Stellenergie). <p>Lehrveranstaltung b): Nichtlineare Systeme</p> <ul style="list-style-type: none"> • Modell- und Darstellungsformen dynamischer Systeme (Eingangs-/Ausgangs-Differentialgleichung, Zustandsraum-Beschreibung, Blockschaltbilder) • Ruhelagenbegriff bei nichtlinearen Systemen • Phasendifferentialgleichung • Linearisierung nichtlinearer Systeme • Stabilitätsbegriff nach Lyapunov • Untersuchung des nichtlinearen Standardregelkreises
--------	--

Qualifikationsziele	<ul style="list-style-type: none"> • Der Hörer kennt grundsätzliche Grenzen der linearen Regelungstheorie und kann damit die Lösbarkeit verschiedenster Aufgabenstellungen einschätzen. Er kennt zudem zahlreiche Begriffe der fortgeschrittenen linearen Theorie und kann sich nach Abschluß des Moduls selbständig in verschiedene fortgeschrittene Methoden einlesen. • Fähigkeit, die Unterschiede zwischen einem nichtlinearen Systemmodell und seiner Linearisierung zu kennen und damit die Gültigkeit einer linearisierten Systembeschreibung beurteilen zu können
---------------------	--

- Beherrschung der Analyse der Eigenschaften eines nichtlinearen Systems

Voraussetzungen

Modul „Systemtheorie“ bzw. vergleichbare Veranstaltungen

Verwendbarkeit

- Wahlpflichtmodul aus dem allgemeinen Wahlpflichtmodulkatalog EIT, verwendbar für alle drei Vertiefungsrichtungen, „Energietechnische Systeme“, „Kommunikationstechnik“ und Sicherheitstechnik
- Wahlpflichtmodul aus dem allgemeinen Wahlpflichtmodulkatalog „Mathematical Engineering“; dort verwendbar für alle Vertiefungsrichtungen

Leistungsnachweis

Schriftliche Prüfung von 90 min Dauer (sP-90) oder mündliche Prüfung von 30 min Dauer (mP-30) am Ende des Moduls, in der der Inhalt beider Vorlesungen abgefragt wird.

Literatur

zu Lehrveranstaltung a):

- M. Vidyasagar: "Control System Synthesis, A Factorization Approach", MIT Press, 1985,
- K. Meyberg: "Algebra, Teil 1", Hanser Verlag, 1980,
- R. Unbehauen: "Systemtheorie 1", Oldenbourg Verlag, 2002.

zu Lehrveranstaltung b):

- Föllinger, O.: Nichtlineare Regelungen I und II, Oldenbourg Verlag, 1993
- Slotine, J.-E. E. und Li, W.: Applied Nonlinear Control, Prentice Hall, 1991
- Unbehauen, R.: Systemtheorie 2, Oldenbourg Verlag, 1998
- Engell, S. (Hrsg.): Entwurf nichtlinearer Regelungen, Oldenbourg Verlag, 1995

Modul 1326 Fragen der Mikro- und Nanosystemtechnik

zugeordnet zu: Wahlpflichtmodule Vertiefungsrichtung: Extreme Environment Technologies

Studiengang:	Mathematical Engineering	Modultyp:	Wahlpflicht
Workload gesamt (h):	180 Stunden	ECTS-Punkte:	6
-> Präsenzzeit (h):	72 Stunden	TWS:	2 Stunden
-> Selbststudium (h):	108 Stunden		

Modulbestandteile	13261	Fragen der Mikro- und Nanosystemtechnik (Seminar (WP) - 2 TWS)
-------------------	-------	---

Modulverantwortlicher	Prof. Dr.-Ing. Hermann Baumgärtner
-----------------------	------------------------------------

Inhalt	Mitglieder des Instituts für Physik als auch externe Gäste aus Industrie und Forschungseinrichtungen berichten über aktuelle Herausforderungen und Ergebnisse aus Forschung und Entwicklung auf den Gebieten der Mikro- und Nanosystemtechnik
--------	---

Qualifikationsziele	Die Studierenden erhalten einen Überblick über den aktuellen Stand der Forschung und Entwicklung in der Industrie und öffentlichen Forschungseinrichtungen.
---------------------	---

Voraussetzungen	Die Module Technologie der Halbleiter und Mikrosysteme, Werkstoffe der Elektrotechnik und Nanotechnologie sind hilfreich, aber nicht zwingend vorausgesetzt.
-----------------	--

Verwendbarkeit	Wahlpflichtmodul für Vertiefungsrichtungen der Masterstudiengänge EIT, ME, INF Anwendungsfach Elektrotechnik.
----------------	---

Leistungsnachweis	Regelmäßige Teilnahme über 3 Trimester für den Erhalt eines Teilnahme Scheins. oder Regelmäßige Teilnahme über 3 Trimester und ein 45 min. Vortrag für einen benoteten Schein
-------------------	---

Literatur	Handout der Vortragenden
-----------	--------------------------

Dauer und Häufigkeit	Das Modul erstreckt sich über 3 Trimester <ul style="list-style-type: none"> • Häufigkeit des Angebots: jedes Studienjahr in allen Trimestern • vorgesehener Startzeitpunkt: Jedes Trimester, spätestens 3 Trimester vor Studiumsende
----------------------	---

Modul 1065 FVW-Strukturen

zugeordnet zu: Wahlpflichtmodule Vertiefungsrichtung: Extreme Environment Technologies

Studiengang:	Mathematical Engineering	Modultyp:	Pflicht
Workload gesamt (h):	150 Stunden	ECTS-Punkte:	5
-> Präsenzzeit (h):	48 Stunden	TWS:	4 Stunden
-> Selbststudium (h):	102 Stunden		

Modulbestandteile	10651	FVW-Strukturen (Vorlesung, Übung (PF) - 4 TWS)
-------------------	-------	---

Modulverantwortlicher	Prof. Dr.-Ing. Helmut Rapp
-----------------------	----------------------------

Inhalt

Die Studierenden erhalten im Modul „FVW-Strukturen“ einführende Kenntnisse über das Verhalten und die Berechnung von Strukturen aus Faserverbundwerkstoffen (FVW). Schwerpunkt bildet die Einführung in die klassische Laminattheorie sowie anzuwendende Versagenshypothesen. Hinweise zur Analyse von Faserverbundstrukturen mittels analytischer und numerischer (FE-) Methoden sowie zur konstruktiven Gestaltung und zur Herstellung runden das Modul ab. Das Modul gliedert sich in folgende Abschnitte:

- Materialien
Faserwerkstoffe,
Matrixwerkstoffe.
- Unidirektionalschicht (UD-Schicht)
Eigenschaften der UD-Schicht,
Werkstoffgesetz der UD-Schicht,
Matrixschumpf und Feuchtaufnahme.
- Mehrschichtverbunde (klassische Laminattheorie)
Transformation der UD-Schicht,
Werkstoffgesetz der geschichteten Platte,
Berechnung von Spannungen in den Einzellagen,
Schubspannungen infolge Querkraft der geschichteten Platte.
- Versagenkriterien
Maximale Spannung, maximale Dehnung,
Versagenkriterien von Hoffmann, Tsai-Wu, Puck.
- Berechnung von FVW-Strukturen
Auslegung und Optimierung von Laminaten,
Stabartige Elemente,
3D-Laminattheorie,
Krafteinleitungen (Bolzen, Schlaufen, Klebung).
- Hinweise zur Fertigung

Qualifikationsziele	<ol style="list-style-type: none"> 1) Die Studierenden kennen die Einzelkomponenten von Faserverbundwerkstoffen und deren Eigenschaften. Sie wissen, wie diese Werkstoffkomponenten im Verbund zusammenwirken. 2) Die Studierenden verstehen das Verhalten orthotroper und anisotroper Werkstoffe, sie können das Versagen solcher Werkstoffe an Hand von verschiedenen Bruchkriterien beurteilen.
----------------------------	--

- 3) Die Studierenden sind in der Lage, die Eigenschaften beliebig aufgebauter Lamine rechnerisch zu ermitteln und deren Eigenschaften im Hinblick auf zu konstruierende Strukturen zu beurteilen.
- 4) Die Studierenden kennen die Stärken, aber auch die Schwächen des Faserverbundwerkstoffes beim Einsatz in tragenden Strukturen.
- 5) Die Studierenden wissen, wie Strukturen aus Faserverbundwerkstoffen hergestellt werden können und welche fertigungsabhängigen Eigenschaften beachtet werden müssen.

Voraussetzungen

Vorausgesetzt werden Kenntnisse in "Festigkeitslehre"

Verwendbarkeit

Das Modul vermittelt die Grundlagen der Konstruktion und der Berechnung von Strukturen aus Faserverbundwerkstoffen. Diese Kenntnisse sind von Bedeutung für alle Strukturen aus Faserverbundwerkstoffen, nicht nur aus dem Bereich der Luft- und Raumfahrttechnik, sondern auch der Automobil- und Windenergietechnik sowie dem allgemeinen Maschinenbau bis hin zu Sportgeräten.

Leistungsnachweis

Schriftliche Prüfung 90 Minuten (30 Minuten Fragenteil ohne Hilfsmittel, 60 Minuten Aufgabenteil mit allen Hilfsmitteln) oder mündliche Prüfung 30 Minuten (ohne Hilfsmittel)

Sonstige Bemerkungen

Zuordnung zu den Studienschwerpunkten siehe Tabelle am Anfang des Dokumentes.

Literatur

- Schürmann H.: Konstruieren mit Faser-Kunststoff-Verbunden. Berlin: Springer-Verlag, 2005.
- Moser K.: Faser-Kunststoff-Verbund. Entwurfs- und Berechnungsgrundlagen. Düsseldorf: VDI-Verlag, 1992.
- Puck A.: Festigkeitsanalyse von Faser-Matrix-Laminaten. Carl Hanser Verlag: München, 1996.
- Tsai S.W., Hahn T.: Introduction to Composite Materials. Westport/Conn.: Technomic Publishing Company, 1980.
- Vinson J.R., Sierakowski R.L., The behavior of Structures Composed of Composite Materials. Kluwer Academic Publishers, Dordrecht, 2002

Dauer und Häufigkeit

Das Modul dauert ein Trimester, es findet im Wintertrimester des 2. Master-Studienjahres statt.

Modul 1066 Gasdynamik

zugeordnet zu: Wahlpflichtmodule Vertiefungsrichtung: Extreme Environment Technologies

Studiengang:	Mathematical Engineering	Modultyp:	Pflicht
Workload gesamt (h):	150 Stunden	ECTS-Punkte:	5
-> Präsenzzeit (h):	48 Stunden	TWS:	4 Stunden
-> Selbststudium (h):	102 Stunden		

Modulbestandteile	10661	Gasdynamik (Vorlesung (PF) - 2 TWS)
	10662	Gasdynamik (Übung (PF) - 2 TWS)

Modulverantwortlicher Prof. Dr. rer. nat. habil. Christian Kähler

Inhalt	<ul style="list-style-type: none"> • Thermodynamische Grundlagen der Gasdynamik • Überschallströmung: Lavaldüsenströmung, kritische Strömungsgrößen, senkrechter Verdichtungsstoß • Schiefer Verdichtungsstoß, anliegende/abgelöste Stoßformen • Prandtl-Meyer-Strömung • Gasdynamische Grundgleichung • Charakteristikenverfahren • Schallnahe Strömung • Hyperschallströmung • Reibungseffekte • Realgaseffekte • Versuchsanlagen und Messmethoden der Gasdynamik
--------	--

Qualifikationsziele	<ul style="list-style-type: none"> • Die Studierenden können Form und Lage auftretender Verdichtungsstöße vorhersagen • Die Studierenden kennen die aerodynamischen Probleme im Unter- und Überschall und beherrschen deren mathematische Behandlung • Die Studierenden sind mit Effekten der Schallnahen Strömung und der Hyperschallströmung vertraut • Die Studierenden beherrschen die Anwendung des Charakteristikenverfahrens • Die Studierenden sind mit der Erzeugung von Überschallströmung und mit der wesentlichen Messtechnik zur Analyse kompressibler Strömung vertraut
---------------------	--

Voraussetzungen	Grundkenntnisse aus Höherer Mathematik und Physik sowie Kenntnisse, wie sie im Modul "Strömungsmechanik und Aerodynamik" vermittelt werden.
-----------------	---

Verwendbarkeit	Die Inhalte der Vorlesung liefern die theoretischen Grundlagen und das notwendige Verständnis zur Analyse und Vorhersage von kompressiblen Strömungen. Die erworbenen Kenntnisse über transsonische, supersonische und hypersonische Strömung bilden die Grundla-
----------------	---

ge für ein tieferes Verständnis der Strömungsphänomene in der Luft – und Raumfahrttechnik.

Leistungsnachweis

Schriftliche Prüfung 90 Minuten (Hilfsmittel: nicht-programmierbarer Taschenrechner) oder mündliche Prüfung 30 Minuten (ohne Hilfsmittel).

Sonstige Bemerkungen

Literatur

- Anderson J.D.: Modern Compressible Flow: With Historical Perspective. McGraw-Hill Series in Aeronautical & Aerospace Engineering, McGraw Hill Higher Education. 1990.
- Krause E.: Strömungslehre, Gasdynamik und Aerodynamisches Laboratorium. 208 Aufgaben mit Lösungen sowie 11 ausführlichen Versuchen im Aerodynamischen Laboratorium. Vieweg+Teubner, 2003.
- Oswatitsch K.: Grundlagen der Gasdynamik. Springer-Verlag GmbH, 1987.
- Oswatitsch K.: Spezialgebiete der Gasdynamik. Schallnähe, Hyperschall, Tragflächen, Wellenausbreitung. Springer-Verlag, 1982.
- Zierep J.: Theoretische Gasdynamik. Karlsruhe: G. Braun-Verlag, 1991.
- Landau L.D., Lifschitz, E.M.: Hydrodynamik. Bd. 6, 1990, Verlag Harri Deutsch

Dauer und Häufigkeit

Das Modul dauert 1 Trimester, es findet im Wintertrimester des 1. Master-Studienjahres statt.

Für Studierende der Vertiefungsrichtung ME-PTM-LRT des Studiengangs Mathematical Engineering (M.Sc.) ist das Modul im Wintertrimester des 2. Studienjahrs vorgesehen.

Modul 1278 Halbleiterproduktionstechnik

zugeordnet zu: Wahlpflichtmodule Vertiefungsrichtung: Extreme Environment Technologies

Studiengang:	Mathematical Engineering	Modultyp:	Wahlpflicht
Workload gesamt (h):	210 Stunden	ECTS-Punkte:	7
-> Präsenzzeit (h):	84 Stunden	TWS:	7 Stunden
-> Selbststudium (h):	126 Stunden		

Modulbestandteile	12781	Halbleiterproduktionstechnik (Vorlesung (WP) - 3 TWS)
	12782	Halbleiterproduktionstechnik (Praktikum (WP) - 4 TWS)

Modulverantwortlicher Prof. Dr.-Ing. Walter Hansch

Inhalt

Vorlesung: Es werden die ökonomischen Produktionsbedingungen einer Halbleiterfabrik herausgearbeitet, Bewertungskriterien für die Effizienz der Produktion und Optimierungspotentiale diskutiert.

Detaillierter Inhalt Teil 1: Überblick zur Historie der Entwicklung von Halbleiterprodukten und deren Märkte; grundlegende Statistik für Wahrscheinlichkeitsberechnungen in der Produktion; Diskussion klassischer und moderner Produktionsmodelle wie Lagerhaltungsmodelle oder Just-in-Time; Überblick zur technologischen Herstellung des Produktes Halbleiter-IC; Diskussion von Produktionseigenheiten in Halbleiterfabriken wie Herstellung in Losen, Automatisierung, workflow; detaillierte Untersuchungen zur „Factory Dynamics“: Beschreibung des physikalischen Verhaltens einer Produktionslinie durch mathematische Gleichungen, 4 Partner Modell, Warteschlangentheorie, die Gesetze und Leistungsparameter (wie Kapazität, Auslastung, Durchlaufzeit, Materialbestand) zur Evaluierung der Produktivität; Träume und Alpträume von Managern; Overall Equipment und Factory Efficiency (OEE, OFE); Qualitätsmanagement, Maschinenfähigkeitsuntersuchungen, Design of Experiments, Statistische Prozeßkontrolle. der Produktion und Optimierungspotentiale diskutiert

Praktikum: Es werden die Ergebnisse der Vorlesung in Versuchen nachvollzogen. Hierbei werden modernste Theorien wie DOE, SPC oder Produktivitätssoftware für die Studierenden zur Verfügung gestellt und deren Methoden an praktischen Beispielen vermittelt

Detailliert Inhalt Teil 2: Gruppenspiel zur Erfassung von Performanceparametern (Kapazität, Durchlaufzeiten, Betriebskennlinie) einer Produktionslinie ("Penny-Fab"); Software-Simulation und Optimierung von Produktionslinien; Software-Simulation zum Design-of-Experiments: Methoden des DOE, Parameter und notwendige Mindestanzahl von Versuchen zur Prozeßoptimierung, Auffinden des Optimums, Vertrauensbereich, Fluktuationen, Datenaufbereitung für Berichte; Experimente zum Design-of-Experiments: Aufstellen der Taguchi-Matrix, Trockenätzungen zum Veraschen von Photolack, Berechnung und

Verifizierung des Prozeßoptimums; Methoden des Qualitätsmanagement: Maschinenfähigkeitsuntersuchungen zur Partikeldichte im Reinraum, statistische Prozeßkontrolle: Prozeßbewertung, Eingriffsgrenzen

Qualifikationsziele	Die Studierenden sind nach dem Modul fähig die Methoden und Verfahren zur Erfassung und Reduzierung von Produkterstellungskosten, am Beispiel einer Halbleiterfabrik, anzuwenden. Hierzu gehören Kompetenzen in der Erfassung, Bewertung und Optimierung von Performance und Produktivitätsfaktoren einer Produktionslinie. Die erlernten Methoden zur Bestandsaufnahme, der Produktionszusammenhänge und der übergreifenden, kontinuierlichen Effizienzsteigerung stellen für die Studierenden eine fächerübergreifende, ingenieurwissenschaftliche Qualifikation dar.
Voraussetzungen	<ul style="list-style-type: none">• Kenntnisse in Integral- und Differentialrechnung, Statistik, Interesse an technischen und ökonomischen Zusammenhängen in einer Produktionslinie;
Verwendbarkeit	Wahlpflichtmodul für alle Vertiefungsrichtungen EIT
Leistungsnachweis	<ul style="list-style-type: none">• Nach der Vorlesung eine Prüfung, schriftlich, 60 min (=40%)• Praktikum: Eingangstest (=10%), Versuchsdurchführung (20%), Ausarbeitung (20%), Abschlussprüfung (10%)
Literatur	z.B. W.J.Hopp, M.L.Spearman: Factory Physics, McGraw-Hill, 2001; G.Linß: Qualitätsmanagement für Ingenieure, Fachbuchverlag Leipzig im Carl Hanser Verlag, 2005
Dauer und Häufigkeit	<ul style="list-style-type: none">• Das Modul dauert 2 Trimester.• Der Modulteil 1 findet jedes Studienjahr jeweils im Frühjahrstrimester statt, der Modulteil 2 im folgenden Herbsttrimester.• Als Startzeitpunkt ist das 9. Trimester (Frühjahr) vorgesehen.

Modul 1412 Informationstechnik in der interdisziplinären Anwendung - Fahrerassistenz- und Sicherheitssysteme

zugeordnet zu: Wahlpflichtmodule Vertiefungsrichtung: Extreme Environment Technologies

Studiengang:	Mathematical Engineering	Modultyp:	Wahlpflicht
Workload gesamt (h):	150 Stunden	ECTS-Punkte:	5
-> Präsenzzeit (h):	48 Stunden	TWS:	4 Stunden
-> Selbststudium (h):	102 Stunden		

Modulbestandteile	18463	Modellierung menschlichen Verhaltens in Informationssystemen (Vorlesung (WP) - 2 TWS)
	18464	Konzepte von Fahrerassistenzsystemen (Vorlesung (WP) - 2 TWS)

Modulverantwortlicher Priv.-Doz. Dr.-Ing. Gerhard Staude

Inhalt

Fahrerassistenzsysteme sind für die Automobilindustrie von großer Bedeutung, um das Fahren in Zukunft sicherer, komfortabler und energiesparender zu machen. Für die effiziente Entwicklung von Fahrerassistenzsystemen sind Methoden der Informationstechnik unverzichtbar, die anhand dieses durchgängigen Praxisbeispiels in der Lehrveranstaltung nahegebracht werden.

Die besondere Herausforderung in der Fahrerassistenz liegt in der Rolle des Fahrers, der nach wie vor die Verantwortung für die sichere Fahrzeugführung innehat. Die informationstechnischen Verfahren müssen daher stets sowohl technische als auch psychophysiologische Aspekte berücksichtigen und erfordern Wissen und Einsatz von Konzepten des menschlichen Verhaltens. Deshalb besteht dieses Modul aus den zwei Komponenten "Modellierung menschlichen Verhaltens" und "Konzepte von Fahrerassistenzsystemen".

a) Lehrveranstaltung Modellierung menschlichen Verhaltens in Informationssystemen
(Dr.-Ing. Michael Dambier)

Die Lehrveranstaltung „Modellierung menschlichen Verhaltens in Informationssystemen“ befasst sich mit Konzepten der menschlichen Informationsverarbeitung und der menschlichen Physiologie und deren Abbildung in Informationssystemen. Ausgehend von Beispielen der Fahrermodellierung und der Modellierung menschlichen Verhaltens in Sicherheitssystemen werden grundlegende Modellierungsprinzipien und -vorgehensweisen erläutert. Die informationstechnischen Verfahren werden in den Beispieldomänen um menschliche Verhaltensaspekte erweitert. Schwerpunkte der Vorlesung sind:

- Grundlagen der Modellierung
- „Funktionsweise“ des Menschen
- Sensortechnologie
- Modellierung des Menschen als Regelelement

- Modellierung von menschlichem Verhalten in Sicherheitssystemen

b) Lehrveranstaltung Konzepte von Fahrerassistenzsystemen
(Dr. rer. nat. Dietrich Manstetten)

Die Lehrveranstaltung "Konzepte von Fahrerassistenzsystemen" konzentriert sich auf den Kontext der Rolle des Menschen in der Fahrzeugführung und die zur Unterstützung dieser Aufgabe entwickelten technischen Systeme. Aktuelle Fahrerassistenzsysteme (Elektronisches Stabilitäts Programm ESP, Adaptive Cruise Control ACC, Notbremsysteme, Spurhalteunterstützung, Nachtsichtsysteme) werden aus Unfallforschung und Verkehrstheorie motiviert und im Detail erläutert. Die Implikationen für die sich ändernde Rolle des Fahrers werden dargestellt und anhand von informationstechnischen Technologien der Mensch-Maschine-Schnittstelle bzw. der Fahrerzustandserkennung konkretisiert. Schwerpunkthemen der Vorlesung sind:

- Aufgaben der Fahrzeugführung
- Beispiele für Fahrerassistenzsysteme
- Unfallforschung und Verkehrstheorie
- Umfelderkennung und Sensortechnologie
- Gestaltung der Mensch-Maschine Schnittstelle
- Ermittlung des Fahrerzustandes
- Modellierung des Fahrerverhaltens
- Systemtest mit Fahrsimulatoren und auf Teststrecken
- Der Weg zum Autonomen Fahren

Qualifikationsziele

Die Studierenden sollen nach dieser Lehrveranstaltung folgende Kernkompetenzen erworben haben:

- Grundkenntnisse im Bereich Mensch-Maschine-Interaktion (interdisziplinäre Schlüsseltechnologie)
- Grundkenntnisse der Fahrerassistenzsysteme
- Grundkenntnisse der Modellierung menschlichen Verhaltens
- Konzepte zur Anwendung des Informationstechnik-Wissens auf die Informationsverarbeitung eines Bedieners
- Kenntnisse über aktuelle Entwicklungen im Bereich "Fahrerassistenzsysteme"

Voraussetzungen

Die Lehrveranstaltungen erfordern keine über das B.Sc.-Studium hinausgehenden Vorkenntnisse

Verwendbarkeit

- Wahlpflichtmodul für alle Vertiefungsrichtungen der Studiengänge Elektrotechnik und Informationstechnik (M. Sc.) und Mathematical Engineering (M. Sc.)
- Wahlpflichtmodul für den Studiengang Computer Aided Engineering (M. E.)
- Vorbereitung von Masterarbeiten auf dem Gebiet der Informationssysteme in Fahrzeugen und Sicherheitssystemen

Hinweis: Das Modul ist nur dann verwendbar, wenn keine der zugehörigen Lehrveranstaltungen im Rahmen eines anderen Moduls eingebracht wird!

Leistungsnachweis

Jährlich werden zwei Termine angeboten, an denen alle Teilveranstaltungen des Moduls gemeinsam geprüft werden. Voraussetzung für die Zulassung zur Prüfung ist die Bearbeitung einer Hausaufgabe mit abschließender Ergebnispräsentation.

Für dieses Modul ist eine schriftliche Prüfung von 40 Minuten Dauer (sP-40) vorgesehen. Die Prüfungsergebnisse zu beiden Lehrveranstaltungen gehen zu gleichen Teilen in die Modulnote ein. Die Modulprüfung ist bestanden, wenn jede der in die Modulnote eingehenden Lehrveranstaltungen mindestens mit „ausreichend“ (4.0) bewertet wurde.

Sonstige Bemerkungen

Die Lehrveranstaltungen werden in Absprache jeweils zu Blöcken zusammengefasst. Die Studierenden können Ihre Matlab-Kenntnisse in die Hausaufgabe der Lehrveranstaltung „Modellierung menschlichen Verhaltens in Informationssystemen“ mit einbringen. Weitere Informationen zu diesem Modul gibt es auf der Internet-Seite des Instituts EIT3.2.

Literatur

- H. Winner, S. Hakuli, G. Wolf, „Handbuch Fahrerassistenzsysteme: Grundlagen, Komponenten und Systeme für aktive Sicherheit und Komfort“. Verlag Vieweg&Teubner, 2009
- H. J. Bungartz, S. Zimmer, M. Buchholz, D. Pflüger, „Modellbildung und Simulation - Eine anwendungsorientierte Einführung“. Verlag Springer, 2009.
- B. Schneider, „Die Simulation menschlichen Panikverhaltens - Ein Agenten-basierter Ansatz“. Verlag Vieweg&Teubner, Wiesbaden, 2011

Dauer und Häufigkeit

Das Modul dauert 2 Semester.
Das Modul beginnt jedes Studienjahr jeweils im Wintersemester.

Modul 1037 Informations- und Codierungstheorie

zugeordnet zu: Wahlpflichtmodule Vertiefungsrichtung: Extreme Environment Technologies

Studiengang:	Mathematical Engineering	Modultyp:	Wahlpflicht
Workload gesamt (h):	180 Stunden	ECTS-Punkte:	6
-> Präsenzzeit (h):	60 Stunden	TWS:	5 Stunden
-> Selbststudium (h):	120 Stunden		

Modulbestandteile	1037	Informations- und Codierungstheorie (Vorlesung, Übung (WP) - 5 TWS)
-------------------	------	--

Modulverantwortlicher	Prof. Dr. Peter Hertling
-----------------------	--------------------------

Inhalt	<p>Grundlegende Fragen der Informationsverarbeitung sind, wieviel Information man in einen Bitstrom hineincodieren kann und wieviel Information man durch das Senden eines Bitstroms in einer bestimmten Zeit von einem Ort zu einem anderen Ort übertragen kann, wenn der Bitstrom nur mit einer bestimmten Geschwindigkeit gesendet werden kann und die Sendung womöglich noch gestört wird. Diese Fragen werden in der Shannonschen Informationstheorie behandelt, die Inhalt dieser Veranstaltung ist. Dazu werden Grundbegriffe zu Codes eingeführt, der Begriff der Entropie, Nachrichtenquellen und Kanäle. Ziele sind der Quellencodierungssatz und der Kanalcodierungssatz von Shannon.</p> <p>Anschließend werden in der Praxis wichtige Codierungsmethoden behandelt z.B. lineare Codes und Faltungscodes. Es werden Algorithmen und Ergebnisse zu derartigen Codierungsmethoden und zur Decodierung und Fehlerkorrektur einer übertragenen, codierten, aber möglicherweise gestörten Nachricht behandelt werden. Am Ende soll noch eine kurze Einführung in die algorithmische Informationstheorie gegeben werden.</p>
--------	--

Qualifikationsziele	<p>Die Studierenden lernen einerseits grundlegende theoretische Begriffe zur Übertragung von Information durch einen Bitstrom kennen, sowie prinzipielle Grenzen der Informationsübertragung.</p> <p>Andererseits lernen sie wichtige Codierungsmethoden kennen, die in der digitalen elektronischen Datenübertragung verwendet werden. Sie lernen zu beurteilen, welche Codierungsmethoden in welcher Situation vorzuziehen sind. Außerdem sollen sie selbst Algorithmen zur Codierung und Decodierung (auch Fehlerkorrektur) implementieren können.</p>
---------------------	---

Voraussetzungen	Es werden Grundkenntnisse in Analysis, linearer Algebra und Wahrscheinlichkeitstheorie vorausgesetzt.
-----------------	---

Verwendbarkeit

Das Modul kann als Wahlpflichtfach im Vertiefungsfach Theoretische Informatik gewählt werden.

Die Kenntnis der Inhalte dieses Moduls ist sehr nützlich für eine spätere Beschäftigung mit Datenübertragung und elektronischen Kommunikationssystemen

Leistungsnachweis

Schriftliche Prüfung von 60 Minuten Dauer oder mündliche Prüfung von 30 Minuten Dauer. Die Art der Prüfung wird zu Beginn des Moduls bekannt gegeben.

Dauer und Häufigkeit

Das Modul dauert 1 Trimester.

Das Modul wird jedes zweite Studienjahr angeboten und beginnt jeweils im Wintertrimester.

Modul 1455 Integralgleichung und Randelemente

zugeordnet zu: Wahlpflichtmodule Vertiefungsrichtung: Extreme Environment Technologies

Studiengang:	Mathematical Engineering	Modultyp:	Wahlpflicht
Workload gesamt (h):	90 Stunden	ECTS-Punkte:	3
-> Präsenzzeit (h):	36 Stunden	TWS:	3 Stunden
-> Selbststudium (h):	54 Stunden		

Modulbestandteile	14551	Integralgleichungen und Randelemente (Vorlesung (PF) - 3 TWS)
-------------------	-------	--

Modulverantwortlicher	Prof. Dr.sc.math.habil. Joachim Gwinner
-----------------------	---

Inhalt	<ul style="list-style-type: none"> Potentialgleichung: Außen- und Innenrandwertaufgaben Integraldarstellungsformel; Einfach- und Doppelschichtpotential Randintegraloperatoren Variationelle Randformulierungen gemischter Randwertprobleme: Gebietsformulierungen, Randformulierungen) Galerkin-Verfahren; vereinfachte Methode der Finiten Elemente auf dem Rand: „Randelemente“, Approximation mit periodischen Spline-Funktionen Fehlerabschätzungen, Aubin-Nitsche-Trick, Superapproximation Numerische Integration, Kollokationsmethode Hypersinguläre Integrale und ihre Regularisierung
--------	---

Qualifikationsziele	<ul style="list-style-type: none"> Aufbau von Wissen durch Einführung in ein aktuelles Gebiet der angewandten und numerischen Mathematik Kompetenz zum Wissenstransfer aus der mathematischen Forschung in die ingenieurwissenschaftliche Anwendung Fähigkeit zu selbständigem Studium der weiterführenden > englischsprachigen Fachliteratur Vorbereitung auf eine einschlägige Master-Arbeit
---------------------	---

Voraussetzungen	<ul style="list-style-type: none"> unabdingbar: Kenntnisse aus der Linearen Algebra, der Differential- und Integralrechnung für Funktionen mehrerer Veränderlicher und der Numerischen Mathematik empfohlen: Kenntnisse in Partiellen Differentialgleichungen
-----------------	---

Verwendbarkeit	Anwendung des erlangten Wissens in der Masterarbeit und in Modulen aus den Bereichen Numerische Simulation – Computer Aided Engineering.
----------------	--

Leistungsnachweis	Am Ende der Veranstaltung wird eine mündliche Prüfung mit 30 Minuten Dauer abgehalten.
-------------------	--

Sonstige Bemerkungen

Die Veranstaltung kann bei Bedarf in englischer Sprache angeboten werden.

Literatur

- H. Gründemann: Randelementmethoden in der Festkörpermechanik, Fachbuchverlag Leipzig 1991.
- J. Gwinner, E.P. Stephan: Numerical Analysis of Boundary Value Problems and First Kind Integral Equations, Book manuscript.
- G.C. Hsiao, W.L. Wendland, Boundary Integral equations, Springer, Berlin, 2008.
- S. Sauter, C. Schwab: Randelementmethoden, Teubner-Verlag Stuttgart 2004.

Es werden umfangreiche Unterlagen in Form eines Ordners mit Vorlesungs- und Übungsinhalten und weiterführende Inhalte zur Verfügung gestellt.

Dauer und Häufigkeit

Das Modul dauert ein Trimester, es findet im Frühjahrstrimester des 1. Master-Studienjahres statt.

Modul 1350 Konstruktiver Ingenieurbau III (Stahlbau)

zugeordnet zu: Wahlpflichtmodule Vertiefungsrichtung: Extreme Environment Technologies

Studiengang:	Mathematical Engineering	Modultyp:	Wahlpflicht
Workload gesamt (h):	150 Stunden	ECTS-Punkte:	5
-> Präsenzzeit (h):	72 Stunden	TWS:	6 Stunden
-> Selbststudium (h):	78 Stunden		

Modulbestandteile	13501	Ingenieurholzbau (Vorlesung (PF) - 2 TWS)
	13502	Stahl- und Verbundkonstruktionen (Vorlesung (PF) - 2 TWS)
	13503	Stahl- und Verbundkonstruktionen (Übung (PF) - 2 TWS)

Modulverantwortlicher Prof. Dr.-Ing. Ingbert Mangerig

Inhalt Ingenieurholzbau (Prof. Mangerig):

- Tragsturen aus Holzelementen
- Brettschichtholz, Herstellung, Werkstoffkenngrößen
- Dimensionierungsgrundsätze
- Gekrümmte Holzleimkonstruktionen
- Rahmentragwerke
- Detailgestaltung
- Holzschutz
- Tafelbauweise
- Hallentragwerke
- Holzbrücken, Pionierbrücken
- Gegenüberstellung Berechnungsansätze Holzbau - Stahlbau

Stahl- und Verbundkonstruktionen (Prof. Mangerig):

- Grenzzustände der Tragfähigkeit und der Gebrauchstauglichkeit
- St. Venant Torsion
- Wölbkrafttorsion
- Stabilisierung elastisch gebetteter Stabsysteme
- Schubfeldtheorie
- Beulen
- Interaktion Knicken/Beulen
- Theorie der Verbundkonstruktionen
- Gestaltung der Verbundfuge
- Zeitabhängiges Materialverhalten
- Anschlusstechnik im Stahl- und Verbundbau

Qualifikationsziele Im Rahmen des Moduls Konstruktiver Ingenieurbau III erwerben die Studierenden vertiefte Kenntnisse in den Fächern Ingenieurholzbau sowie Stahl- und Verbundbau. Insbesondere entwickeln sie Fähigkeiten zur Analyse des Tragverhaltens der genannten Bauweisen und

zur anwendungsorientierten Übersetzung der Berechnungsergebnisse in ausführbare Konstruktionen.

Voraussetzungen

Voraussetzung für die Teilnahme an der Veranstaltung sind fundierte Kenntnisse in der Mechanik, der Baustatik, dem Verhalten der Werkstoffe des Bauwesens sowie dem Stahlbau und dem Holzbau.

Verwendbarkeit

Das Modul ist Voraussetzung für die Teilnahme an den Modulen Brücken- und Ingenieurbau sowie Projekt Konstruktiver Ingenieurbau.

Leistungsnachweis

Schriftliche Prüfung 120 Minuten oder mündliche Prüfung 30 Minuten.

Dauer und Häufigkeit

Das Modul dauert 1 Trimester.
Das Modul beginnt jedes Studienjahr jeweils im Wintertrimester.

Modul 1351 Konstruktiver Ingenieurbau IV (Massivbau)

zugeordnet zu: Wahlpflichtmodule Vertiefungsrichtung: Extreme Environment Technologies

Studiengang:	Mathematical Engineering	Modultyp:	Wahlpflicht
Workload gesamt (h):	150 Stunden	ECTS-Punkte:	5
-> Präsenzzeit (h):	72 Stunden	TWS:	6 Stunden
-> Selbststudium (h):	78 Stunden		

Modulbestandteile	13511	Hoch- und Industriebau (Vorlesung (PF) - 2 TWS)
	13512	Spannbetonbau (Vorlesung (PF) - 2 TWS)
	13513	Spannbetonbau (Übung (PF) - 2 TWS)

Modulverantwortlicher Prof. Dr.-Ing. Manfred Keuser

Inhalt

Spannbetonbau (Prof. Keuser):
 In der Vorlesung Spannbetonbau werden nach einem geschichtlichen Rückblick die Vorspanntechnologien vorgestellt und die Berechnung der Vorspannung statisch bestimmter und statisch unbestimmter Systeme hergeleitet. Anschließend folgen die Darstellung der Auswirkung des zeitabhängigen Materialverhaltens von Beton und Stahl auf das Tragverhalten sowie die Berechnung von Spannkraftverlusten. Nach der Bemessung vorgespannter Bauteile im Grenzzustand der Tragfähigkeit und der Gebrauchstauglichkeit schließt eine Zusammenfassung mit der Darstellung von Entwurfsgrundsätzen diese Lehrveranstaltung ab. In der zugehörigen Übung wird ein Beispiel vorgestellt und umfassend bearbeitet.

Hoch- und Industriebau (Prof. Keuser):
 In der Vorlesung Hoch- und Industriebau wird die Anwendung der Massivbauweise im Hoch- und Industriebau, sowohl bei Fertigteile- als auch bei Ortbetonkonstruktionen behandelt. Daneben werden Spezialthemen wie z.B. WU-Konstruktionen, Betontragwerke für Hochhäuser, Heißbemessung von Massivbauteilen etc. behandelt.

Qualifikationsziele

Im Modul "KI IV" erwerben die Studierenden die Kenntnisse der Grundlagen und der Berechnungsverfahren der Spannbetonbauweise sowie die Fähigkeit zur Umsetzung der Grundlagen des Massivbaus im Hoch- und Industriebau.

Voraussetzungen Fundierte Kenntnisse der Statik, Mechanik und Werkstoffe.

Verwendbarkeit

Das Modul ist empfohlene Voraussetzung für die Teilnahme an den Modulen:

- Brücken- und Ingenieurbau

- Projekt Konstruktiver Ingenieurbau

Leistungsnachweis

Schriftliche Prüfung 120 Minuten oder mündliche Prüfung 30 Minuten.

Dauer und Häufigkeit

Das Modul dauert 1 Trimester.
Das Modul beginnt jedes Studienjahr jeweils im Wintertrimester.

Modul 1334 Kontinuumsmechanik und Werkstoffmodelle

zugeordnet zu: Wahlpflichtmodule Vertiefungsrichtung: Extreme Environment Technologies

Studiengang:	Mathematical Engineering	Modultyp:	Pflicht
Workload gesamt (h):	150 Stunden	ECTS-Punkte:	5
-> Präsenzzeit (h):	60 Stunden	TWS:	5 Stunden
-> Selbststudium (h):	90 Stunden		

Modulbestandteile	13341	Kontinuumsmechanik (Vorlesung (PF) - 2 TWS)
	13342	Modellbildung in der Werkstoffmechanik (Vorlesung (PF) - 2 TWS)
	13343	Tensorrechnung (Vorlesung (PF) - 1 TWS)

Modulverantwortlicher Prof. Dr.-Ing. habil. Michael Brüning

Inhalt	<p>Tensorrechnung (Prof. Apel):</p> <ul style="list-style-type: none">• Vektoren, ko- und kontravariante Basis• Tensoren zweiter und höherer Stufe• Rechenoperationen mit Tensoren• krummlinige Koordinaten• Differentiale und der Gradient einer skalaren Funktion• Nabla-Kalkül für Tensorfelder• Christoffel-Symbole <p>Kontinuumsmechanik (Prof. Brüning):</p> <ul style="list-style-type: none">• Kinematik des Kontinuums• Kräfte und Spannungen• Bilanz- und Erhaltungssätze• Materialgleichungen• Variationsprinzipie <p>Modellbildung in der Werkstoffmechanik (Prof. Brüning):</p> <ul style="list-style-type: none">• Elastisches Werkstoffverhalten• Plastisches Werkstoffverhalten• Raten- und Temperaturabhängigkeiten• Schädigungsmodelle• Rissentwicklung und Versagen
--------	--

Qualifikationsziele	<p>Die Studierenden beherrschen die Grundlagen der Tensorrechnung in symbolischer Darstellung. Sie besitzen ein fundiertes Wissen über unterschiedliche Spannungszustände und Verzerrungstensoren und erhalten Einblicke in die Struktur und Bedeutung der Erhaltungsgleichungen und der Hauptsätze der Thermodynamik. Fundierte Kenntnisse über inelastische Stoffgesetze, Schädigungsentwicklungen und Versagensmechanismen von Werkstoffen erlauben eine realistische Prognose des</p>
---------------------	---

Deformations- und Versagensverhaltens von Bauteilen und Strukturen.

Voraussetzungen

Bachelor-Studium

Verwendbarkeit

- "Finite Methoden und Stoffgesetze in der Hochdynamik", Modulnummer:1348
- Konstruktive Fächer

Leistungsnachweis

Mündliche Prüfung 30 Minuten oder schriftliche Prüfung 90 Minuten.

Dauer und Häufigkeit

Das Modul dauert 1 Trimester.
Das Modul beginnt jedes Studienjahr jeweils im Wintertrimester.

Modul 1068 Leichtbaustrukturen

zugeordnet zu: Wahlpflichtmodule Vertiefungsrichtung: Extreme Environment Technologies

Studiengang:	Mathematical Engineering	Modultyp:	Pflicht
Workload gesamt (h):	150 Stunden	ECTS-Punkte:	5
-> Präsenzzeit (h):	48 Stunden	TWS:	4 Stunden
-> Selbststudium (h):	102 Stunden		

Modulbestandteile 10681 Leichtbaustrukturen (Vorlesung, Übung (PF) - 4 TWS)

Modulverantwortlicher Prof. Dr.-Ing. Helmut Rapp

Inhalt

Die Studierenden erhalten im Modul „Leichtbaustrukturen“ vertiefende Kenntnisse über Leichtbaustrukturen. Besondere Berücksichtigung finden Phänomene der Krafteinleitung und der Stabilität dünnwandiger Strukturen. Ein erster Einblick in die Funktionsweise und Berechnung von Membrankreiszyinderschalen wird gegeben. Das Modul gliedert sich in folgende Abschnitte:

- Lastein-/umleitungen, Dreigurtscheibe, analytische Lösung, Shear-Lag Theorie.
- Stabilität von Leichtbaustrukturen
 - + Stab-Feder-Systeme
 - Verzweigungsproblem,
 - Durchschlagsproblem,
 - Systeme mit mehreren Freiheitsgraden,
 - kombinierte Beanspruchungen (Interaktionsformeln).
 - + Elastische Tragwerke
 - druckbelasteter Balken mit Vorverformung,
 - Näherungsverfahren für den Balken,
 - elastisch gebetteter Balken, Sandwichknittern,
 - Biegedrillknicken,
 - Kippen,
 - Plattenbeulen,
 - Teilschaleninstabilitäten,
 - Beulen von Kreiszyinderschalen,
 - Konzept der mitttragenden Breite und des Zugfeldes.
- Statik der Kreiszyinderschalen
 - Übertragungsmatrix der Membranschale,
 - Umfangsbiegesteife Kreiszyinderschale,
 - Spantmatrix.

Qualifikationsziele

1) Die Studierenden kennen die wesentlichen Mechanismen, die bei der Einleitung konzentrierter Kräfte in dünnwandige Strukturen wirken. Sie können die dabei auftretenden Spannungen ermitteln und ihre Auswirkungen auf praktische Problemstellungen beurteilen.

- 2) Die Studierenden erwerben die Fähigkeit, Stabilitätsprobleme dünnwandiger stabartiger Tragwerke zu klassifizieren. Sie können die stabilitätskritischen Lasten für einfache dünnwandige Tragwerke ermitteln.
- 3) Die Studierenden besitzen ein grundlegendes Verständnis für die Wirkungsweise von Membrankreiszyinderschalen ohne und mit Umfangsversteifungen (Spante).

Voraussetzungen	Vorausgesetzt werden Kenntnisse in „Festigkeitslehre“ und „Leichtbau“
Leistungsnachweis	Schriftliche Prüfung 90 Minuten (30 Minuten Fragenteil ohne Hilfsmittel, 60 Minuten Aufgabenteil mit allen Hilfsmitteln) oder mündliche Prüfung 30 Minuten (ohne Hilfsmittel)
Sonstige Bemerkungen	Zuordnung zu den Studienschwerpunkten siehe Tabelle am Anfang des Dokumentes.
Literatur	<ul style="list-style-type: none">• Kossira H.: Grundlagen des Leichtbaus. Einführung in die Theorie dünnwandiger stabförmiger Tragwerke. Berlin Heidelberg: Springer Verlag, 1996.• Wiedemann J.: Leichtbau. Elemente und Konstruktion. Berlin: Springer Verlag, 2007.• Pflüger A.: Stabilitätsprobleme der Elastostatik. Berlin: Springer-Verlag, 1975.• Niu M.C.Y.: Airframe Stress Analysis and Sizing. Hong Kong: Hong Kong Conmilit Press Ltd., 1999.
Dauer und Häufigkeit	Das Modul dauert ein Trimester, es findet im Frühjahrstrimester des 1. Master-Studienjahres statt.

Modul 1069 Luftfahrtantriebe

zugeordnet zu: Wahlpflichtmodule Vertiefungsrichtung: Extreme Environment Technologies

Studiengang:	Mathematical Engineering	Modultyp:	Pflicht
Workload gesamt (h):	150 Stunden	ECTS-Punkte:	5
-> Präsenzzeit (h):	48 Stunden	TWS:	4 Stunden
-> Selbststudium (h):	102 Stunden		

Modulbestandteile	10691	Luftfahrtantriebe (Vorlesung (PF) - 2 TWS)
	10692	Luftfahrtantriebe (Übung (PF) - 2 TWS)

Modulverantwortlicher Prof. Dr.-Ing. Reinhard Niehuis

Inhalt	<p>Die Studierenden erwerben im Modul Luftfahrtantriebe ein vertieftes Grundlagenwissen über die verschiedenen Arten und Bauweisen von Antriebssystemen für unterschiedliche Anwendungen in der Luftfahrt:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Die Studierenden erhalten nach einer kurzen Wiederholung wesentlicher Aspekte der Gasdynamik eine Einführung in das Betriebsverhalten von TL-Triebwerken anhand von Verdichter- und Triebwerks-Kennfeldern. Dabei werden auch Aspekte der Regelung, die Formulierung von geeigneten Ähnlichkeitskenngrößen sowie das instationäre Betriebsverhalten behandelt. • Der Zweck und die Vorteile der Mehrwellenbauart werden für TL-Triebwerke dargestellt und es wird dabei auf die aerodynamischen Zusammenhänge sowie einige Aspekte zum Betriebsverhalten von TL-Triebwerken in Zweiwellenbauart eingegangen. • In ausführlicher Form wird auf die heute übliche Bauweise, das sogenannte ZTL-Triebwerk eingegangen. Dabei lernen die Studierenden die Einsatzbereiche und Bauarten sowie die aerothermodynamischen Zusammenhänge kennen. Neben der Definition von Kennzahlen werden die Grundlagen zur Berechnung von Schub, spezifischen Brennstoffverbrauch und Wirkungsgraden vorgestellt sowie Optimierungsaspekte angesprochen. Abgerundet wird dies mit der Darstellung der besonderen Gestaltungsanforderungen des Fans. • Danach werden die Studierenden mit den Einsatzbereichen und dem Aufbau von PTL-Triebwerken und Turbomotoren vertraut gemacht. Vermittelt werden die aerothermodynamischen Zusammenhänge, Kennzahlen und Ähnlichkeitskenngrößen, der Einfluss der Hauptauslegungsparameter auf Schub und spezifischen Brennstoffverbrauch sowie Aspekte von Teillast und Regelung. Nach der Darstellung der Bauarten von PTL-Triebwerken werden aktuelle Tendenzen und so genannte Propfan-Triebwerkskonzepte erläutert. • Das Modul schließt mit einer Darstellung von Triebwerken für den Überschallflug. Die Studierenden lernen die speziellen Anforderungen kennen, wobei insbesondere auf Überschalleinlaufdiffusoren, die Schubdüsegestaltung für den Überschallflug sowie Triebwerke mit Nachverbrennung eingegangen wird.
--------	--

Qualifikationsziele	<ul style="list-style-type: none">• Die Studierenden besitzen ein vertieftes Verständnis der verschiedenen Triebwerksarten, deren spezielle Bauweise und Einsatzbereiche in der Luftfahrt.• Die Studierenden besitzen die Fähigkeit, mithilfe des vermittelten Grundwissens verschiedene Triebwerksarten und deren unterschiedliche Anwendungsbereiche richtig einzuordnen und zu bewerten. Sie sind in der Lage, einfache Prozessrechnungen selbst vorzunehmen.• Die Studierenden sind fähig, geeignete Antriebssysteme für unterschiedlichste Luftfahrzeuge in Abhängigkeit der Flugmission auszuwählen und zu definieren.• Die Studierenden erhalten einen Überblick über die speziellen Anforderungen der Triebwerke für den überschallflug• Für einfache Triebwerksarten (TL-Triebwerke) können die Studierenden anhand der grundlegenden Zusammenhänge das Betriebsverhalten verstehen und nachvollziehen.
Voraussetzungen	Vorausgesetzt werden Kenntnisse aus den Modulen "Strömungsmechanik", "Gasdynamik", "Thermodynamik" und "Antriebssysteme".
Verwendbarkeit	Voraussetzung für Auswahl und Projektierung von Antriebskomponenten für unterschiedliche Anwendungsbereiche, für wissenschaftliche Grundlagenuntersuchungen und angewandte Forschung und Entwicklung auf dem Gebiet der Flugantriebe und Turbomaschinen.
Leistungsnachweis	Schriftliche Prüfung 90 Minuten
Sonstige Bemerkungen	Zuordnung zu den Studienschwerpunkten siehe Tabelle am Anfang des Dokumentes.
Literatur	<ul style="list-style-type: none">• Bräunling W.: Flugzeugtriebwerke. Springer Verlag, 2004.• Hagen H.: Fluggasturbinen und ihre Leistungen. Karlsruhe: Verlag G. Braun, 1982.• Hünecke K.: Flugtriebwerke. Stuttgart: Verlag Motorbuch, 1978.• Müller R.: Luftstrahltriebwerke. Grundlagen, Charakteristiken, Arbeitsverhalten. Braunschweig: Vieweg, 1997.• Münzberg H.G.: Flugantriebe. Berlin: Springer-Verlag, 1972.
Dauer und Häufigkeit	Das Modul dauert 1 Trimester, es findet im Frühjahrstrimester des 1. Master-Studienjahres statt.

Modul 1191 Maschinendynamik

zugeordnet zu: Wahlpflichtmodule Vertiefungsrichtung: Extreme Environment Technologies

Studiengang:	Mathematical Engineering	Modultyp:	Pflicht
Workload gesamt (h):	120 Stunden	ECTS-Punkte:	4
-> Präsenzzeit (h):	36 Stunden	TWS:	3 Stunden
-> Selbststudium (h):	84 Stunden		

Modulbestandteile	11911	Maschinendynamik (Vorlesung (PF) - 2 TWS)
	11912	Maschinendynamik (Übung (PF) - 1 TWS)

Modulverantwortlicher Prof. Dr.-Ing. Steffen Marburg

Inhalt

Die Studierenden erwerben im Modul Maschinendynamik das Grundwissen zur Behandlung der Wechselwirkungen zwischen dynamischen Kräften und Bewegungsgrößen innerhalb von Maschinen.

- Physikalische und mathematische Modellbildung sowie analytische und numerische Verfahren zur Untersuchung schwingungsfähiger Systeme.
- Experimentelle Methoden zur Bestimmung dynamischer Größen im Zeit- und Frequenzbereich, experimentelle Modalanalyse.
- Grundlagen der Dynamik von Rotoren.
- Dreh- und Translationsschwingungen, schwingungsfähige Systeme mit einem und mehreren Freiheitsgraden, erzwungene Schwingungen, nichtlineare und selbsterregte Schwingungen.
- Grundlagen zur Bemessung von Maschinenelementen, Auswuchten und Massenausgleich von Rotoren, Berechnung von dynamischen Beanspruchungen und Deformationen sowie von kritischen Drehzahlen, Resonanzphänomene.
- Methoden zur Schwingungsisolierung sowie zur Verminderung von Lärm- und Vibrationsbelastungen, Schwingungsdämpfer und Schwingungstilger.

Qualifikationsziele

- Die Studierenden erlernen die Grundbegriffe sowie ausgewählte experimentelle, analytische und numerische Methoden der Maschinendynamik.
- Die Studierenden sind in der Lage, störende Schwingungen von Maschinen zu charakterisieren und jeweils entsprechende Methoden zur Schwingungsisolierung bzw. Schwingungsdämpfung auszuwählen.
- Die Studierenden erwerben die Fähigkeit, einfache schwingungsfähige Systeme zu untersuchen, zu verstehen und zu bemessen.

Voraussetzungen

Vorausgesetzt werden Kenntnisse Kenntnisse, wie sie in den Bachelor-Modulen der Technischen Mechanik und der Höheren Mathematik vermittelt werden.

Verwendbarkeit

Das erworbene Wissen ist Voraussetzung für wissenschaftliche Untersuchungen sowie für angewandte Forschung und Entwicklung auf sämtlichen Gebieten der Luft- und Raumfahrttechnik. Das Modul Maschinendynamik bildet die Grundlage für weiterführende Lehrveranstaltungen des Masterstudiums.

Leistungsnachweis

Schriftliche Prüfung 90 Minuten oder mündliche Prüfung 30 Minuten

Literatur

- Dresig H., Holzweißig F.: Maschinendynamik. Springer Verlag, 2006.
 - Sachau D., Brommundt E.: Schwingungslehre mit Maschinendynamik. Vieweg+Teubner, 2007.
 - Irretier H.: Grundlagen der Schwingungstechnik Band 1 und 2. Springer Verlag, 2001.
 - Hollburg U.: Maschinendynamik. Oldenbourg Verlag, 2007.
 - Gasch R., Nordmann R., Pfützner H.: Rotordynamik. Springer Verlag, 2007.
-

Dauer und Häufigkeit

Das Modul dauert ein Trimester, es findet im Herbsttrimester des 1. Master-Studienjahres statt.

Modul 1404 Mathematik der Information

zugeordnet zu: Wahlpflichtmodule Vertiefungsrichtung: Extreme Environment Technologies

Studiengang:	Mathematical Engineering	Modultyp:	Wahlpflicht
Workload gesamt (h):	150 Stunden	ECTS-Punkte:	5
-> Präsenzzeit (h):	48 Stunden	TWS:	4 Stunden
-> Selbststudium (h):	102 Stunden		

Modulbestandteile 14041 Mathematik der Information (Vorlesung (WP) - 4 TWS)

Modulverantwortlicher Prof. Dr. rer. nat. Dr.-Ing. Stefan Schäffler

Inhalt Wahrscheinlichkeitstheorie
 o Maß- und Integrationstheorie
 o Zufallsvariablen
 Math. Informationstheorie
 o Quellen und Kanäle
 o Sätze von Shannon

Qualifikationsziele Grundlagen aus der Stochastik und Grundkenntnisse in Math. Informationstheorie.

Voraussetzungen Bachelor EIT, ME

Verwendbarkeit Für alle Module und Masterarbeiten, die Stochastik und/oder Informationstheorie benötigen.

Leistungsnachweis Eine schriftliche Prüfung von 45 Minuten oder eine mündliche Prüfung von 20 Minuten.
 Die Art der Prüfung wird zu Beginn des Trimesters bekanntgegeben.

Literatur P. Billingsley: "Ergodic Theory and Information", Wiley & Sons.
 Skriptum

Dauer und Häufigkeit Das Modul dauert 1 Trimester.
 Das Modul findet optional in jedem Studienjahr im Frühjahrstrimester statt.
 Als Startzeitpunkt ist das Frühjahrstrimester im 2. Studienjahr des Masterstudiengangs EIT und ME vorgesehen.

Modul 1302 MATLAB advanced

zugeordnet zu: Wahlpflichtmodule Vertiefungsrichtung: Extreme Environment Technologies

Studiengang:	Mathematical Engineering	Modultyp:	Wahlpflicht
Workload gesamt (h):	150 Stunden	ECTS-Punkte:	5
-> Präsenzzeit (h):	48 Stunden	TWS:	4 Stunden
-> Selbststudium (h):	102 Stunden		

Modulbestandteile 13021 MATLAB advanced (Seminar (WP) - 2 TWS)

Modulverantwortlicher Priv.-Doz. Dr.-Ing. Gerhard Staude

Inhalt

MATLAB ist ein interaktives, matrixorientiertes Programmpaket zur Berechnung, Visualisierung und Programmierung wissenschaftlich-technischer Fragestellungen. Aufbauend auf Grundkenntnissen der matrixorientierten Programmierung mit MATLAB bietet die Lehrveranstaltung "MATLAB advanced" einen weiterführenden und vertiefenden Einblick in dieses vielseitige, in den Ingenieurwissenschaften weit verbreitete, Werkzeug mit den Schwerpunkten

- Erweiterte Grafikfunktionen
- Modulare und rekursive Programmierung
- Eingebettete und verschachtelte Funktionen
- Flexible Parameterübergabe über Parameter-Value Kombinationen
- Erstellen interaktiver Benutzeroberflächen (Callbacks)
- Datenimport und -export
- Erfassung und Verarbeitung von Daten in Echtzeit
- Objektorientierte Methoden
- Konzepte zur Parallelverarbeitung
- Nutzung von Toolboxes

Die Lehrveranstaltung ist als Blended-Learning Kurs angelegt und verknüpft eine Selbstlernkomponente mit Vorlesungsanteilen im Seminarstil. Anhand eines ausführlichen Skripts erarbeiten Teams von zwei bis drei Studierenden die einzelnen Lehreinheiten in weitgehend freier Zeiteinteilung selbständig am eigenen Rechner. Ein internet-basiertes Lernportal stellt dabei den Kontakt zum Dozenten und zu den anderen Kursteilnehmern sicher. In den begleitenden Seminarveranstaltungen werden die erarbeiteten Lösungen dann präsentiert, Problemstellen und alternative Lösungsansätze diskutiert und die Inhalte weiter vertieft.

Qualifikationsziele

Die Studierenden sollen nach der Lehrveranstaltung "MATLAB advanced" folgende Kernkompetenzen erworben haben:

- Sicheres Beherrschen von Schlüsseltechniken der matrixorientierten Programmierung

- Kenntnis spezieller und weiterführender Programmierkonzepte
- Fähigkeit zur Realisierung auch komplexerer interaktiver Benutzerschnittstellen
- Grundkenntnisse in der objektorientierten Programmierung mit MATLAB
- Fähigkeit zur algorithmischen Umsetzung ingenieurstypischer Problemstellungen
- Sicherheit im selbständigen Erarbeiten von Problemlösungen im Team

Voraussetzungen

- MATLAB Basiswissen ist von Vorteil, kann aber in einer optionalen Lehrinheit nachgeholt bzw. aufgefrischt werden
- Bereitschaft zur eigenmotivierten aktiven Mitarbeit in kleinen Teams
- Wegen der studentenzentrierten Ausrichtung muss die Teilnehmerzahl für diese Veranstaltung auf 21 beschränkt werden.

Verwendbarkeit

- Wahlpflichtmodul für alle Vertiefungsrichtungen der Studiengänge Elektrotechnik und Informationstechnik (M. Sc.) und Mathematical Engineering (M. Sc.)
- Wahlpflichtmodul für das Anwendungsfach Elektrotechnik im Studiengang Informatik (M. Sc.)
- Ergänzung von Vorlesungen und Übungen mit MATLAB Anteilen sowie zur Vorbereitung auf Masterarbeiten

Leistungsnachweis

- Schriftliche Prüfung von 90 Minuten Dauer (sP-90)

Sonstige Bemerkungen

Weitere Lehrinheiten im Umfang von 2 TWS werden von den Studierenden in weitgehend freier Zeiteinteilung aktiv am eigenen Rechner erarbeitet.

Literatur

Skript: Matlab - advanced

Wolfgang Schweizer: MATLAB kompakt. 3. Auflage. München, Oldenburg Verlag, 2008

Dauer und Häufigkeit

Das Modul dauert 1 Trimester.
Das Modul beginnt jedes Studienjahr jeweils im Frühjahrstrimester.
Bei Bedarf wird das Modul zusätzlich auch im Herbsttrimester angeboten.

Modul 1380 Mehrantennensysteme (MIMO-Systeme)

zugeordnet zu: Wahlpflichtmodule Vertiefungsrichtung: Extreme Environment Technologies

Studiengang:	Mathematical Engineering	Modultyp:	Wahlpflicht
Workload gesamt (h):	150 Stunden	ECTS-Punkte:	5
-> Präsenzzeit (h):	60 Stunden	TWS:	5 Stunden
-> Selbststudium (h):	90 Stunden		

Modulbestandteile	13801	Mehrantennensysteme (MIMO) (Vorlesung (WP) - 3 TWS)
	13802	Mehrantennensysteme (MIMO) (Übung (WP) - 2 TWS)

Modulverantwortlicher Priv.-Doz. Dr.-Ing. Gerhard Staude

Inhalt	<ul style="list-style-type: none"> • Grundlagen: <ul style="list-style-type: none"> o Kanalkapazität, Codierung, Turbo-Prinzip o Multiple-Input Multiple-Output (MIMO) Kanalmodelle o Grundlagen von Orthogonalem Frequenzmultiplex (OFDM) • MIMO Kanalkapazität • Grundlegende MIMO-Übertragungsverfahren <ul style="list-style-type: none"> o Beamforming o Space-Time Trellis Codes o Sendeantennen-Diversity mit orthogonalen Space-Time Blockcodes o Spatial Multiplexing o Cyclic Delay Diversity o Nicht-kohärente MIMO-Übertragungsverfahren o Vergleich von MIMO Übertragungsverfahren o Einführung in das Konzept des Dirty Paper Coding o Spatial multiplexing mit räumlicher Signalverarbeitung am Empfänger oder Sender (Precoding) • Multiuser MIMO • MIMO in kommerziellen drahtlosen Kommunikationssystemen (WLAN, zellulärer Mobilfunk)
--------	---

Qualifikationsziele	<ul style="list-style-type: none"> • Grundkenntnisse der informationstheoretischen Grundlagen von MIMO Systemen • Kenntnis der Übertragungseigenschaften und Modellierung von Funkkanälen mit mehreren Antennen • Grundkenntnisse von Codierverfahren für drahtlose Kommunikationssysteme • Verständnis der grundlegenden MIMO-Übertragungsverfahren • Kenntnis der in kommerziellen Systemen angewendeten MIMO-Verfahren • Verständnis der praktischen Probleme bei der Nutzung von MIMO-Verfahren in kommerziellen Systemen • Fähigkeiten in der Anwendung von Matrizenrechnung am Beispiel von MIMO-Systemen
---------------------	--

- Fähigkeiten in der Anwendung stochastischer Methoden am Beispiel von MIMO-Systemen

Voraussetzungen

- Mathematik A, B,C
- Wünschenswert sind Kenntnisse der Signalverarbeitung (z.B. Module „Signalverarbeitung und Informationsverarbeitung digitale Regelung und Sensornetze" oder „Signalverarbeitung und Übertragungssysteme der Hochfrequenztechnik" oder „Digitale Signalverarbeitung")
- Wünschenswert sind Kenntnisse der Mobilkommunikation
- Wünschenswert sind Kenntnisse der Kommunikationstechnik, wie sie in den Vorlesungen „Signale und Kommunikationssysteme" und „Kommunikationstechnik I" (BA-Modul „Kommunikationstechnik") und „Kommunikationstechnik II" (MA-Modul „Informationsverarbeitung und Kommunikationstechnik" oder „Kommunikationstechnik B") vermittelt werden

Verwendbarkeit

- Wahlpflichtmodul für alle Vertiefungsrichtungen der Masterstudiengänge EIT und ME

Leistungsnachweis

Mündliche Modulprüfung von 30min Dauer (mP-30) oder schriftliche Prüfung von 60min Dauer (sP-60)

Dauer und Häufigkeit

Das Modul dauert 1 Trimester, beginnt jedes Studienjahr, als Startzeitpunkt ist das 10. Trimester vorgesehen (HT im 2. Studienjahr)

Modul 1192 Mensch-Maschine Interaktion

zugeordnet zu: Wahlpflichtmodule Vertiefungsrichtung: Extreme Environment Technologies

Studiengang:	Mathematical Engineering	Modultyp:	Wahlpflicht
Workload gesamt (h):	90 Stunden	ECTS-Punkte:	3
-> Präsenzzeit (h):	48 Stunden	TWS:	4 Stunden
-> Selbststudium (h):	42 Stunden		

Modulbestandteile	11921	Mensch-Maschine Interaktion (Vorlesung (PF) - 2 TWS)
	11922	Mensch-Maschine Interaktion (Übung (PF) - 2 TWS)

Modulverantwortlicher Prof. Dr.-Ing. habil. Michael Popp

Inhalt Die Studierenden erwerben im Modul "Mensch-Maschine Interaktion" einen detaillierten Einblick in die theoretischen Grundlagen und Möglichkeiten der Gestaltung, sowie die Vor- und Nachteile konkreter Realisationen solcher Schnittstellen. Dies erfolgt auf der Basis der Vermittlung von Grundlagen und Modellen der menschlichen Wahrnehmung, Kognition und Informationsverarbeitung. Der Vorlesungsstoff wird an konkreten Beispielen verdeutlicht und in praktischen Übungen vertieft.

- Zu Beginn erfolgt eine Einführung in die menschliche Informationsverarbeitung mit Beispielen von aktuellen Aufmerksamkeitstheorien, Kognitions- und Gedächtnismodellen.
- Eine vollständige Darstellung der menschliche sensorischen Wahrnehmung mit besonderer Betonung der visuellen Wahrnehmung verdeutlicht die zugrunde liegenden physiologischen und die mit ihnen einhergehenden mentalen Prozesse. Aus beiden entsteht ein Verständnis für die Komplexität der wechselseitigen Interaktion an Schnittstellen. Schon daraus lässt sich ableiten, wie gute Schnittstellen konstruiert werden müssen.
- Es werden alle Leistungsparameter einer guten, erfolgreichen Schnittstellengestaltung angesprochen. Dabei wird besonderer Wert auf die Vermittlung von wissenschaftlichen Methoden und Experimentalverfahren zur Schnittstellenbewertung gelegt.
- Neben den bisherigen, teilweise rein technisch, teilweise noch mechanisch arbeitenden Schnittstellen gewinnen überwiegend oder reine Softwarelösungen für Schnittstellen immer mehr an Bedeutung. Aus diesem Grund wird in Vorlesung und Übung besonderer Wert auf die Vermittlung auch von Kenntnissen in Software-Ergonomie bis hin zu allerneuesten entsprechenden Technologien gelegt.
- Im praxisorientierten Teil werden konkrete Anzeigen und Bedienelemente einzeln und als Funktionsgruppen betrachtet, ihre Entwicklung bis heute vorgestellt und diskutiert. Die Veranstaltung schließt mit einer Darstellung und Diskussion moderner Schnittstellenlösungen von komplexen Flugzeugarbeitsplätzen bis hin zu Fahrerassistenzsystemen des Automobilsektors.

Qualifikationsziele	<ul style="list-style-type: none">• Die Studierenden kennen die relevanten Gestaltungsparameter auf beiden Seiten einer Mensch-Maschine Interaktion und ihre wechselseitige Abhängigkeit.• Sie besitzen das Basiswissen über die relevanten Aspekte der menschlichen Wahrnehmung, der Gedächtnisleistungen, der kognitiven Fähigkeiten und der Biomechanik des Menschen.• Sie kennen die bisher in der Technik und Informatik erarbeiteten Schnittstellenlösungen in Hard- und Software, Ihre Vor- und Nachteile.• Sie können bei gegebenen Anforderungen und Randbedingungen eigenständig einfache neue Schnittstellen entwerfen und verfügen über das Methodenwissen, diese im Vergleich zu anderen Lösungen experimentell und theoretisch fundiert zu bewerten.
Voraussetzungen	keine
Verwendbarkeit	Die Gestaltung wirksamer Schnittstellen zur Interaktion zwischen Benutzer und technischen Systemen gehört zu praktisch allen Aspekten ingenieurtechnischen, konstruktiven Arbeitens. Absolventen des Master-Studiengangs Luft- und Raumfahrttechnik werden immer vor der Frage stehen, wie Systemzustände einem Nutzer/Operator angezeigt werden und auf welche Art und Weise dieser dem System seine Wünsche/Direktiven mitteilen soll. Auch die ständig steigende Flexibilität der Reaktionsmöglichkeiten technischer Systeme auf variable Anforderungen und Einsatzszenarios macht die gute Gestaltung der Schnittstelle zu einer herausfordernden und anspruchsvollen Aufgabe, die mit "common sense" bzw. herkömmlich Lösungen nicht mehr befriedigend bewältigt werden kann.
Leistungsnachweis	Schriftliche Prüfung 60 Minuten (ohne Hilfsmittel) oder mündliche Prüfung 30 Minuten (ohne Hilfsmittel)
Sonstige Bemerkungen	Dieses Modul kann auch als Munich-Aerospace-Partnermodul belegt werden.
Literatur	<ul style="list-style-type: none">• Birbaumer N., Schmidt R.F.: Biologische Psychologie. Heidelberg: Springer Medizin Verlag, 2006.• Bruce V., Green P.R.: Visual Perception. London: Lawrence Erlbaum Associates, 1992.• Charwat H.J.: Lexikon der Mensch-Maschine-Kommunikation. München: Oldenbourg Verlag, 1992.• Jukes M.: Aircraft Display Systems. London: Professional Engineering Publishing Limited, 2004.• Reason J.: Human Error. Cambridge: University Press, 1990.• Schmidtke H.: Lehrbuch der Ergonomie. München: Hanser Verlag, 1981.
Dauer und Häufigkeit	Das Modul dauert ein Trimester, es findet jährlich im Frühjahrstrimester statt.

Modul 1413 Mensch-Maschine Interaktion ab Jahrgang 2013 ff

zugeordnet zu: Wahlpflichtmodule Vertiefungsrichtung: Extreme Environment Technologies

Studiengang:	Mathematical Engineering	Modultyp:	Wahlpflicht
Workload gesamt (h):	150 Stunden	ECTS-Punkte:	5
-> Präsenzzeit (h):	48 Stunden	TWS:	4 Stunden
-> Selbststudium (h):	102 Stunden		

Modulbestandteile	14131	Mensch-Maschine Interaktion (Vorlesung (PF) - 2 TWS)
	14132	Mensch-Maschine Interaktion (Übung (PF) - 2 TWS)

Modulverantwortlicher Prof. Dr.-Ing. habil. Michael Popp

Inhalt Die Studierenden erwerben im Modul "Mensch-Maschine Interaktion" einen detaillierten Einblick in die theoretischen Grundlagen und Möglichkeiten der Gestaltung, sowie die Vor- und Nachteile konkreter Realisationen solcher Schnittstellen. Dies erfolgt auf der Basis der Vermittlung von Grundlagen und Modellen der menschlichen Wahrnehmung, Kognition und Informationsverarbeitung. Der Vorlesungsstoff wird an konkreten Beispielen verdeutlicht und in praktischen Übungen vertieft.

- Zu Beginn erfolgt eine Einführung in die menschliche Informationsverarbeitung mit Beispielen von aktuellen Aufmerksamkeitstheorien, Kognitions- und Gedächtnismodellen.
- Eine vollständige Darstellung der menschlichen sensorischen Wahrnehmung mit besonderer Betonung der visuellen Wahrnehmung verdeutlicht die zugrunde liegenden physiologischen und die mit ihnen einhergehenden mentalen Prozesse. Aus beiden entsteht ein Verständnis für die Komplexität der wechselseitigen Interaktion an Schnittstellen. Schon daraus lässt sich ableiten, wie gute Schnittstellen konstruiert werden müssen.
- Es werden alle Leistungsparameter einer guten, erfolgreichen Schnittstellengestaltung angesprochen. Dabei wird besonderer Wert auf die Vermittlung von wissenschaftlichen Methoden und Experimentalverfahren zur Schnittstellenbewertung gelegt.
- Neben den bisherigen, teilweise rein technisch, teilweise noch mechanisch arbeitenden Schnittstellen gewinnen überwiegend oder reine Softwarelösungen für Schnittstellen immer mehr an Bedeutung. Aus diesem Grund wird in Vorlesung und Übung besonderer Wert auf die Vermittlung auch von Kenntnissen in Software-Ergonomie bis hin zu allerneuesten entsprechenden Technologien gelegt.
- Im praxisorientierten Teil werden konkrete Anzeigen und Bedienelemente einzeln und als Funktionsgruppen betrachtet, ihre Entwicklung bis heute vorgestellt und diskutiert. Die Veranstaltung schließt mit einer Darstellung und Diskussion moderner Schnittstellenlösungen von komplexen Flugzeugarbeitsplätzen bis hin zu Fahrerassistenzsystemen des Automobilsektors.

Qualifikationsziele	<ul style="list-style-type: none">• Die Studierenden kennen die relevanten Gestaltungsparameter auf beiden Seiten einer Mensch-Maschine Interaktion und ihre wechselseitige Abhängigkeit.• Sie besitzen das Basiswissen über die relevanten Aspekte der menschlichen Wahrnehmung, der Gedächtnisleistungen, der kognitiven Fähigkeiten und der Biomechanik des Menschen.• Sie kennen die bisher in der Technik und Informatik erarbeiteten Schnittstellenlösungen in Hard- und Software, Ihre Vor- und Nachteile.• Sie können bei gegebenen Anforderungen und Randbedingungen eigenständig einfache neue Schnittstellen entwerfen und verfügen über das Methodenwissen, diese im Vergleich zu anderen Lösungen experimentell und theoretisch fundiert zu bewerten.
Voraussetzungen	keine
Verwendbarkeit	Die Gestaltung wirksamer Schnittstellen zur Interaktion zwischen Benutzer und technischen Systemen gehört zu praktisch allen Aspekten ingenieurtechnischen, konstruktiven Arbeitens. Absolventen des Master-Studiengangs Luft- und Raumfahrttechnik werden immer vor der Frage stehen, wie Systemzustände einem Nutzer/Operator angezeigt werden und auf welche Art und Weise dieser dem System seine Wünsche/Direktiven mitteilen soll. Auch die ständig steigende Flexibilität der Reaktionsmöglichkeiten technischer Systeme auf variable Anforderungen und Einsatzszenarios macht die gute Gestaltung der Schnittstelle zu einer herausfordernden und anspruchsvollen Aufgabe, die mit "common sense" bzw. herkömmlich Lösungen nicht mehr befriedigend bewältigt werden kann.
Leistungsnachweis	Schriftliche Prüfung 60 Minuten (ohne Hilfsmittel) oder mündliche Prüfung 30 Minuten (ohne Hilfsmittel)
Sonstige Bemerkungen	Dieses Modul kann auch als Munich-Aerospace-Partnermodul belegt werden.
Literatur	<ul style="list-style-type: none">• Birbaumer N., Schmidt R.F.: Biologische Psychologie. Heidelberg: Springer Medizin Verlag, 2006.• Bruce V., Green P.R.: Visual Perception. London: Lawrence Erlbaum Associates, 1992.• Charwat H.J.: Lexikon der Mensch-Maschine-Kommunikation. München: Oldenbourg Verlag, 1992.• Jukes M.: Aircraft Display Systems. London: Professional Engineering Publishing Limited, 2004.• Reason J.: Human Error. Cambridge: University Press, 1990.• Schmidtke H.: Lehrbuch der Ergonomie. München: Hanser Verlag, 1981.
Dauer und Häufigkeit	Das Modul dauert ein Trimester, es findet jährlich im Frühjahrstrimester statt.

Modul 1072 Messmethoden in der Strömungsmechanik

zugeordnet zu: Wahlpflichtmodule Vertiefungsrichtung: Extreme Environment Technologies

Studiengang:	Mathematical Engineering	Modultyp:	Pflicht
Workload gesamt (h):	150 Stunden	ECTS-Punkte:	5
-> Präsenzzeit (h):	48 Stunden	TWS:	4 Stunden
-> Selbststudium (h):	102 Stunden		

Modulbestandteile	10721	Messmethoden in der Strömungsmechanik (Vorlesung (PF) - 2 TWS)
	10722	Messmethoden in der Strömungsmechanik (Übung (PF) - 2 TWS)

Modulverantwortlicher Prof. Dr. rer. nat. habil. Christian Kähler

Inhalt

Bei strömungsmechanischen Entwurfsaufgaben spielt das Versuchswesen eine zentrale Rolle. Sei es an einem verkleinerten Modell im Windkanal oder an der Großausführung. Die dabei zur Verfügung stehenden diagnostischen Hilfsmittel haben sich ebenso rasant entwickelt, wie die Elektronik der schnellen Signalverarbeitung und besonders die Laseroptik.

Im Modul "Messmethoden in der Strömungsmechanik" werden die wichtigsten mechanischen, elektrischen und optischen Messverfahren behandelt, die heute in der Forschung und Entwicklung eingesetzt werden.

- Versuchsanlagen für Modelluntersuchungen
- Verfahren zur Visualisierung von Strömungen
- Druckmessverfahren
- Kraftmessung
- Hitzdrahttechnik
- Laser Zwei Fokus Anemometer (L2F)
- Laser Doppler Anemometrie (LDA)
- Doppler Global Velocimetry (DGV)
- Particle Image Velocimetry (PIV)
- Particle Tracking Velocimetry (PTV)
- Schlierenverfahren
- Interferometer
- Thermographie
- Pressure Sensitive Paint (PSP)

Qualifikationsziele

- Die Studierenden kennen das grundlegende Messprinzip der verschiedenen mechanischen, elektrischen und optischen Messverfahren.
- Die Studierenden kennen die Vor- und Nachteile der vorgestellten Messverfahren und sind in der Lage, bei einem gegebenen praktischen Problem die geeignete Messtechnik auszuwählen, die zur Beantwortung der strömungsmechanischen Fragestellung führt.

- Die Studierenden haben eine Vorstellung von den wirtschaftlichen Aspekten, d.h. welcher finanzielle und personelle Aufwand ist mit dem Einsatz eines bestimmten Messverfahrens unter Erhalt welcher strömungsmechanischen Erkenntnisse verbunden.

Voraussetzungen

Grundkenntnisse aus Physik und Messtechnik sowie die Vorlesung "Strömungsmechanik".

Verwendbarkeit

Die Inhalte des Moduls "Messmethoden in der Strömungsmechanik" vermitteln zentrale Begriffe der Messtechnik. Einige der vorgestellten Methoden werden in einer nachfolgenden Lehrveranstaltung, dem "Apparativen Praktikum Fluidodynamik", in den Laboren des Instituts für Strömungsmechanik in kleinen Gruppen angewendet. Zudem bereitet das Modul auf Messungen vor, die im Rahmen von Bachelor-/Masterarbeiten durchgeführt werden.

Leistungsnachweis

Schriftliche Prüfung 75 Minuten (Hilfsmittel: nicht-programmierbarer Taschenrechner) oder mündliche Prüfung 30 Minuten (ohne Hilfsmittel)

Sonstige Bemerkungen

Dieses Modul kann auch als Munich-Aerospace-Partnermodul belegt werden.

Zuordnung zu den Studienschwerpunkten siehe Tabelle am Anfang des Dokumentes.

Literatur

- Eckelmann H.: Einführung in die Strömungsmesstechnik. Teubner, 1997.
- Tropea C., Yarin A.L., Foss J.F.: Springer Handbook of Experimental Fluid Mechanics. Springer Verlag, 2007.
- Raffel M., Willert C., Wereley S., Kompenhans J.: Particle Image Velocimetry. Springer Verlag, 2007.

Dauer und Häufigkeit

Das Modul dauert ein Trimester, es findet im Frühjahrstrimester des 1. Master-Studienjahres statt.

Modul 1073 Messtechnik

zugeordnet zu: Wahlpflichtmodule Vertiefungsrichtung: Extreme Environment Technologies

Studiengang:	Mathematical Engineering	Modultyp:	Pflicht
Workload gesamt (h):	150 Stunden	ECTS-Punkte:	5
-> Präsenzzeit (h):	60 Stunden	TWS:	5 Stunden
-> Selbststudium (h):	90 Stunden		

Modulbestandteile	10731	Grundlagen der Messtechnik (Vorlesung, Praktikum, Übu (PF) - 5 TWS)
-------------------	-------	--

Modulverantwortlicher	Prof. Dr. rer. nat. habil. Günther Dollinger
-----------------------	--

Inhalt	<p>Das Modul besteht aus der Vorlesung "Messtechnik", den dazugehörigen Übungen und einem messtechnischen Praktikum.</p> <p>In den "Messtechnik" werden folgende Inhalte vermittelt:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Messung elektrischer Größen analog und digital • Messverstärker für Strom, Spannung, Ladung • Rauschen und die Auswirkung auf die Genauigkeit von Messungen • Temperatursensoren, zugehörige Messprinzipien und Anwendungsbereiche • Sensoren für elektromagn. Strahlung und hochenergetischen Teilchenstrahlen
--------	--

Qualifikationsziele	<ol style="list-style-type: none"> 1)Die Studierenden lernen die Prinzipien zur genauen Messung von elektrischen Größen kennen. 2)Die Studierenden lernen prinzipiellen Grenzen in der Messung elektrischer Größen kennen 3)Die Studierenden lernen exemplarisch physikalische Grundlagen und Anwendung unterschiedlicher Sensoren kennen.
---------------------	---

Voraussetzungen	Experimentalphysik/Praktikum, Messtechnik, Steuerungs- und Regelungstechnik, Höhere Mathematik I, II, III, Grundlagen der Elektrotechnik
-----------------	--

Verwendbarkeit	Voraussetzung für alle weiteren Vorlesungen im Bereich Flugführung, Steuer- und Regelungstechnik, Autonome Systeme, Satellitennavigation
----------------	--

Leistungsnachweis	Grundlagen der Messtechnik: schriftliche Prüfung 75 Minuten
-------------------	---

Messtechnik Praktikum: Teilnahmechein

Zugelassene Hilfsmittel für schriftliche Prüfung:

- 2 handbeschriebene Blätter (DIN A4)
- mathematische Formelsammlung
- nicht programmierbarer Taschenrechner

Sonstige Bemerkungen

Zuordnung zu den Studienschwerpunkten siehe Tabelle am Anfang des Dokumentes.

Literatur

- E. Schrüfer, Elektrische Messtechnik, Hanser Verlag, München 2004
- R. Lerch, Elektrische Messtechnik, Springer, Berlin 2005
- H.-J. Kunze, Physikalische Messmethoden, Teubner Studienbücher, Stuttgart 1986
- F. Bernhard, Technische Temperaturmessung, Springer, Berlin 2004

Dauer und Häufigkeit

Das Modul dauert ein Trimester, es findet im Wintertrimester des 1. Master-Studienjahres statt.

Modul 1301 Methoden der künstlichen Intelligenz

zugeordnet zu: Wahlpflichtmodule Vertiefungsrichtung: Extreme Environment Technologies

Studiengang:	Mathematical Engineering	Modultyp:	Wahlpflicht
Workload gesamt (h):	180 Stunden	ECTS-Punkte:	6
-> Präsenzzeit (h):	72 Stunden	TWS:	6 Stunden
-> Selbststudium (h):	108 Stunden		

Modulbestandteile	13011	Neuronale Netze (Vorlesung (WP) - 3 TWS)
	13012	Fuzzy Logic (Vorlesung (WP) - 3 TWS)

Modulverantwortlicher Priv.-Doz. Dr.-Ing. Gerhard Staude

Inhalt

a) Lehrveranstaltung **Neuronale Netze** (Prof. Wolf)

Neuronale Netze als Alternative zur klassischen Wissensverarbeitung wurden erstmalig schon 1943 diskutiert, mit der allgemeinen Verfügbarkeit der ersten Computer um 1960 in Pilotexperimenten realisiert, aber erst nach der Entwicklung schneller SIMD-Rechner nach 1985 auf breiter Basis zur Signal- und Wissensverarbeitung eingesetzt. Anwendungsbereiche waren und sind insbesondere die Mustererkennung sowie die Regelungs- und Automatisierungstechnik.

Die Neuronalen Netze sind den nichtlinearen Verfahren zuzuordnen und haben eine enge Beziehung zum Bereich "Expertensysteme" bzw. "Adaptive Systeme". In dieser Wahlpflichtvorlesung wird deshalb eine Einführung in diesen Problemkreis und spezielle Anwendungsfälle angeboten, bevor das Grundkonzept der Neuronalen Netze besprochen wird. Zur Vertiefung der Grundkenntnisse sollen dann anhand von exemplarischen Aufgaben und Beispielen im Selbststudium (Projektlehre) Lösungsansätze mit Neuronalen Netzen erarbeitet werden. Werkzeug dazu ist die Signalverarbeitungssoftware MATLAB.

b) Lehrveranstaltung **Fuzzy Logic** (PD Dr. Staude)

Fuzzy Logic als Alternative zur Booleschen Logik ist schon lange eingeführt, erlebt aber in den letzten Jahren insbesondere in der Mustererkennung sowie der Regel- und Automatisierungstechnik einen Boom. Sie ist den nichtlinearen Verfahren zuzuordnen und hat eine enge Beziehung zum Bereich "Expertensysteme". In dieser Wahlpflichtvorlesung wird deshalb eine Einführung in diesen Problemkreis und spezielle Anwendungsfälle angeboten.

Ausgehend von einer Übersicht über das Konzept der Fuzzy Logic werden die verschiedenen Aspekte der Fuzzifizierung und der Defuzzifizierung eingehend besprochen. Im zweiten Teil der Vorlesung, der zur Vertiefung dieser Grundkenntnisse dient, sollen dann anhand von exemplarischen Beispielen aus den Bereichen Automatisierungstechnik, Kommunikationstechnik und Medizintechnik Lösungsansätze unter Verwendung von Fuzzy Logic aufgezeigt werden.

Qualifikationsziele	<p>Die Studierenden sollen nach der Lehrveranstaltung Methoden der Künstlichen Intelligenz folgende Kernkompetenzen erworben haben:</p> <ul style="list-style-type: none">• Grundlegendes methodisches Wissen im Bereich Künstliche Intelligenz (KI)• Vernetzung des Wissens aus der klassischen Informationsverarbeitung mit dem aus dem KI-Bereich• Basiskenntnisse in Entwurf und Anwendung von Neuronalen Netzen und Fuzzy Inference Systemen• Sicherheit im selbständigen problemorientierten Arbeiten
Voraussetzungen	<ul style="list-style-type: none">• Die Vorlesung erfordert keine über das BSc-Studium hinausgehenden Vorkenntnisse, allerdings sollte man der Mathematik nicht abgeneigt sein.
Verwendbarkeit	<ul style="list-style-type: none">• Wahlpflichtmodul für alle Vertiefungsrichtungen der Studiengänge Elektrotechnik und Informationstechnik (M. Sc.) und Mathematical Engineering (M. Sc.)• Wahlpflichtmodul für das Anwendungsfach Elektrotechnik im Studiengang Informatik (M. Sc.)
Leistungsnachweis	<ul style="list-style-type: none">• Schriftliche Prüfung von 90 Minuten Dauer oder mündliche Prüfung von 30 Minuten Dauer (sP-90 oder mP-30). Die genauen Prüfungsmodalitäten werden zu Beginn der Lehrveranstaltung bekanntgegeben.
Modulnote	<p>Für die Modulnote werden die Leistungen der Lehrveranstaltungen "Neuronale Netze" und "Fuzzy Logic" im Verhältnis 1:1 gewertet. Die Modulprüfung ist bestanden, wenn jede der beiden Lehrveranstaltungen mindestens mit "ausreichend" (4.0) bewertet wurde.</p>
Literatur	<p>G. D. Rey, K. F. Wender, Neuronale Netze: Eine Einführung in die Grundlagen, Anwendungen und Datenauswertung. Verlag Huber, Bern, 2008.</p> <p>Constantin von Altrock: Fuzzy Logic. München, Oldenburg Verlag, 1993</p> <p>Senén Baro and Roque Marín (ed.): Fuzzy Logic in Medicine, Physica Verlag Heidelberg, 2002</p>
Dauer und Häufigkeit	<ul style="list-style-type: none">• Das Modul dauert 2 Trimester.• Das Modul beginnt jedes Studienjahr jeweils im Wintertrimester.

- Als Startzeitpunkt ist das Wintertrimester im ersten Studienjahr vorgesehen.

Modul 1074 Methoden in der Produktentwicklung

zugeordnet zu: Wahlpflichtmodule Vertiefungsrichtung: Extreme Environment Technologies

Studiengang:	Mathematical Engineering	Modultyp:	Wahlpflicht
Workload gesamt (h):	150 Stunden	ECTS-Punkte:	5
-> Präsenzzeit (h):	72 Stunden	TWS:	6 Stunden
-> Selbststudium (h):	78 Stunden		

Modulbestandteile	10741	Methoden in der Produktentwicklung (Vorlesung (PF) - 4 TWS)
	10742	Methoden in der Produktentwicklung (Übung (PF) - 2 TWS)

Modulverantwortlicher Prof. Dr.-Ing. Kristin Paetzold

Inhalt	<p>Allgemeine Betrachtung</p> <ul style="list-style-type: none"> • Motivation; Bedeutung und Aufgabenfelder der Produktentwicklung • Einordnung der Produktentwicklung in Markt/Unternehmen/Gesellschaft • Systemtheoretische Ansätze zur Beschreibung technischer Systeme • Integrierte Produktentwicklung <p>Prozessgestaltung</p> <ul style="list-style-type: none"> • Strukturierung von Entwicklungsprozessen: operative und strategische Vorgehensmodelle • Prozessgestaltung für interdisziplinäre Entwicklungsaufgaben • Darstellung der Phasen und Beschreibung der typischen Handlungen im Produktentwicklungsprozess am Beispiel <p>Methodenunterstützung in der Produktentwicklung</p> <ul style="list-style-type: none"> • Strukturierung der Methoden auf Basis des Problemlösungszyklus • Darstellung von methodischem Vorgehen für Synthese, Analyse und Bewertung von technischen Lösungen • Aspekte und Bedeutung von DfX als Möglichkeit zum Wissensmanagement in der Entwicklung • Vorgehensweise und Methoden zum Variantenmanagement <p>Rechnerunterstützung in der Produktentwicklung</p> <ul style="list-style-type: none"> • Produktdatenmanagement: Methoden zur Aufbereitung und der Daten- und Informationsflüsse im Entwicklungsprozess • CAx-Werkzeugen zur Methodenunterstützung; Einordnung der CAx-Werkzeuge in den Produktentwicklungsprozess
--------	--

Qualifikationsziele • Vermittlung von Kenntnissen über Grundlagen der Entwicklungsmethodiken in den Ingenieurwissenschaften

- Erlernen einer methodischen, zielgerichteten Arbeitsweise zur Entwicklung technischer Systeme
- Neben der Vorstellung der Methoden werden Kenntnisse über geeignete Hilfsmittel und Werkzeuge zur Lösungsfindung bereitgestellt, die anhand praxisnaher Beispiele angewendet werden
- Die Lehrveranstaltung soll einen Überblick über die vielfältigen Möglichkeiten der Rechnerunterstützung in der Produktentwicklung und deren Grenzen aufzeigen

Voraussetzungen

keine

Verwendbarkeit

Das Modul **Methoden der Produktentwicklung** stellt die Grundlagen für ein strukturiertes Herangehen zur Lösung von komplexen Entwicklungsaufgaben sowohl für konstruktive Tätigkeiten während des Studiums als auch für spätere Einsatzgebiete im Bereich der Luft- und Raumfahrttechnik bereit.

Leistungsnachweis

Schriftliche Prüfung mit 90 Minuten Dauer am Ende des Herbsttrimesters.

Wiederholungsmöglichkeit zum Ende des 1. Quartals.

Für die Prüfung darf eine einseitig handbeschriebene DIN A4-Seite zur Unterstützung verwendet werden.

Sonstige Bemerkungen

Zuordnung zu den Studienschwerpunkten siehe Tabelle am Anfang des Dokumentes.

Literatur

- Pahl G., Beitz W., Feldhusen J., Gote H.: Pahl/Beitz Konstruktionslehre: Grundlagen erfolgreicher Produktentwicklung. Methoden und Anwendung. 7. Auflage. Berlin: Springer-Verlag, 2006.
- Ehrenspiel K.: Integrierte Produktentwicklung Denkabläufe, Methodeneinsatz, Zusammenarbeit. 3. Auflage. Hanser Fachbuchverlag, 2006.
- Lehner F.: Wissensmanagement. Grundlagen, Methoden und technische Unterstützung. 3. Auflage. Hanser Fachbuchverlag, 2009.
- Eigner M., Stelzer R.: Produktdatenmanagement-Systeme: Ein Leitfaden für Product Development und Life Cycle Management. 2. Auflage. Berlin: Springer Verlag, 2009.

Dauer und Häufigkeit

Das Modul dauert 1 Trimester, es findet im Herbsttrimester des 1. Master-Studienjahres statt.

Modul 1308 Microcontroller und SPS im Vergleich - ein Studienprojekt

zugeordnet zu: Wahlpflichtmodule Vertiefungsrichtung: Extreme Environment Technologies

Studiengang:	Mathematical Engineering	Modultyp:	Wahlpflicht
Workload gesamt (h):	180 Stunden	ECTS-Punkte:	6
-> Präsenzzeit (h):	60 Stunden	TWS:	5 Stunden
-> Selbststudium (h):	120 Stunden		

Modulbestandteile	13081	Microcontroller und Speicherprogrammierbare Steuerungen (Vorlesung (WP) - 0.5 TWS)
	13082	Microcontroller und Speicherprogrammierbare Steuerungen (Studienprojekt (WP) - 4.5 TWS)
	13083	Studienprojekt Microcontroller vs SPS (Projekt (WP) - 10 TWS)

Modulverantwortlicher Prof. Dr.-Ing. Werner Wolf

Inhalt

Teil A:

Im Bereich der Rechneranwendungen nimmt Prozessdatenverarbeitung (PDV) bei der Rationalisierung und Automatisierung eine bedeutende Stellung ein, wobei technologisch vorwiegend Microcontroller (MCU) im Anwendungsbereich zum Einsatz kommen. Die grundsätzlichen Konzepte der MCU werden in der Vorlesung „embedded systems“ behandelt. In dieser Wahlpflichtlehrveranstaltung wird zur Einführung auf den prinzipiellen Aufbau und die Wirkungsweise der MCU am Beispiel des Mikrocontrollers MC912DG128A eingegangen, bevor die Studierenden zur Vertiefung dieser Grundkenntnisse dann anhand von exemplarischen Beispielen (z.B. Drehzahlregelung eines Gleichstrommotors, Werkzeugmaschinensteuerung, Ablaufsteuerung einer Reaktionszeitmessung) diese vertiefen. Die Programmierung erfolgt in Assembler, da dies den direkten Einblick in die MCU erlaubt. Dabei ist auch der Programmtest mit Hilfe des Debugging eingeschlossen. Für diesen Teil der Lehrveranstaltung steht ein Entwicklungssystem in einem Praktikumsraum zur Verfügung, an dem die Studierenden diese Lehrinhalte selbständig und in freier Zeiteinteilung erarbeiten sollen.

Teil B:

Eine Speicherprogrammierbare Steuerung (SPS) ist eine elektronische Baugruppe, die in der Automatisierungstechnik für Steuerungs- und Regelungsaufgaben eingesetzt wird. Im Prinzip handelt es sich dabei um ein Computersystem mit spezialisierten Eingabe und Ausgabe Schnittstellen. Über diese ist die SPS mit Sensoren und Aktuatoren verbunden und kann so Fertigungsprozesse überwachen und beeinflussen. Wesentlich ist bei der SPS, dass sie programmierbar ist und damit jederzeit flexibel Produkt-, Ablauf- oder Fertigungsveränderungen angepasst werden kann.

Diese Wahlpflichtvorlesung baut auf grundlegendem Wissen zur SPS-Programmierung auf und vermittelt weitergehendes Wissen sowie dessen praktische Anwendung in einem Studienprojekt. Dieses umfasst die Ablaufsteuerung von komplexen Fertigungsprozessen un-

ter Einbeziehung von Modellaufbauten. Methodisch werden auch hier vorwiegend Werkzeuge des Blended-Learnings eingesetzt.

Qualifikationsziele

- Erwerb von grundlegendem methodischen Wissen zum Bereich Prozessdatenverarbeitung (PDV)
- Erwerb von vertieften Kenntnissen zur Anwendung von Microcontrollern in der Automatisierungstechnik als Kernanwendung in der PDV
- Erwerb von erweitertem methodischen Wissen zum Bereich Speicherprogrammierbare Steuerungen (SPS) und ihrer Anwendung in der Automatisierungstechnik.
- Sicheres Beherrschen der Programmierung des Microcontrollers mit Assembler sowie der SPS mit Step7 und den entsprechenden Programmierumgebungen
- Training on Job der Programmierung anhand einer komplexen Anwendung (Projekt)
- Selbständiges problemorientiertes Erlernen mit Hilfe moderner Medien.
- Training der Problemlösung in Team-Arbeit.

Voraussetzungen

- Grundkenntnisse der Digitalen Schaltungstechnik und der Programmierung
- SPS Basiswissen, z.B. aus dem B. Sc. Wahlpflichtmodul 'SPS - Eine Einführung in das Konzept und die Programmierung von Speicherprogrammierbaren Steuerungen'
- Teilnahme an der Vorlesung „Embedded Systems“ (M.Sc.) bzw. „Architektur und Programmierung von Microcontrollern (B.Sc.)
- Wegen der studentenzentrierten Ausrichtung muss die Teilnehmerzahl für diese Veranstaltung auf 6 Teilnehmer beschränkt werden.

Verwendbarkeit

- Wahlpflichtmodul für alle Vertiefungsrichtungen der Studiengänge Elektrotechnik und Informationstechnik (M. Sc.) und Mathematical Engineering (M. Sc.)

Hinweis: Das Modul ist nur dann verwendbar, wenn keine der zugehörigen Lehrveranstaltungen im Rahmen eines anderen Moduls eingebracht wird!

Leistungsnachweis

- Der Leistungsnachweis für das Modul erfolgt in Form einer schriftlichen Projektdokumentation und ihrer Präsentation in Form eines Seminarvortrags von 30 Minuten Dauer.
- Der Leistungsnachweis wird in einem Notenschein bestätigt (NoS).

Sonstige Bemerkungen

Die Lehreinheiten des Studienprojekts werden von den Studierenden in weitgehend freier Zeiteinteilung aktiv im Labor erarbeitet.

Literatur

Kupris G., Thamm O.: Mikrocontroller- Design. Hard- und Softwareentwicklung mit dem 68HC12/HCS12. Hanser, 2003

Ungerer T., Brinkschulte U.: Mikrocontroller und Mikroprozessoren. Springer, 2007

http://www.freescale.com/files/microcontrollers/doc/data_sheet/MC912DT128A.pdf

Jacobson E.: Einführung in die Prozeßdatenverarbeitung, Hanser, 1996

Reißenweber B: Prozessdatenverarbeitung, Oldenbourg, 1995, Signatur: /I-LB785

D. Zastrow, G. Wellenreuther: Automatisieren mit SPS - Theorie und Praxis. Vieweg-Verlag, 2008.

Dauer und Häufigkeit

- Das Modul dauert 1 Trimester.
- Das Modul beginnt jedes Studienjahr jeweils im Herbsttrimester.

Modul 1075 Moderne Methoden der Regelungstechnik

zugeordnet zu: Wahlpflichtmodule Vertiefungsrichtung: Extreme Environment Technologies

Studiengang:	Mathematical Engineering	Modultyp:	Wahlpflicht
Workload gesamt (h):	150 Stunden	ECTS-Punkte:	5
-> Präsenzzeit (h):	48 Stunden	TWS:	4 Stunden
-> Selbststudium (h):	102 Stunden		

Modulbestandteile	10751	Moderne Methoden der Regelungstechnik (Vorlesung (PF) - 2 TWS)
	10752	Moderne Methoden der Regelungstechnik (Übung (PF) - 2 TWS)

Modulverantwortlicher PD Dr.-Ing. Gunther Reißig

Inhalt

Gegenstand des Moduls sind lineare zeitinvariante Zustandssysteme mit mehreren Ein- oder Ausgängen, kurz „Mehrgrößensysteme“. Vermittelt werden systematische Methoden der Bestimmung und Vorgabe von Systemeigenschaften (Analyse und Auslegung) und des Entwurfs linearer Regler zur gezielten Beeinflussung von Systemeigenschaften (Regelung). Dazu werden u.a. folgende Themen behandelt:

- 1) Gegenstand, Geschichte und typische Anwendungsbeispiele von Mehrgrößensystemen.
- 2) Allgemeine Lösung, Koordinatentransformationen, Matrixexponentialfunktion.
- 3) Steuerbarkeit, Beobachtbarkeit, Normalformen.
- 4) Übertragungsfunktion, Realisierbarkeit und Realisierung.
- 5) Stabilitätsbegriffe und -kriterien.
- 6) Zustandsrückführungen: Stabilisierung, Sollwertreglung, Entkopplung.
- 7) Beobachter, Separationsprinzip.
- 8) Störungen, Robustheit, I-Anteil.
- 9) Elemente der Linearen Optimalen Regelung.
- 10) Rechnergestützte Verfahren.

Qualifikationsziele

Die Studierenden wissen, was Mehrgrößensysteme sind und beherrschen die im Modul vermittelten Methoden zur Analyse, Auslegung und Regelung solcher Systeme. Sie sind in der Lage zu erkennen, inwieweit die vermittelten Methoden auf vorgelegte praktische Problemstellungen anwendbar sind; ggf. können sie die Methoden sicher und wenn nötig unter Zuhilfenahme geeigneter Software zur Lösung der Problemstellung anwenden.

Voraussetzungen

„Höhere Mathematik“, „Technische Mechanik“, „Messtechnik“, „Experimentalphysik“, „Allgemeine Elektrotechnik“, „Steuer- und Regelungstechnik“ und „Regelungstechnik“.

Verwendbarkeit	<p>Voraussetzung für wissenschaftliche Grundlagenuntersuchungen und angewandte Forschung und Entwicklung auf dem Gebiet der Steuer- und Regelungstechnik.</p> <p>In diesem Studiengang:</p> <ul style="list-style-type: none">• Voraussetzung für Teilnahme am App. Praktikum „Regelungstechnik“• Voraussetzung für das Modul „Filter und Schätzverfahren“
Leistungsnachweis	Schriftliche Prüfung 90 Minuten
Sonstige Bemerkungen	Zuordnung zu den Studienschwerpunkten siehe Tabelle am Anfang des Dokumentes.
Literatur	<ul style="list-style-type: none">• Antsaklis, Michel: A Linear Systems Primer, Birkhäuser 2007.• Lunze: Regelungstechnik 2, Springer 2010.• Sontag: Mathematical Control Theory, Springer 1998.• Svaricek, F.: Zuverlässige numerische Analyse linearer Regelungssysteme, Teubner 1995.
Dauer und Häufigkeit	Das Modul dauert ein Trimester, es findet im Herbsttrimester des 1. Master-Studienjahres statt. Das Modul wird jedes Studienjahr angeboten.

Modul 1283 Multisensorsysteme und Sensornetze

zugeordnet zu: Wahlpflichtmodule Vertiefungsrichtung: Extreme Environment Technologies

Studiengang:	Mathematical Engineering	Modultyp:	Wahlpflicht
Workload gesamt (h):	150 Stunden	ECTS-Punkte:	5
-> Präsenzzeit (h):	60 Stunden	TWS:	5 Stunden
-> Selbststudium (h):	90 Stunden		

Modulbestandteile	12831	Multisensorsysteme (Vorlesung (WP) - 3 TWS)
	12832	Sensornetze (Vorlesung (WP) - 2 TWS)

Modulverantwortlicher Prof. Dr. techn. Christian Kargel

Inhalt Vorlesung „Multisensorsysteme“ (Dr.-Ing. Ruser)

Multisensorsysteme nutzen verschiedenartige Sensoren und Informationsquellen für neues und präziseres Wissen über physikalische Größen, Ereignisse und Situationen, oft gewonnen in kürzerer Zeit und zu geringeren Kosten.

Multisensorsysteme wurden zuerst in der militärischen Aufklärung und der Sicherheitstechnik angewandt und werden heute für vielseitige Zwecke eingesetzt: in Fahrassistenzsystemen, der Robotik, Umweltsensorik, Medizintechnik, für die Bildverarbeitung, die Zustandsdiagnose technischer Systeme u.v.a.m.

Aufbauend auf einer Systematisierung der verschiedenen Ansätze und Modelle der Sensor- und Informationsfusion werden in der Lehrveranstaltung „Multisensorsysteme“ Kenntnisse und Werkzeuge für die merkmalsbasierte und probabilistische Lösung des zugrunde liegenden Parameterschätzproblems vermittelt, wie Grundlagen der Bayesschen Statistik, der Dempster-Shafer-Evidenztheorie und des Kalman-Filters, Fuzzy-Methoden sowie Voting-Ansätze.

Anhand verschiedener Nutzen-Kosten-Analysen werden Mittel zur quantitativen Bewertung von Datenfusionsansätzen kennengelernt, wie Kostenfunktionen aus a-priori Wissen und ROC-Analysen. Anhand ausgewählter praktischer Beispiele werden die studentischen Kenntnisse vertieft.

Vorlesung „Sensornetze“ (Dr.-Ing. Zhelondz)

Sensornetze bestehen aus vielen Sensorknoten, die mit Sensoren sowie kleinen eingebetteten Digitalrechnern ausgestattet sind. Die Sensorknoten erfassen Messgrößen der Umgebung und arbeiten bei der Auswertung und Interpretation der Messdaten zusammen, wobei die Kommunikation heute drahtgebunden oder über Funk bei meist dynamisch veränderlicher Netztopologie erfolgt. Digitale Mess-Systeme arbeiten hingegen meist mit unveränderlicher Netz- bzw. Busstruktur. Darüber hinaus unterliegen herkömmliche, digitale Mess-Systeme meist keinen Beschränkungen hinsichtlich ihrer Energieversorgung, während Sensornetze in den meisten Fällen mit Batterien arbeiten.

Um den Betrieb von Sensornetzen trotz stark eingeschränktem Energievorrat über lange Zeiträume aufrechtzuerhalten, müssen besondere technische Maßnahmen ergriffen werden. Diese umfassen beispielsweise die Implementierung von spezifischen Betriebsmodi, Messsignalverarbeitungs- und Auswertelgorithmen sowie die geeignete Wahl von Netzwerk-, Übertragungs- und Routingprotokollen sowie der System-Software und zweckmäßige Konzepte für die Aggregation und Datenverteilung.

In der Vorlesung „Sensornetze“ wird ausgehend von der Behandlung der Struktur und Funktionsweise busbasierter, digitaler Mess-Systeme auf die speziellen Anforderungen von gegenwärtig eingesetzten, aber auch von zukünftigen Sensornetzen hingeführt. Es werden folgende Themen behandelt:

- Drahtgebundene Sensornetze und digitale Messsysteme
- Einzelknoten in drahtlosen Sensornetzen
- Netzwerkgrundlagen in drahtlosen Sensornetzen
- Physikalische Layer in drahtlosen Sensornetzen
- MAC Layer in drahtlosen Sensornetzen
- LLC Layer in drahtlosen Sensornetzen
- Adressierung in drahtlosen Sensornetzen
- Topologie in drahtlosen Sensornetzen
- Routing in drahtlosen Sensornetzen
- Datenzentrische Kommunikation in drahtlosen Sensornetzen

Qualifikationsziele

Vorlesung „Multisensorsysteme“

- o Die Studierenden haben einen allgemeinen Überblick über das Forschungs- und Anwendungsgebiet von Multisensorsystemen und kennen praktische Beispiele, insbesondere mit militärischer Relevanz.
- o Die Studierenden sind in der Lage, die in modernen praktischen Anwendungen der Datenfusion, insbesondere in der Militär- und Sicherheitstechnik, auftretenden messtechnischen Probleme zu analysieren und nachzuvollziehen.
- o Die Studierenden sind befähigt zum Entwurf von Multisensorsystemen bei vorgegebenen Randbedingungen und zu erreichender Detektionswahrscheinlichkeit und Detektionsleistung.
- o Die Studierenden haben vertiefte Kenntnisse ausgewählter anwendungsrelevanter Methoden der Signal- und Systemmodellierung sowie der statistischen Signalverarbeitung.

Vorlesung „Sensornetze“

- o Die Studierenden besitzen Detailkenntnisse über die Strukturen und Funktionsweisen digitaler Mess-Systeme und Sensornetze sowie die grundsätzlichen Unterschiede in den jeweiligen Anforderungen.
- o Die Studierenden verstehen die Zusammenhänge zwischen den physikalischen Limitierungen und Einflüssen von Sensorik, Bus- bzw. Netztopologie sowie Kommunikation und den applikationsabhängigen, notwendigen technischen Maßnahmen für die Sicherstellung der korrekten Funktion.

o Die Studierenden werden befähigt, komplexe Kommunikations- und Busprotokolle zu verstehen, zielgerichtet einzusetzen bzw. auszuwählen und zu entwerfen.

o Die Studierenden können eigene System- und Netzentwürfe applikationsabhängig gestalten und die Designentscheidungen begründen.

o Die Studierenden können aufgrund der Kenntnis der momentan vorhandenen Technologien die rasant fortschreitenden Weiterentwicklungen auf dem Gebiet der Sensornetze beurteilen.

Voraussetzungen

- Kenntnisse der Elektrotechnik, Physik und Mathematik.
- Kenntnisse der Messtechnik und Sensorik. Empfohlen wird die Absolvierung des Moduls „Sensorik und Messtechnik“.

Verwendbarkeit

- Wahlpflichtmodul für die Vertiefungsrichtungen EIT-ES und EIT-ST des Masterstudiengangs EIT,
- Das Modul steht in thematischem Zusammenhang mit den Pflichtmodulen
 - o Sensorik und Messtechnik,
 - o Digitale Bildverarbeitung,sowie mit den Wahlpflichtfächern
 - o Sensorik und Messtechnik, Praktikum,
 - o Ausgewählte Kapitel der Sensorik und Messtechnik,
 - o Spezielle messtechnische Probleme,
- Das Modul kann in den Masterstudiengängen „Mathematical Engineering“ und „Informatik“ verwendet werden.

Hinweis : Das Modul ist nur dann verwendbar, wenn keine der zugehörigen Lehrveranstaltungen im Rahmen eines anderen Moduls eingebracht wird!

Leistungsnachweis

- Der Leistungsnachweis für das Modul "Multisensorsysteme und Sensornetze" erfolgt in Form einer schriftlichen Prüfung von 100 Minuten Dauer (sP-100) oder mündlichen Prüfung von 40 Minuten Dauer (mP-40) am Ende des Trimesters. Die genaue Art der Prüfung wird zu Beginn der Lehrveranstaltung bekannt gegeben. Wiederholungsmöglichkeit zum Ende des folgenden Trimesters.
- Für die Modulnote werden die Leistungen der Lehrveranstaltungen „Multisensorsysteme“ und „Sensornetze“ im Verhältnis der jeweiligen ECTS-Punkte gewertet. Die Modulprüfung ist bestanden, wenn jede der beiden Lehrveranstaltungen mindestens mit „ausreichend“ (4.0) bewertet wurde

Literatur

Vorlesung „Multisensorsysteme“

E. Waltz, J. Llinas: Multisensor data fusion, Artech House, Boston, 1990.

M.A. Abidi, R.C. Gonzalez (Ed.): Data Fusion in Robotics and Machine Intelligence, Academic Press, San Diego, 1992.

D.L. Hall: Mathematical Techniques in Multisensor Data Fusion, Artech House, Boston, 2004.

H.B. Mitchell: Multi-sensor Data Fusion - an Introduction, Springer, Heidelberg, 2007.

M.E. Liggins, D.L. Hall, J. Llinas (eds.): Handbook of Multisensor Data Fusion: Theory and Practice, CRC Press, Boca Raton, 2008

Vorlesung „Sensornetze“

N. P. Mahalik (Ed.): Sensor Networks and Configuration: Fundamentals, Standards, Platforms, and Applications, Springer, 2007.

H. Karl, A. Willig: Protocols and Architectures for Wireless Sensor Networks, Wiley, 2005.

J. D. Gibson (Ed.): Communications Handbook (Electrical Engineering Handbook), CRC, 2002.

M. Ilyas (Ed.), I. Mahgoub (Ed.): Handbook of Sensor Networks: Compact Wireless and Wired Sensing Systems, CRC, 1 edition, 2004.

R. Verdone, D. Dardari, G. Mazzini, A. Conti: Wireless Sensor and Actuator Networks: Technologies, Analysis and Design, Academic Press, 2008.

Dauer und Häufigkeit

- Das Modul dauert 1 Trimester.
- Das Modul beginnt jedes Studienjahr jeweils im Frühjahrstrimester.
- Als Startzeitpunkt ist das Frühjahrstrimester im 1. Studienjahr vorgesehen.

Modul 1077 Nichtgleichgewichts-Thermodynamik

zugeordnet zu: Wahlpflichtmodule Vertiefungsrichtung: Extreme Environment Technologies

Studiengang:	Mathematical Engineering	Modultyp:	Pflicht
Workload gesamt (h):	150 Stunden	ECTS-Punkte:	5
-> Präsenzzeit (h):	48 Stunden	TWS:	4 Stunden
-> Selbststudium (h):	102 Stunden		

Modulbestandteile	10771	Nichtgleichgewichts-Thermodynamik (Vorlesung, Übung (PF) - 4 TWS)
-------------------	-------	--

Modulverantwortlicher	Prof. Dr.-Ing. Christian Mundt
-----------------------	--------------------------------

Inhalt	<p>Die Studierenden erkennen im Modul Nichtgleichgewichts-Thermodynamik zunächst die Bedeutung des Gebietes für reale Zustandsänderungen im Umfeld Luft- und Raumfahrttechnik und erwerben das Grundwissen zur Analyse und Beeinflussung von irreversiblen Prozessen.</p> <p>1) Die Studierenden erhalten eine Einführung in die Bedeutung der Nichtgleichgewichts-Thermodynamik bei Problemstellungen aus dem Bereich der Luft- und Raumfahrttechnik. Insbesondere wird vermittelt, dass reversible Zustandsänderungen praktisch nicht vorkommen bzw. von sehr langen Zeitskalen begleitet sind.</p> <p>2) Davon ausgehend werden drei Haupt-Themengebiete in ihren Grundzügen betrachtet.</p> <ul style="list-style-type: none"> • linear phänomenologische Theorie zur Beschreibung diffusiver Effekte, • Aufstellung makroskopischer Bilanzgleichungen und • Aufstellung mikroskopischer Bilanzgleichungen. <p>3) Das erworbene Wissen wird durch die Anwendung auf einfache Beispielsituationen erweitert und relevante Anwendungen in numerischen Verfahren diskutiert.</p>
--------	--

Qualifikationsziele	<p>1) Die Studierenden können die Bedeutung der Nichtgleichgewichts-Thermodynamik bei ingenieurs-wissenschaftlichen Problemstellungen hinsichtlich Realisierbarkeit, Entropieproduktion und Quantifizierung erkennen.</p> <p>2) Die Studierenden können für sehr einfache Fälle quantitative und ansonsten qualitative Aussagen treffen.</p> <p>3) Die Studierenden erwerben die Fähigkeit, die Annahmen, Begrenzungen und Vorteile der ggw. Möglichkeiten der Modellierungen der Kontinuums(fluid-) Mechanik zu beurteilen</p>
---------------------	---

Verwendbarkeit	Voraussetzung für wissenschaftliche Grundlagenuntersuchungen und angewandte Forschung und Entwicklung auf dem Gebiet von irreversi-
----------------	---

blen Prozessen. Beurteilungsfähigkeit von Einsatzgebieten von Theorie und darauf beruhenden Berechnungsverfahren bzw. entsprechender Einschränkungen.

Leistungsnachweis	Schriftliche Prüfung 75 Minuten oder mündliche Prüfung 30 Minuten
-------------------	---

Sonstige Bemerkungen	Dieses Modul kann auch als Munich-Aerospace-Partnermodul belegt werden. Zuordnung zu den Studienschwerpunkten siehe Tabelle am Anfang des Dokumentes.
----------------------	--

Dauer und Häufigkeit	Das Modul dauert ein Trimester, es findet im Wintertrimester des 2. Master-Studienjahres statt.
----------------------	---

Modul 1194 Nichtlineare Finite-Elemente-Methode

zugeordnet zu: Wahlpflichtmodule Vertiefungsrichtung: Extreme Environment Technologies

Studiengang:	Mathematical Engineering	Modultyp:	Wahlpflicht
Workload gesamt (h):	90 Stunden	ECTS-Punkte:	3
-> Präsenzzeit (h):	36 Stunden	TWS:	3 Stunden
-> Selbststudium (h):	54 Stunden		

Modulbestandteile	11941	Nichtlineare Finite-Elemente-Methode (Vorlesung (PF) - 2 TWS)
	11942	Nichtlineare Finite-Elemente-Methode (Praktikum (PF) - 1 TWS)

Modulverantwortlicher Prof. Dr.-Ing. habil. Alexander Lion

Inhalt

Die Studierenden erhalten eine Einführung in die Theorie nichtlinearer Finite-Elemente-Analysen sowie anwendungsorientierte Beispiele in einem Rechnerpraktikum zu den Themen:

- Klassifizierung von Nichtlinearitäten
- Lösungsverfahren für nichtlineare Probleme (inkrementelle/iterative Verfahren, Newton-Raphson Methode)
- Kontaktprobleme (Penalty-Methode, Lagrange-Verfahren, inkrementelle Algorithmen, Reibung, Kontaktkörper/Kontaktpaare)
- Physikalische Nichtlinearität 1: Plastizität (Einführung in die klassische Plastizitätstheorie, Beispielrechnung, Return-Mapping Algorithmus)
- Physikalische Nichtlinearität 2: Viskoelastizität (Einführung in die lineare Viskoelastizitätstheorie, Spannungsrelaxation, Kriechen, Übertragung von Versuchswerten)
- Geometrische Nichtlinearität 1: (Kinematik bei großen Deformationen, Verzerrungs- und Spannungsmaße, Hyperelastizität)
- Geometrische Nichtlinearität 2: (Arbeitsprinzip, Linearisierung, FE-Implementierung)
- Explizite Zeitintegration bei kurzzeitdynamischen Belastungen, Besonderheiten explizit dynamischer FEM

Qualifikationsziele

Die Studierenden gewinnen die Fähigkeit, strukturmechanische Analysen mittels der Finite-Elemente-Methode auch im geometrisch und physikalisch nichtlinearen Bereich mittels kommerzieller Routinen durchzuführen und auszuwerten. Wesentliches Qualifikationsziel ist dabei die Identifikation vorliegender Nichtlinearitäten sowie die Anwendung von geeigneten kontinuumsmechanischen Modellen und numerischen Lösungsverfahren.

Voraussetzungen Der Studierende benötigt Kenntnisse aus dem Modul Finite Elemente.

Verwendbarkeit	Masterarbeit auf dem Gebiet der numerischen Strukturberechnung.
Leistungsnachweis	Schriftliche Prüfung 60 Minuten (ohne Hilfsmittel) oder mündliche Prüfung 30 Minuten (ohne Hilfsmittel)
Literatur	<ul style="list-style-type: none">• Bathe K.-J.: Finite Elemente Methoden. Berlin: Springer-Verlag, 2001.• Belytschko T., Liu W.K., Moran B.: Nonlinear Finite Element Analysis for Continua and Structures. John Wiley, 2000.• Bonet J., Wood R.D.: Nonlinear continuum mechanics for finite element analysis. Cambridge University Press, 1997.• Crisfield M.A.: Non-linear Finite Element Analysis of Solids and Structures. John Wiley, 1996.• NAFEMS: Introduction to Nonlinear Finite Element Analysis. NAFEMS Publishing.• Simo; Hughes: Computational Inelasticity. Springer-Verlag.• Wriggers: Nichtlineare Finite-Elemente-Methoden. Springer-Verlag.• Zienkiewicz; Taylor: The Finite Element Method. Butterworth-Heinemann, Jordan Hill.
Dauer und Häufigkeit	Das Modul dauert ein Trimester, es findet im Wintertrimester des 2. Master-Studienjahres statt.

Modul 1279 Nichtlineare Regelung

zugeordnet zu: Wahlpflichtmodule Vertiefungsrichtung: Extreme Environment Technologies

Studiengang:	Mathematical Engineering	Modultyp:	Wahlpflicht
Workload gesamt (h):	150 Stunden	ECTS-Punkte:	5
-> Präsenzzeit (h):	60 Stunden	TWS:	5 Stunden
-> Selbststudium (h):	90 Stunden		

Modulbestandteile	12791	Nichtlineare Regelung (Vorlesung (WP) - 4 TWS)
	12792	Nichtlineare Regelung (Übung (WP) - 1 TWS)

Modulverantwortlicher Prof. Dr. rer. nat. habil. Claus Hillermeier

- Inhalt**
- Beispiele für nichtlineare Systeme;
Eigenheiten dieser Systemklasse gegenüber linearen Systemen
 - Aufgaben und Grundtypen nichtlinearer Regelung
 - Stabilitätsanalyse nach Lyapunov
 - Lyapunov-basierter Reglerentwurf;
Backstepping als Methode, um stabilisierende Zustandsrückführungen iterativ aus Zustandsrückführungen für einfachere Subsysteme zu entwerfen
 - Einführung in die Eingangs-Ausgangs-Linearisierung und die Eingangs-Zustands-Linearisierung als Methoden zum Reglerentwurf für nichtlineare Systeme
 - Interne Dynamik und Nulldynamik linearer und nichtlinearer Systeme
 - Methoden der Systemmodellierung, die die Energieflüsse im System sichtbar werden lassen;
behandelte Konzepte:
 - Dissipative und passive Systeme
 - Hamiltonsche Systeme mit Dissipation und steuerbarem Energiezufluss und -abfluss
 - Methoden der Regelung, bei denen die energetische Grundstruktur des Systems auch im Regelkreis erhalten bleibt

- Qualifikationsziele**
- Die Studierenden kennen Beispiele für nichtlineare Systeme und sind mit den Phänomenen vertraut, die nur bei nichtlinearen, nicht aber bei linearen Systemen auftreten können.
Die Studierenden kennen die Bedeutung einer nichtlinearen Dynamik für die Technik, beispielsweise für die Konstruktion stabiler Oszillatoren.

- Die Studierenden sind mit Regelungsaufgaben wie Stabilisierung und Trajektorienfolge sowie mit den Regler-Architekturen zur Lösung dieser Aufgaben vertraut.
- Die Studierenden beherrschen das methodische Rüstzeug zur Analyse der Stabilität nichtlinearer Systeme.
- Die Studierenden kennen mehrere Herangehensweisen zum Entwurf nichtlinearer Regelungen und sind in der Lage, nichtlineare Regler für einfachere Modellklassen selbstständig zu entwerfen.
- Die Studierenden beherrschen die „flachheitsbasierte“ Herangehensweise an die Aufgaben der Trajektorienplanung, Stabilisierung und Trajektorienfolgeregelung.
- Die Studierenden können sich die physikalischen Eigenschaften von Regelstrecken für den Reglerentwurf zunutze machen und Regelkreise entwerfen, die eine physikalische Interpretation besitzen.

Voraussetzungen	Vorausgesetzt werden Kenntnisse der Ingenieurmathematik sowie Kenntnisse im Umfang eines der folgenden Module, die an der UniBwM im Bachelor "Mathematical Engineering" bzw. im Bachelor "Elektrotechnik und Informationstechnik" bzw. im Bachelor "Luft- und Raumfahrttechnik" absolviert werden: Modul "Systemtheorie" oder Modul "Steuer- und Regelungstechnik" oder Modul "Regelungstechnik".
Verwendbarkeit	Verwendbar im Rahmen des Masterstudiengangs „Elektrotechnik und Informationstechnik“ für alle Vertiefungsrichtungen. Verwendbar im Rahmen des Masterstudiengangs „Mathematical Engineering“ für alle Vertiefungsrichtungen.
Leistungsnachweis	Schriftliche Prüfung von 90min Dauer (sP-90) oder mündliche Prüfung von 30min Dauer (mP-30) am Ende des Herbsttrimesters. Wiederholungsmöglichkeit am Ende des Folgequartals. Die genaue Art der Prüfung wird zu Beginn des Moduls bekannt gegeben.
Literatur	- J. Slotine, W. Li: "Applied Nonlinear Control", Verlag Prentice Hall, 1991 (begleitend), - H. Khalil: "Nonlinear Systems", Verlag Prentice Hall, 2002 (begleitend + weiterführend).
Dauer und Häufigkeit	Das Modul dauert zwei Trimester.

Das Modul beginnt jedes Studienjahr jeweils im Frühjahrstrimester.
Als Startzeitpunkt ist das Frühjahrstrimester im 1. Studienjahr vorgesehen.

Modul 1292 Numerik und CAD für die Hochfrequenztechnik

zugeordnet zu: Wahlpflichtmodule Vertiefungsrichtung: Extreme Environment Technologies

Studiengang:	Mathematical Engineering	Modultyp:	Wahlpflicht
Workload gesamt (h):	180 Stunden	ECTS-Punkte:	6
-> Präsenzzeit (h):	72 Stunden	TWS:	6 Stunden
-> Selbststudium (h):	108 Stunden		

Modulbestandteile	12921	Numerik (Vorlesung (WP) - 2 TWS)
	12922	Numerik (Übung (WP) - 1 TWS)
	12923	CAD für die Hochfrequenztechnik (Vorlesung (WP) - 2 TWS)
	12924	CAD für die Hochfrequenztechnik (Übung (WP) - 1 TWS)

Modulverantwortlicher Prof. Dr.-Ing. habil. Wilfrid Pascher

Inhalt

a) Lehrveranstaltung 1
Numerische Methoden zur Berechnung elektromagnetischer Felder

- Finite Differenzen
- Momentenmethode
- Feldentwicklungsverfahren
- Spektralbereichsverfahren
- Method of Lines
- Integralgleichungsverfahren
- Finite Elemente

Berechnung von passiven Komponenten und Schaltungen in Mikrowellentechnik und Integrierter Optik

Mit Hilfe der verschiedenen Methoden sollen Felder und Wellenausbreitung insbesondere in Wellenleiter, Resonatoren, Filter berechnet. Dabei sollen Strukturen aus Mikrostreifen-, Koplanarleitungen und Hohlleitern sowie aus optischen Film- und Streifenwellenleitern untersucht werden.

b) Lehrveranstaltung 2

Ausbreitung elektromagnetischer Wellen

- Ground wave,
- Spherical Ground,
- Raumwelle,
- Satellitenstrecke, Link Budget,
- Berücksichtigung von Hindernissen,
- Empirische Modelle,
- Terrainmodelle.

Antennenberechnungen

- Grundlagen,

- Näherungslösungen mit Analogien,
 - Optische Verfahren (GO, GTD, UTD, PO, PTD),
 - Lösung der Maxwell'schen Gleichungen im diskretisierten Raum (FEM, FDTD, TLM),
 - Lösung der Maxwell'schen Gleichungen an diskretisierten Oberflächen (MOM),
 - Hybrid-Methoden.
- Schaltungs-Simulation
- Simulation im Zeitbereich,
 - Simulation im Frequenzbereich.

Qualifikationsziele

- Grundkenntnisse über die Funktionsweise verschiedener numerischer Verfahren
- Grundkenntnisse über deren Vor- und Nachteile
- Überblick über Einteilung in Frequenz- und Zeitbereichsverfahren
- Überblick über analytischen und numerischen Aufwand
- Grundkenntnisse über deren Anwendung auf passive Komponenten und Schaltungen in Mikrowellentechnik und Integrierter Optik

Die Lehrveranstaltung CAD in der Hochfrequenztechnik soll den leichteren Zugang

zu einigen in Forschung und Industrie weltweit eingesetzten CAE/ CAD-Programmen

für Hochfrequenzanwendungen ermöglichen.

Dabei sollen insbesondere vermittelt werden:

- Grundkenntnisse über die verwendeten Lösungsansätze,
- Grundkenntnisse über die Problemdefinition (Dateneingabe) bei der Simulation,
- Grundkenntnisse über die Bewertung der Simulationsergebnisse.

Voraussetzungen

Kenntnisse in Hochfrequenztechnik und Theoretischer Elektrotechnik, wie sie z.B. in den Modulen "Hochfrequenztechnik I und II" sowie "Theoretische Elektrotechnik I und II" aus den jeweiligen B.Sc.-Studiengängen vermittelt werden.

Verwendbarkeit

Das Wahlpflichtmodul ist für alle Vertiefungsrichtungen der Masterstudiengänge EIT, ME und CAE verwendbar.

Leistungsnachweis

Für das Gesamtmodul: Schriftliche Prüfung von 90 min Dauer (sP-90) oder mündliche Prüfung von 30 min Dauer (mP-30)

LV1: Schriftliche Prüfung von 45min Dauer oder mündliche Prüfung von 15min Dauer am Ende des Trimesters (sP-45 oder mP-15). Die Art der Prüfung wird zu Beginn des Trimesters angegeben.

LV2: Schriftliche Prüfung von 45min Dauer oder mündliche Prüfung von 15min Dauer am Ende des Trimesters (sP-45 oder mP-15). Die Art der Prüfung wird zu Beginn des Trimesters angegeben.

Die Gewichtung der beiden Lehrveranstaltungen erfolgt im Verhältnis der ECTS-Punkte.

Literatur

T. Itoh (ed) "Numerical Techniques for Microwave and Millimeter-Wave Passive Structures", Wiley, 1989

J. Brose: "Skript: CAD in der Hochfrequenztechnik", UniBwM, IHHF, 2007,

J. Brose: "Skript: Ausbreitung elektromagnetischer Wellen", UniBwM, IHHF, 2008.

Dauer und Häufigkeit

Das Modul dauert 2 Trimester. Das Modul wird in jedem Studienjahr angeboten. Beginn ist das WT .

Modul 1391 Numerik und Chaostheorie

zugeordnet zu: Wahlpflichtmodule Vertiefungsrichtung: Extreme Environment Technologies

Studiengang:	Mathematical Engineering	Modultyp:	Wahlmodul
Workload gesamt (h):	150 Stunden	ECTS-Punkte:	5
-> Präsenzzeit (h):	60 Stunden	TWS:	5 Stunden
-> Selbststudium (h):	90 Stunden		

Modulbestandteile	13911	Numerik (Vorlesung (WP) - 2 TWS)
	13912	Chaostheorie (Vorlesung (WP) - 2 TWS)
	13913	Numerik und Chaostheorie (Übung (WP) - 1 TWS)

Modulverantwortlicher Prof. Dr.-Ing. Jochen Schein

Inhalt	<ul style="list-style-type: none"> • Beispiele von nichtlinearen Dynamiken in der Elektrotechnik. Was sind chaotische Systeme. • Mathematische Einführung in die Theorie der Gewöhnlichen Differentialgleichungen. • Numerische Lösungen von nichtlinearen Differentialgleichungen. Diskretisierungsfehler. Euler-Algorithmus (explizit und implizit), Runge-Kutta-Algorithmus, symplektischer Verlet-Algorithmus. Unterschiede, Vorteile/Nachteile jedes Algorithmus. • Grenzyklen in nichtlinearen Systemen. Existenz von periodischen Bewegungen und Beispiele. Störungstheorie zur Behandlung von unterschiedlichen Zeitskalen. • Stabilitätsbegriffe in nichtlinearen Systemen. Lyapunov-Stabilitätstheoreme für autonome, nichtlineare Systeme. • Einführung in die Bifurkationstheorie und Klassifizierung von Bifurkationen. • Einführung in die Chaostheorie. Entstehung von Chaos in nichtlinearen Systemen. • Eine nützliche Anwendung der Chaostheorie in der Elektrotechnik: Synchronisation von chaotischen Systemen und Übertragung von verschlüsselten Signalen
--------	---

Qualifikationsziele	<ul style="list-style-type: none"> • Die Studierenden kennen wichtige Beispiele nichtlinearer Dynamiken, die in der Elektrotechnik und in anderen Bereichen der Ingenieurwissenschaft vorkommen. • Die Studierenden kennen die gängigsten Näherungstechniken, womit eine Differentialgleichung numerisch diskretisiert und gelöst werden kann, mit einem Schwerpunkt auf Stabilität und Genauigkeit. • Die Studierenden sind in der Lage, die Unterschiede und Vorteile jedes numerischen Algorithmus zu erkennen. • Die Studierenden kennen die Bedeutung von Bifurkationen in nichtlinearen Systemen bezüglich Existenz von Grenzyklen und Instabilitäten. Die Studierenden sind in der Lage, die wichtigsten Charakteristiken der unterschiedlichen Bifurkationen zu erkennen.
---------------------	---

- Die Studierenden kennen die Entstehung eines chaotischen Verhaltens in nichtlinearen Systemen und wie dieses charakterisiert wird.

Voraussetzungen

Vorausgesetzt werden Kenntnisse der Ingenieurmathematik sowie Kenntnisse eines der folgenden Module, die an der UniBwM im Bachelor "Mathematical Engineering" bzw. im Bachelor "Elektrotechnik und Informationstechnik" bzw. im Bachelor "Luft- und Raumfahrttechnik" absolviert werden: Modul "Systemtheorie" oder Modul "Steuer- und Regelungstechnik" oder Modul "Regelungstechnik".

Verwendbarkeit

Verwendbar im Rahmen des Masterstudiengangs "Elektrotechnik und Informationstechnik" für alle Vertiefungsrichtungen. Verwendbar im Rahmen des Masterstudiengangs "Mathematical Engineering" für alle Vertiefungsrichtungen.

Leistungsnachweis

Schriftliche Prüfung von 75min Dauer (sP-75) oder mündliche Prüfung von 25min Dauer (mP-25) am Ende des Frühjahrstrimesters. Wiederholungsmöglichkeit am Ende des Folgequartals. Die genaue Art der Prüfung wird zu Beginn des Moduls bekannt gegeben.

Literatur

- H. Khalil, "Nonlinear Systems", Verlag Prentice Hall, 2002 (begleitend + weiterführend)
- W. H. Press, S. A. Teukolsky, W. T. Vetterling, B. P. Flannery, "Numerical Recipes in C" (second edition), Verlag Cambridge University Press, 1992; <http://www.nrbook.com/a/bookcpdf.php> (begleitend + weiterführend)
- H. R. Schwarz, "Numerische Mathematik", Verlag Teubner, 1997 (begleitend + weiterführend)
- S. H. Strogatz, "Nonlinear Dynamics and Chaos", Verlag Perseus Books, 1994 (begleitend + weiterführend)

Dauer und Häufigkeit

Das Modul dauert 1 Trimester.
Das Modul beginnt jedes Studienjahr jeweils im Herbsttrimester.
Als Startzeitpunkt ist das Herbsttrimester im 1. Studienjahr des Masters vorgesehen.

Modul 1078 Numerische Mathematik

zugeordnet zu: Wahlpflichtmodule Vertiefungsrichtung: Extreme Environment Technologies

Studiengang:	Mathematical Engineering	Modultyp:	Pflicht
Workload gesamt (h):	150 Stunden	ECTS-Punkte:	5
-> Präsenzzeit (h):	60 Stunden	TWS:	5 Stunden
-> Selbststudium (h):	90 Stunden		

Modulbestandteile	10781	Numerische Mathematik (Vorlesung (PF) - 3 TWS)
	10782	Numerische Mathematik (Übung (PF) - 1 TWS)

Modulverantwortlicher Prof. Dr.-Ing. habil. Markus Klein

- Inhalt**
- Übersicht über die Grundtypen von linearen partiellen Differentialgleichungen und ihre physikalische Bedeutung
 - Grundzüge der Raum-Zeit-Diskretisation partieller Differentialgleichungen: Finite Differenzenverfahren, Finite Elemente Verfahren, Finite Volumenverfahren.
 - Diskussion verschiedener Typen numerische Fehler
 - Untersuchung der Konsistenz und Stabilität von Verfahren
 - Anwendung auf praktische Beispiele: Konvektionsgleichung, Wärmeleitungsgleichung, Wellengleichung
 - Selbstständige Programmierung der erlernten Algorithmen in MATLAB

Qualifikationsziele

Sehr viele Vorgänge in der Luft- und Raumfahrttechnik können durch partielle Differentialgleichungen beschrieben werden. Diese Gleichungen, in Verbindung mit komplexen Randbedingungen, können nur behandelt werden, indem man sie drastisch vereinfacht oder numerisch löst.

Durch die Verfügbarkeit von leistungsfähigen Computern hat die numerische Lösung in den letzten Jahrzehnten in der Praxis große Bedeutung gewonnen. Das Modul "Numerische Mathematik" stellt die grundlegenden Rechentechniken für die relevanten Typen von partiellen Differentialgleichungen vor. Das Verständnis des Stoffes wird durch das eigenständige Implementieren der erlernten Algorithmen in MATLAB vertieft. Die Studenten erlernen die Fähigkeit, die kommerziellen Rechenwerkzeuge, die in der industriellen Praxis in der Regel Anwendung finden, kritisch auszuwählen und zu nutzen.

Voraussetzungen Grundlagen der numerischen Mathematik und der Softwareentwicklung aus dem Bachelorstudium

Verwendbarkeit Das Modul kann in allen technisch orientierten Bereichen des LRT-Studiums verwendet werden.

Leistungsnachweis	Schriftliche Prüfung 120 Minuten (Hilfsmittel: selbst angefertigte Mitschrift aus der Vorlesung (1x DIN A 4 beidseitig beschrieben), kein Taschenrechner) oder mündliche Prüfung 30 Minuten (ohne Hilfsmittel).
Sonstige Bemerkungen	Zuordnung zu den Studienschwerpunkten siehe Tabelle am Anfang des Dokumentes.
Literatur	<ul style="list-style-type: none">• W. Dahmen und A. Reusken: Numerik für Ingenieure und Naturwissenschaftler, Springer Verlag, 2008• G. Evans, J. Blackledge, P. Yardley: Numerical Methods for Partial Differential Equations, Springer Verlag, 2000• J.H. Ferziger, M. Peric: Numerische Strömungsmechanik, Springer Verlag, 2007• C. Grossmann, H.G. Roos: Numerik partieller Differentialgleichungen, Teubner-Verlag, 2005• P. Knabner, L. Angermann: Numerik partieller Differentialgleichungen, Springer Verlag, 2000• W.H. Press, B.P. Flannery, S.A. Teukolsky und W.T. Vetterling: Numerical Recipes in Fortran (in C, in C++, in Pascal), Cambridge University Press• A. Quarteroni, R. Sacco, F. Saleri: Numerische Mathematik 1 & 2, Springer Verlag, 2000• H. Schwarz: Methode der Finiten Elemente, Teubner-Verlag, 1991• Josef Stoer, Roland Bulirsch: Numerische Mathematik 1 und 2, Springer Verlag, Berlin 1994, 1990
Dauer und Häufigkeit	Das Modul dauert 1 Trimester, es findet im Frühjahrstrimester des 1. Master-Studienjahres statt.

Modul 1280 Praktikum: Regelungstechnik

zugeordnet zu: Wahlpflichtmodule Vertiefungsrichtung: Extreme Environment Technologies

Studiengang:	Mathematical Engineering	Modultyp:	Wahlpflicht
Workload gesamt (h):	150 Stunden	ECTS-Punkte:	5
-> Präsenzzeit (h):	60 Stunden	TWS:	5 Stunden
-> Selbststudium (h):	90 Stunden		

Modulbestandteile

Modulverantwortlicher Prof. Dr. rer. nat. habil. Claus Hillermeier

Inhalt

- Selbständige praktische Umsetzung verschiedener Regelaufgaben z.B. mittels elektronischer Schaltungen bzw. handelsüblicher Regler,
- Umgang mit sehr unterschiedlichen Regelstrecken (u.a. Gleichstrommotor, Füllstandsregelung)
- Entwurf von Reglern für reale Strecken,
- Computergestützte Simulation einer Strecke,
- Entwurf von Reglern für verschiedene regelungstechnische Aufgaben wie zum Beispiel Ruhelagenstabilisierung, Störunterdrückung und Folgeregelung.

Qualifikationsziele

- Vertiefung des regelungstechnischen Lehrstoffes durch Bezug zur Anwendung,
- Einblick in die Implementierung eines entworfenen Reglers,
- Einblick in die Struktur handelsüblicher Standardregler und Echtzeitsysteme.

Voraussetzungen

Vorausgesetzt werden Kenntnisse der Ingenieurmathematik sowie Kenntnisse im Umfang eines der folgenden Module, die an der UniBwM im Bachelor "Mathematical Engineering" bzw. im Bachelor "Elektrotechnik und Informationstechnik" bzw. im Bachelor "Luft- und Raumfahrttechnik" absolviert werden: Modul "Systemtheorie" oder Modul "Steuer- und Regelungstechnik" oder "Modul Regelungstechnik".

In jedem Falle werden erworbene Grundkenntnisse in der Regelungstechnik vorausgesetzt.

Verwendbarkeit	Verwendbar im Rahmen des Masterstudiengangs „Elektrotechnik und Informationstechnik“ für alle Vertiefungsrichtungen. Verwendbar im Rahmen des Masterstudiengangs „Mathematical Engineering“ für alle Vertiefungsrichtungen.
----------------	---

Leistungsnachweis	Die Note des Praktikums besteht zur Hälfte aus der Bewertung der Versuchsvorbereitung und zur Hälfte aus einem Fachgespräch über alle Versuche am Ende des Praktikums. Die Ausarbeitung trägt nicht zur Note bei, ist aber für die Zulassung zum Fachgespräch erforderlich.
-------------------	---

Literatur	- J. Lunze: "Regelungstechnik, Band 1 + 2", Springer Verlag, 2008, - H. Unbehauen: "Regelungstechnik, Band 1 + 2", Vieweg Verlag, 2002.
-----------	--

Dauer und Häufigkeit	Das Modul dauert 1 Trimester. Das Modul beginnt jedes Studienjahr jeweils im Frühjahrstrimester. Als Startzeitpunkt ist das Frühjahrstrimester im 1. Studienjahr vorgesehen.
----------------------	--

Modul 1284 Praktikum: Sensorik und Messtechnik

zugeordnet zu: Wahlpflichtmodule Vertiefungsrichtung: Extreme Environment Technologies

Studiengang:	Mathematical Engineering	Modultyp:	Wahlpflicht
Workload gesamt (h):	150 Stunden	ECTS-Punkte:	5
-> Präsenzzeit (h):	60 Stunden	TWS:	5 Stunden
-> Selbststudium (h):	90 Stunden		

Modulbestandteile	12841	Praktikum: Sensorik und Messtechnik (Praktikum (WP) - 5 TWS)
-------------------	-------	---

Modulverantwortlicher	Prof. Dr. techn. Christian Kargel
-----------------------	-----------------------------------

Inhalt	<p>Im Wahlpflichtpraktikum „Sensorik und Messtechnik“ bearbeiten die Studierenden in Kleingruppen verschiedene sensorische und messtechnische Aufgaben. Zu den praktischen Übungen zählen:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Sensorspezifische Signalmodellierung und -verarbeitung mit Math-Cad und SigmaPlot • Bestimmung von statischen und dynamischen Sensoreigenschaften z.B. anhand von Temperatur- und Beschleunigungssensoren • Messung mechanischer Größen • Kraft- und Drehmomentmessung mit Dehnungsmessstreifen (DMS)-Sensoren • Messung akustischer Größen • Messung thermischer Größen • Aufbau und Betrieb von Sensornetzen und busfähigen digitalen Mess-Systemen • Distanz- bzw. Entfernungsmessung mit Ultraschallsensoren, z.B. für das KFZ • Objekt- und Personenortung mit RADAR- bzw. LIDAR-Sensoren • Digitale Messdatenerfassung und -verarbeitung mit MATLAB und LabVIEW • Korrelationsmesstechnik • Messung des Übertragungsverhaltens • Bildgebende Ultraschallsensorik
--------	---

Qualifikationsziele	<ul style="list-style-type: none"> • Die Studierenden haben die in anderen Lehrveranstaltungen - insbesondere im Modul „Sensorik und Messtechnik“ erworbene Kenntnisse in praktische Lösungen für bestimmte Aufgabenstellungen umgesetzt. • Die Studierenden haben vertiefte Kenntnisse und Fertigkeiten im praktischen Umgang mit Sensoren, Messgeräten und Mess-Systemen erworben sowie die Handhabung von Standard-Software-Tools zur digitalen Messdatenerfassung, Signalverarbeitung und -auswertung gefestigt.
---------------------	--

- Die Studierenden sind in der Lage, die in der Praxis auftretenden messtechnischen Probleme zu analysieren und mithilfe von ingenieurwissenschaftlichem Denken und Handeln zu lösen.
- Die Studierenden können zielgerichtete und applikationsabhängige Optimierungen von Sensoren, Messverfahren und Mess-Systemen durchführen, z.B. zur Reduktion der Messunsicherheit sowie zur Unterdrückung von Stör- und -einflussgrößen.

Voraussetzungen

- Kenntnisse der Elektrotechnik, Messtechnik, Mathematik und Physik.
- Empfohlen wird die erfolgreiche Bewältigung des Moduls „Sensorik und Messtechnik“.

Verwendbarkeit

- Wahlpflichtmodul aller Studien- und Vertiefungsrichtungen.
 - Das Modul steht in thematischem Zusammenhang mit den Pflichtmodulen
 - o Sensorik und Messtechnik,
 - o Digitale Bildverarbeitung,
- sowie mit den Wahlpflichtfächern
- o Multisensorsysteme und Sensornetze,
 - o Simulationswerkzeuge in der Sensorik und Messtechnik,
 - o Ausgewählte Kapitel der Sensorik und Messtechnik
 - o Spezielle messtechnische Probleme

Leistungsnachweis

- Die Benotung wird anhand der studentischen Vorbereitung (Testate) auf die einzelnen Praktikumsübungen, der Mitarbeit und der Praktikumsberichte vorgenommen.

Literatur

- E. Schrüfer: Elektrische Messtechnik, Messung elektrischer und nicht-elektrischer Größen, Hanser, München, 2003.
- P. Profos, T. Pfeifer: Handbuch der industriellen Messtechnik, Oldenbourg Verlag, München, 2002.
- J. Marek (Hrsg): Sensors for automotive applications, Wiley-VCH, Weinheim, 2003.
- U. Kiencke, R. Eger: Messtechnik, Systemtheorie für Elektrotechniker, 6. Aufl., Springer, Berlin, 2005.
- M. Möser: Messtechnik der Akustik, Springer, Berlin, 2010.
- M. Werner: Digitale Signalverarbeitung mit MatLab, 3rd ed. Wiesbaden, Vieweg, 2006.

Dauer und Häufigkeit

- Das Modul dauert 1 Trimester.
- Das Modul wird nur in Studienjahren mit ungerader Jahreszahl angeboten und beginnt jeweils im Frühjahrstrimester.
- Als Startzeitpunkt ist das Frühjahrstrimester im 1. oder 2. Studienjahr vorgesehen

Modul 1285 Praktikum: Simulationswerkzeuge in der Sensorik und Messtechnik

zugeordnet zu: Wahlpflichtmodule Vertiefungsrichtung: Extreme Environment Technologies

Studiengang:	Mathematical Engineering	Modultyp:	Wahlpflicht
Workload gesamt (h):	150 Stunden	ECTS-Punkte:	5
-> Präsenzzeit (h):	60 Stunden	TWS:	5 Stunden
-> Selbststudium (h):	90 Stunden		

Modulbestandteile	12851	Praktikum: Simulationswerkzeuge in der Sensorik und Messtechnik (Praktikum (WP) - 5 TWS)
-------------------	-------	---

Modulverantwortlicher	Prof. Dr. techn. Christian Kargel
-----------------------	-----------------------------------

Inhalt

In der Lehrveranstaltung „Simulationswerkzeuge in der Sensorik und Messtechnik“ werden die in der Praxis vorwiegend verwendeten Softwarepakete zur Messdatenerfassung und -verarbeitung sowie zur Modellierung und Simulation von Signalen, Schaltungen und Systemen kennengelernt und eingesetzt. Die effektive und effiziente Bearbeitung der vielfältigen Aufgaben auf den Gebieten der Sensorik und Messtechnik ist heute ohne Einsatz von beispielsweise MATLAB, LabVIEW, SigmaPlot, MultiSim, ANSYS, etc. nicht zu gewährleisten. Neben den Standardaufgaben der (digitalen) Messdatenerfassung und -verarbeitung bieten diese Pakete umfangreiche Möglichkeiten zur Simulation und dem Test von einzelnen Bauteilen und gesamter Module bereits vor der Prototypfertigung (hardware-in-the-loop). Auch die Simulation und der Test von messtechnischen Schaltungen mit elektronischen Bauteilen, die mit realen Eigenschaften modellierbar sind, zählen zum Funktionsumfang der Softwarepakete.

In dieser Lehrveranstaltung werden zuerst die Grundlagen der einzelnen Softwarepakete vermittelt um anschließend typische Aufgabenstellungen der Praxis zu bearbeiten. Studierende mit entsprechenden Vorkenntnissen wenden sich unmittelbar der Lösung von anwendungsorientierten Aufgaben zu. Die behandelten Softwarepakete werden sowohl im akademischen Umfeld, als auch der Industrie weit über die Grenzen der Sensorik und Messtechnik eingesetzt.

Qualifikationsziele

- Die Studierenden können verschiedene Softwarepakete anwendungsorientiert auswählen und zielgerichtet einsetzen.
- Die Studierenden sind in der Lage, ihre theoretischen Kenntnisse mit den Möglichkeiten von Standard-Softwareprogrammen zu verknüpfen um anschauliche Lösungen von Problemen und Aufgabenstellungen der Praxis zu finden.
- Die Studierenden haben ein Bewusstsein für die Vor- und Nachteile der Messdatenerfassung und -verarbeitung mit Standardprogrammen

men sowie von Simulationsrechnungen und Simulationssoftware entwickelt und interpretieren die Mess- und Simulationsergebnisse entsprechend.

Voraussetzungen

- Grundkenntnisse in:
 - o Elektrotechnik und Messtechnik
 - o Physik
 - o Mathematik
 - o Programmierung.

Verwendbarkeit

- Wahlpflichtmodul für alle Studien- und Vertiefungsrichtungen.
 - Das Modul steht in thematischem Zusammenhang mit den Pflichtmodulen
 - o Sensorik und Messtechnik,
 - o Digitale Bildverarbeitung,
- sowie mit den Wahlpflichtfächern
- o Ausgewählte Kapitel der Sensorik und Messtechnik,
 - o Spezielle messtechnische Probleme,
 - o Sensorik und Messtechnik, Praktikum,
 - o Multisensorsysteme und Sensornetze.

Leistungsnachweis

- Die Benotung wird anhand der studentischen Vorbereitung (Testate) auf die einzelnen Praktikumsübungen, der Mitarbeit und der Praktikumsberichte vorgenommen

Literatur

W. Georgi, E. Metin: Einführung in LabVIEW, 3rd ed. München, Carl Hanser Verlag, 2008.
B. Mütterlein: Handbuch für die Programmierung mit LabVIEW, 2nd ed. Heidelberg, Spektrum Akademischer Verlag (Imprint of Springer), 2009.
R. Jamal: LabVIEW für Studenten - Das Grundlagenbuch, 4th ed. München, Pearson Education, 2004.
S. Adam: MATLAB und Mathematik kompetent einsetzen, Eine Einführung für Ingenieure und Naturwissenschaftler, Weinheim, WILEY-VCH, 2006.
F. Grupp, F. Grupp: MATLAB 7 für Ingenieure, Grundlagen und Programmierbeispiele. München, Oldenburg, 2004.

Dauer und Häufigkeit

Das Modul dauert ein Trimester.
Das Modul wird im Herbsttrimester angeboten.
Als Startzeitpunkt ist das Herbsttrimester im 2. Studienjahr vorgesehen.

Modul 1220 Quellencodierung und Kanalcodierung

zugeordnet zu: Wahlpflichtmodule Vertiefungsrichtung: Extreme Environment Technologies

Studiengang:	Mathematical Engineering	Modultyp:	Wahlpflicht
Workload gesamt (h):	150 Stunden	ECTS-Punkte:	5
-> Präsenzzeit (h):	60 Stunden	TWS:	5 Stunden
-> Selbststudium (h):	90 Stunden		

Modulbestandteile	12201	Quellencodierung und Kanalcodierung (Vorlesung (WP) - 3 TWS)
	12202	Quellencodierung und Kanalcodierung (Übung (WP) - 2 TWS)

Modulverantwortlicher Priv.-Doz. Dr.-Ing. Gerhard Staude

Inhalt	<ul style="list-style-type: none"> • Grundlagen: <ul style="list-style-type: none"> o Kanalkapazität, Codierung, Turbo-Prinzip o Multiple-Input Multiple-Output (MIMO) Kanalmodelle o Grundlagen von Orthogonalem Frequenzmultiplex (OFDM) • MIMO Kanalkapazität • Grundlegende MIMO-Übertragungsverfahren <ul style="list-style-type: none"> o Beamforming o Space-Time Trellis Codes o Sendeantennen-Diversity mit orthogonalen Space-Time Blockcodes o Spatial Multiplexing o Cyclic Delay Diversity o Nicht-kohärente MIMO-Übertragungsverfahren o Vergleich von MIMO Übertragungsverfahren o Einführung in das Konzept des Dirty Paper Coding o Spatial multiplexing mit räumlicher Signalverarbeitung am Empfänger oder Sender (Precoding) • Multiuser MIMO • MIMO in kommerziellen drahtlosen Kommunikationssystemen (WLAN, zellulärer Mobilfunk)
--------	---

Qualifikationsziele	<ul style="list-style-type: none"> • Grundkenntnisse der informationstheoretischen Grundlagen von MIMO Systemen • Kenntnis der Übertragungseigenschaften und Modellierung von Funkkanälen mit mehreren Antennen • Grundkenntnisse von Codierverfahren für drahtlose Kommunikationssysteme • Verständnis der grundlegenden MIMO-Übertragungsverfahren • Kenntnis der in kommerziellen Systemen angewendeten MIMO-Verfahren • Verständnis der praktischen Probleme bei der Nutzung von MIMO-Verfahren in kommerziellen Systemen • Fähigkeiten in der Anwendung von Matrizenrechnung am Beispiel von MIMO-Systemen
---------------------	--

- Fähigkeiten in der Anwendung stochastischer Methoden am Beispiel von MIMO-Systemen

Voraussetzungen

- Mathematik A, B,C
- Wünschenswert sind Kenntnisse der Signalverarbeitung (z.B. Module „Signalverarbeitung und Informationsverarbeitung digitale Regelung und Sensornetze“ oder „Signalverarbeitung und Übertragungssysteme der Hochfrequenztechnik“ oder „Digitale Signalverarbeitung“)
- Wünschenswert sind Kenntnisse der Mobilkommunikation
- Wünschenswert sind Kenntnisse der Kommunikationstechnik, wie sie in den Vorlesungen „Signale und Kommunikationssysteme“ und „Kommunikationstechnik I“ (BA-Modul „Kommunikationstechnik“) und „Kommunikationstechnik II“ (MA-Modul „Informationsverarbeitung und Kommunikationstechnik“ oder „Kommunikationstechnik B“) vermittelt werden

Verwendbarkeit

- Pflichtmodul für die Vertiefungsrichtung ME-VSK im Studiengang Mathematical Engineering (M. Sc.)
- Wahlpflichtmodul für die Vertiefungsrichtungen ME-EET, ME-Mechatronic und ME-PTM im Studiengang Mathematical Engineering (M. Sc.)
- Wahlpflichtmodul für den Masterstudiengang EIT in den Vertiefungsrichtungen EIT-KT und EIT-ES

Leistungsnachweis

Mündliche Modulprüfung von 30min Dauer (mP-30) oder schriftliche Prüfung von 60min Dauer (sP-60)

Dauer und Häufigkeit

Das Modul dauert 1 Trimester, beginnt jedes Studienjahr, Startzeitpunkt ist das HT im 1. Studienjahr (10tes Trimester)

Modul 1081 Raumfahrtantriebe

zugeordnet zu: Wahlpflichtmodule Vertiefungsrichtung: Extreme Environment Technologies

Studiengang:	Mathematical Engineering	Modultyp:	Wahlpflicht
Workload gesamt (h):	150 Stunden	ECTS-Punkte:	5
-> Präsenzzeit (h):	48 Stunden	TWS:	4 Stunden
-> Selbststudium (h):	102 Stunden		

Modulbestandteile 10811 Raumfahrtantriebe (Vorlesung, Übung (PF) - 4 TWS)

Modulverantwortlicher Prof. Dr.-Ing. Christian Mundt

Inhalt

Die Studierenden erwerben im Modul Raumfahrtantriebe das Grundwissen zu Raumfahrtantrieben und deren vielfältigen Anwendungsgebiete.

1) Die Studierenden erhalten eine Einführung in die Bedeutung der Raumfahrtantriebe bei Problemstellungen aus dem Bereich der Luft- und Raumfahrttechnik.

2) Ausgehend von den theoretischen Grundlagen, werden praktische Probleme diskutiert bis hin zu Fertigungsaspekten, Komponenten und operationellen Aspekten. Es werden z.B. behandelt:

- Flüssigkeitsraketenantriebe
- Feststoffraketen
- Hybridraketen
- Luftatmer
- Elektrische Antriebe
- Zukunftskonzepte

3) Nach Möglichkeit werden in einer Exkursion Industriefirmen mit entsprechenden Produktionen besucht.

Qualifikationsziele

- 1) Die Studierenden können die Bedeutung der Raumfahrtantriebe bei technischen Problemstellungen hinsichtlich Machbarkeit, Technologie und zukünftigen Trends einordnen.
- 2) Die Studierenden können für einfache Anwendungsfälle Antriebskonzepte erstellen und berechnen.
- 3) Die Studierenden erwerben die Fähigkeit, für die jeweiligen Anwendungen sinnvolle Konfigurationen vorschlagen zu können.

Voraussetzungen

Der Besuch der Vorlesung Aerothermodynamik, Raumfahrttechnik I und II wird empfohlen.

Verwendbarkeit	Voraussetzung für wissenschaftliche Grundlagenuntersuchungen und angewandte Forschung und Entwicklung auf dem Gebiet insbesondere von Flugkörper- und Raumfluggeräten.
Leistungsnachweis	Schriftliche Prüfung 75 Minuten oder mündliche Prüfung 30 Minuten
Sonstige Bemerkungen	Zuordnung zu den Studienschwerpunkten siehe Tabelle am Anfang des Dokumentes.
Dauer und Häufigkeit	Das Modul dauert ein Trimester, es findet im Wintertrimester des 2. Master-Studienjahres statt.

Modul 1082 Regelungstechnik

zugeordnet zu: Wahlpflichtmodule Vertiefungsrichtung: Extreme Environment Technologies

Studiengang:	Mathematical Engineering	Modultyp:	Pflicht
Workload gesamt (h):	150 Stunden	ECTS-Punkte:	5
-> Präsenzzeit (h):	48 Stunden	TWS:	4 Stunden
-> Selbststudium (h):	102 Stunden		

Modulbestandteile	10821	Regelungstechnik (Vorlesung (PF) - 2 TWS)
	10822	Regelungstechnik (Übung (PF) - 2 TWS)

Modulverantwortlicher Prof. Dr.-Ing. habil. Ferdinand Svaricek

Inhalt	<p>Im Modul Regelungstechnik wird das in der Grundlagenvorlesung Steuer- und Regelungstechnik erworbene Grundwissen zur Analyse und Synthese linearer kontinuierlicher Regelungs- und Steuerungssysteme vertieft und erweitert:</p> <p>1) Die Studierenden erhalten zunächst eine Einführung in die geometrische Stabilitätsanalyse mit Hilfe des Wurzelortskurvenverfahrens. Anschließend wird vermittelt, wie das WOK-Verfahren zur Synthese linearer dynamischer Regler eingesetzt werden kann.</p> <p>2) Anschließend lernen die Studierenden verschiedene Methoden für die Modellierung, Beschreibung und Analyse des Verhaltens von dynamischen Systemen im Frequenzbereich kennen:</p> <ul style="list-style-type: none">• Frequenzgang,• Ortskurve und Bodediagramm,• Phasenminimum- und Allpaßsysteme,• Stabilitätsprüfung mit Hilfe des Nyquistverfahrens,• Stabilitätsrand (Amplituden- und Phasenrand). <p>3) Dann wird die Beschreibung und Analyse dynamischer Eingrößensysteme im Zustandsraum behandelt. Neben der Vorstellung der grundlegenden Begriffe und Definitionen (Zustandsvariablen, Zustandsgleichung, Zustandstrajektorie, Steuer- und Beobachtbarkeit, Stabilität) werden auch elementare Methoden zur Analyse des dynamischen Verhaltens (Eigenwerte, Eigenbewegung, Stabilität) und der Steuer- und Beobachtbarkeit sowie wichtige Normalformen (Diagonal-, Regelungs- und Beobachtungsnormalform, Kalman-Zerlegung) vermittelt.</p> <p>4) Die Studierenden werden dann mit den Grundlagen zur Synthese linearer Zustandsregler vertraut gemacht. Dabei werden im Einzelnen die folgenden Aspekte behandelt:</p> <ul style="list-style-type: none">• Entwurf linearer Zustandsrückführungen,• Zustandsbeobachter,• Berücksichtigung von Störgrößen,
--------	--

- erweiterte Regelungsstrukturen.

Qualifikationsziele

- 1) Die Studierenden können das dynamische Verhalten von Eingrößenregelkreise anhand der Wurzelortskurven beurteilen und durch Anpassung des Reglers gezielt verändern.
- 2) Die Studierenden sind in der Lage die Stabilität eines Regelkreis anhand der Ortskurve und des Bodediagramms des offenen Kreises zu überprüfen.
- 3) Die Studierenden erwerben die Fähigkeit, Zustandsraummodelle von technischen Systemen aus unterschiedlichen Fachdisziplinen aufzustellen und deren Eigenschaften zu analysieren.
- 4) Die Studierenden werden in die Lage versetzt, das dynamische Verhalten von Eingrößenregelkreise durch den Entwurf von linearen Zustandsrückführungen gezielt zu beeinflussen

Voraussetzungen

Vorausgesetzt werden Kenntnisse in „Höhere Mathematik“, „Technische Mechanik“, „Messtechnik“, „Experimentalphysik“, „Allgemeine Elektrotechnik“ und „Steuer- und Regelungstechnik“ des LRT-Bachelor Studiums.

Verwendbarkeit

Voraussetzung für wissenschaftliche Grundlagenuntersuchungen und angewandte Forschung und Entwicklung auf dem Gebiet der Steuer- und Regelungstechnik.

In diesem Studiengang:

- Voraussetzung für Teilnahme am Rechnerpraktikum „Regelungstechnik“
- Voraussetzung für Teilnahme am App. Praktikum „Regelungstechnik“
- Voraussetzung für das Modul „Moderne Methoden der Regelungstechnik“
- Voraussetzung für das Modul „Flugführungssysteme“
- Voraussetzung für das Modul „Dynamik und Regelung von Satelliten“
- Voraussetzung für das Modul „Filter und Schätzverfahren“

Leistungsnachweis

Schriftliche Prüfung 90 Minuten (30 Minute Fragenteil ohne Hilfsmittel und 60 Minuten Aufgabenteil mit allen Hilfsmitteln außer programmierbaren Taschenrechner) oder mündliche Prüfung 30 Minuten.

Sonstige Bemerkungen

Zuordnung zu den Studienschwerpunkten siehe Tabelle am Anfang des Dokumentes.

Literatur

- Lunze, J.: Regelungstechnik 1: Systemtheoretische Grundlagen, Analyse und Entwurf einschleifiger Regelungen. 5. Auflage. Berlin: Springer-Verlag, 2006.
- Lunze, J.: Regelungstechnik 2: Mehrgrößensysteme, Digitale Regelung. 3. Auflage. Berlin: Springer-Verlag, 2005.

- Unbehauen, H.: Regelungstechnik. Band I. 13. Auflage. Braunschweig: Vieweg und Sohn, 2005 .
- Unbehauen, H.: Regelungstechnik. Band II. 8. Auflage. Braunschweig: Vieweg und Sohn, 2000.

Dauer und Häufigkeit

Das Modul dauert ein Trimester, es findet im Wintertrimester des 1. Master-Studienjahres statt.

Modul 1281 Regelungstechnisches Seminar

zugeordnet zu: Wahlpflichtmodule Vertiefungsrichtung: Extreme Environment Technologies

Studiengang:	Mathematical Engineering	Modultyp:	Wahlpflicht
Workload gesamt (h):	150 Stunden	ECTS-Punkte:	5
-> Präsenzzeit (h):	60 Stunden	TWS:	5 Stunden
-> Selbststudium (h):	90 Stunden		

Modulbestandteile

Modulverantwortlicher Prof. Dr. rer. nat. habil. Claus Hillermeier

Inhalt

Das Seminar besteht aus Referaten, die von den Studierenden gehalten werden.
 Die Referate runden das vorhandene regelungstechnische Wissen der Studierenden ab und vertiefen wichtige regelungstechnische Konzepte. Die Zuordnung der jeweiligen Referatsthemen erfolgt im Einvernehmen mit den Studierenden.
 Liste möglicher Referatsthemen:

- Vermaschte Regelungen zur besseren Ausregelung von Störungen
- Modellbasierte Regelung (d.h. der Regler trägt in sich ein Modell der Regelstrecke) und Smith-Prädiktor
- Stabilitätsanalyse linearer Regelkreise (Vertiefung)
- Stabilitätsanalyse mittels Lyapunov-Funktionen
- Energie-angepasste Regelung / Regelung von "Port-Controlled-Hamiltonian-Systems"
- Intervallarithmetik in der Regelungstechnik
- Das Konzept der Eingangs-Ausgangs-Linearisierung nichtlinearer Systeme
- Das Konzept der Eingangs-Zustands-Linearisierung nichtlinearer Systeme

Qualifikationsziele

Die Studierenden haben sich im Rahmen der Vorbereitung ihres Referats intensiv mit einem regelungstechnischen Thema auseinandergesetzt und dadurch ein stark vertieftes Verständnis regelungstechnischer Denk- und Herangehensweisen gewonnen.

- Die Studierenden sind in der Lage, einen verständlichen Fachvortrag über ein technisches Thema auszuarbeiten und vor einer technisch gebildeten Hörschaft vorzutragen.
- Die Studierenden haben einen Überblick über ein Spektrum wichtiger

Methoden der Regelungstechnik gewonnen.

Voraussetzungen	Vorausgesetzt werden Kenntnisse der Ingenieurmathematik sowie Kenntnisse im Umfang eines der folgenden Module, die an der UniBwM im Bachelor "Mathematical Engineering" bzw. im Bachelor "Elektrotechnik und Informationstechnik" bzw. im Bachelor "Luft- und Raumfahrttechnik" absolviert werden: "Modul Systemtheorie" oder "Modul Steuer- und Regelungstechnik" oder "Modul Regelungstechnik".
Verwendbarkeit	Verwendbar im Rahmen des Masterstudiengangs „Elektrotechnik und Informationstechnik“ für alle Vertiefungsrichtungen. Verwendbar im Rahmen des Masterstudiengangs „Mathematical Engineering“ für alle Vertiefungsrichtungen.
Leistungsnachweis	Die Leistungspunkte werden durch ein selbst gehaltenes Referat, eine mündliche Prüfung von ca. 20 Min Dauer sowie das Zuhören bei den Referaten der anderen Teilnehmer erworben. Die Note besteht zur Hälfte aus der Bewertung des selbst gehaltenen Referats und zur Hälfte aus der mündlichen Prüfung.
Literatur	- J. Lunze: "Regelungstechnik, Band 1 + 2", Springer Verlag, 2008, - J. Slotine, W. Li: "Applied Nonlinear Control", Verlag Prentice Hall, 1991.
Dauer und Häufigkeit	Das Modul dauert 1 Trimester. Das Modul beginnt jedes Studienjahr jeweils im Frühjahrstrimester. Als Startzeitpunkt ist das Frühjahrstrimester im 1. Studienjahr vorgesehen.

Modul 1084 Satellitennavigation I

zugeordnet zu: Wahlpflichtmodule Vertiefungsrichtung: Extreme Environment Technologies

Studiengang:	Mathematical Engineering	Modultyp:	Pflicht
Workload gesamt (h):	180 Stunden	ECTS-Punkte:	6
-> Präsenzzeit (h):	72 Stunden	TWS:	6 Stunden
-> Selbststudium (h):	108 Stunden		

Modulbestandteile	10841	Globale Satellitennavigationssysteme (Vorlesung (PF) - 1 TWS)
	10842	Globale Satellitennavigationssysteme (Übung (PF) - 1 TWS)
	10843	Differentielle GNSS-Verfahren (Vorlesung (PF) - 1 TWS)
	10844	Differentielle GNSS-Verfahren (Übung (PF) - 1 TWS)
	10845	Schätzverfahren der integrierten Navigation (Vorlesung (PF) - 1 TWS)
	10846	Schätzverfahren der integrierten Navigation (Übung (PF) - 1 TWS)

Modulverantwortlicher	Prof. Dr.-Ing. Bernd Eissfeller
-----------------------	---------------------------------

- | | |
|--------|---|
| Inhalt | <p>1) Globale Satellitennavigationssysteme (GNSS)</p> <ul style="list-style-type: none"> • Grundlagen: Referenzsysteme, Zeitsysteme, Satellitenorbits, Aufbau eines GNSS • gegenwärtige Satellitennavigationssysteme: NAVSTAR GPS (USA), GLONASS (Russland); Weltraumsegment, Bodensegment und Nutzersegment (Empfänger) • zukünftige Satellitennavigationssysteme: GALILEO (Europa), COMPASS (China); Abgrenzung zu den vorhandenen Systemen, GNSS Evolution Programme • Ergänzungssysteme: WAAS, EGNOS, MSAS, GAGAN, QZSS u.a. • Bestimmung von Position, Geschwindigkeit, Beschleunigung und Zeit: Einführung in die Auswertung von GNSS-Daten (Standardpositionierung mit Code-Strecken, Auswertung von Doppler- oder Phasenmessungen zur Geschwindigkeits- und Beschleunigungsbestimmung, Zeittransfer) <p>2) Differentielle GNSS-Methoden (DGNSS)</p> <ul style="list-style-type: none"> • Einführung, Motivation und Zielsetzung für DGNSS • Beobachtungsgleichungen, Fehlerbudget und Korrekturansätze • LAAS (lokale differentielle Systeme) und WAAS („wide area“ Systeme) • Hochpräzise Korrekturkonzepte • Ansätze im wissenschaftlichen Bereich • Militärisches DGNSS: JPALS, WAGE und Talon NAMATH • Anwendungsspektrum |
|--------|---|

3) Schätzverfahren der integrierten Navigation

- Systemkonzept der Integrierten Navigation
- Multisensorsysteme und Redundanzkonzepte
- Sensoren und Messwerte der Navigation
- Kalman Filter: Lineares dynamisches Fehlermodell, Beobachtungsgleichungen, Ableitung des Optimalschätzers, Algorithmus, Elementares Beispiel, numerisch stabile Formen
- Anwendung bei der GPS/INS Integration: Lose Kopplung (Loosely Coupling), Enge Kopplung (Tightly Coupling), Ultraenge Kopplung (Ultra - Tightly Coupling), Tiefe Kopplung (Deeply Coupling)
- Beispiele und Leistungsfähigkeit Integrierter Navigationssysteme in Schifffahrt, Luftfahrt, Landverkehr und Raumfahrt

Qualifikationsziele

Globale Satellitennavigationssysteme spielen in vielen Berufsfeldern, aber auch im privaten Bereich (Freizeit-Gestaltung) eine inzwischen sehr wichtige Rolle.

- Die Absolventen besitzen einen Überblick über die existierenden und zukünftigen (bzw. modernisierten) globalen Satellitennavigationssysteme (GNSS), sowohl über die wichtigen Grundlagen als auch über die Systemarchitektur und die Systemgliederung (Segmente).
- Weiterhin kennen sie Ergänzungssysteme und die Auswertemethodik. Die Anwendungen für zivile als auch militärische Nutzer sind ihnen bekannt.
- Sie haben durch die Lehrveranstaltung "Differentielle GNSS-Verfahren" fundierte Kenntnisse über die Methoden zur Verbesserung konventioneller GNSS Positionierungs-Techniken, inkl. der heute verfügbaren und für die Zukunft geplanten Entwicklungen einschließlich der militärischen Systeme, erworben.
- Im Rahmen des Abschnitts "DGNSS-Methoden" haben sie sich das Verständnis für die Datenverarbeitung, Algorithmen sowie das Fehlerbudget der differentiellen GNSS-Technik, was als Voraussetzung für die Erarbeitung der Realisierungskonzepte angesehen werden kann, erarbeitet.
- Sie haben Grundkenntnisse über Schätzverfahren in hybriden Navigationssystemen erworben.
- Sie verstehen das Zusammenwirken der verschiedenen Messwerte und den grundlegenden Rechengang des Kalman Filters.
- Sie verstehen das Zusammenwirken der verschiedenen Sub-Systeme und die zugrunde liegenden Technologien.
- Sie haben einen Überblick über die Multisensornavigation in verschiedenen Anwendungsbereichen (Schifffahrt, Landverkehr, Luftfahrt, Raumfahrt) erhalten.

Voraussetzungen

Mathematik, Experimentalphysik, Messtechnik, Messtechnik und Regelungstechnik.

Verwendbarkeit

Erweiterung des Grundwissens im Gebiet "Satellitennavigation" um Kenntnisse der existierenden und zukünftigen Systeme sowie um die wichtigen Verfahren der differentiellen Positionierung, die im zivilen und militärischen Bereich zu Erzielung höherer Genauigkeiten sowie zur Verbes-

serung der Integrität eine hohe Bedeutung haben. Spezialkenntnisse auf dem (zivil und) militärisch wichtigen Gebiet der hybriden Navigation.

Leistungsnachweis

Schriftliche Prüfung 90 Minuten (Hilfsmittel: nicht-programmierbarer Taschenrechner) oder mündliche Prüfung 30 Minuten.

Sonstige Bemerkungen

Zuordnung zu den Studienschwerpunkten siehe Tabelle am Anfang des Dokumentes.

Literatur

- Brown R.G., Hwang P.Y.C.: Introduction to Random Signals and Applied Kalman Filtering. 3rd edition. New York: John Wiley & Sons, 1997.
- ESA (Hrsg): EGNOS - the European geostationary navigation overlay system. Noordwijk: ESA Publications Division, 2006.
- Hofmann-Wellenhof B.: GNSS - Global Navigation Satellite Systems. Wien: Springer-Verlag, 2008.
- Lawrence A.: Modern Inertial Technology - Navigation, Guidance and Control. Berlin: Springer-Verlag, 1998.
- Leick A.: GPS satellite surveying. New York: Wiley, 1995.
- Misra P., Enge P.: Global Positioning System - Signals, Measurements, and Performance. Second Edition. Lincoln, MA, USA: Ganga-Jamuna Press, 2006.
- Parkinson B.W., Spilker J.J. (Hrsg): Global Positioning System - Theorie and Applications, Volume 1. Progress in Astronautics and Aeronautics, Volume 163. Cambridge, 1996.
- Parkinson B.W., Spilker J.J. (Hrsg): Global Positioning System - Theorie and Applications, Volume 2. Progress in Astronautics and Aeronautics, Volume 164. Cambridge, 1996.
- Seeber G.: Satellite geodesy. Berlin: Verlag de Gruyter, 2003.
- Titterton D.H., Weston J.L.: Strapdown inertial navigation technology. AIAA, 2005.

Dauer und Häufigkeit

Das Modul dauert ein Trimester, es findet im Herbsttrimester des 1. Master-Studienjahres statt.

Modul 1085 Satellitennavigation II

zugeordnet zu: Wahlpflichtmodule Vertiefungsrichtung: Extreme Environment Technologies

Studiengang:	Mathematical Engineering	Modultyp:	Wahlpflicht
Workload gesamt (h):	210 Stunden	ECTS-Punkte:	7
-> Präsenzzeit (h):	96 Stunden	TWS:	8 Stunden
-> Selbststudium (h):	114 Stunden		

Modulbestandteile	10851	GNSS Nutzersegment (Vorlesung (PF) - 2 TWS)
	10852	GNSS Nutzersegment (Übung (PF) - 1 TWS)
	10853	Weltraumwetter (Vorlesung (PF) - 1 TWS)
	10854	Weltraumwetter (Übung (PF) - 1 TWS)
	10855	Satellitenkommunikation (Vorlesung (PF) - 2 TWS)
	10856	Satellitenkommunikation (Übung (PF) - 1 TWS)

Modulverantwortlicher Prof. Dr.-Ing. Bernd Eissfeller

Inhalt	<p>1) GNSS Nutzersegment</p> <ul style="list-style-type: none">• Empfängertechnik- und -technologien• geschichtliche Entwicklung• Komponenten eines GNSS Empfängers und ihre Bedeutung• analoge und digitale Baugruppen <p>Signalverarbeitung</p> <ul style="list-style-type: none">• Signalverarbeitung im GNSS Empfänger, Korrelation, DLL und PLL, Fehler, Multipath <p>Hardware- vs. Software-Empfänger</p> <ul style="list-style-type: none">• Konzepte• Unterschiede• Vor- und Nachteile <p>GNSS Empfänger - Übersicht</p> <ul style="list-style-type: none">• zivile Empfänger• militärische Empfänger <p>2) Satellitenkommunikation</p> <ul style="list-style-type: none">• Einführung und Hintergrund• Bahn- und Konstellationsaspekte• Raumtransport und Satellitenplattform• Grundlagen der Kommunikationstechnik: Link Bilanz, Modulation, Zugriffsverfahren (CDMA, FDMA, TDMA), Kodierung, Ausbreitungseffekte• Kommunikationsnutzlast• Bodenstationen, VSATs, Netze
--------	--

- Dienste der Satellitenkommunikation (INMARSAT, INTELSAT, INTERSPUTNIK, EUTELSAT, IRIDIUM, GLOBALSTAR, u.a.)
- Entwicklungsstand und Trends

3) Weltraumwetter

- Einführung in die Thematik
- Bedeutung des Weltraumwetters für Satellitensysteme und Bodeninfrastruktur auf der Erde
- Die Sonne als Antrieb für das Weltraumwetter (Phänomene und Überwachung)
- Die Ionosphäre (Aufbau, Phänomene und Beobachtung unter bes. Berücksichtigung der GNSS-basierten Datenverarbeitung)
- Systemtechnische Aspekte (Übersicht über die Auswirkungen des Weltraumwetters auf Teilsysteme von Raumfahrzeugen, Strahlungsanalysen und Schutzmaßnahmen).

Qualifikationsziele

Die Absolventen besitzen vertiefte Kenntnisse in zwei modernen Teilgebieten.

- Sie verstehen die Funktion eines GNSS Empfängers und sind sich über unterschiedliche Empfängerimplementierungen klar.
- Die Studierenden besitzen Grundkenntnisse über die Weltraumnutzung durch "Satellitenkommunikation".
- Sie verstehen das Zusammenwirken der verschiedenen Sub-Systeme und die zugrunde liegenden Technologien.
- Sie haben einen Überblick über die Multisensornavigation in verschiedenen Anwendungsbereichen (Schifffahrt, Landverkehr, Luftfahrt, Raumfahrt) erhalten.
- Sie verstehen den grundlegenden Designprozess der Satellitenkommunikation und sind in der Lage, solche Systeme zu bemessen.
- Sie haben praktische Erfahrungen in der Satellitenkommunikation durch die Inbetriebnahme einer VSAT Station und von Mobilterminals erworben.
- Die Studierenden kennen die Fähigkeiten und Grenzen sowie die wirtschaftliche Bedeutung der Satellitenkommunikation.
- Sie haben Kenntnisse über die Phänomene, Beobachtung und Vorhersage des Weltraumwetters sowie den Auswirkungen auf Satellitensysteme erworben.

Voraussetzungen

Mathematik, Experimentalphysik, Raumfahrttechnik.

Verwendbarkeit

Erweiterung des Grundwissens für die Gebiete Raumfahrttechnik und Satellitennavigation. Verständnis der Konzepte bei militärischen und zivilen GNSS. Erarbeitung von Spezialwissen für die Vorlesungen in den Schwerpunkten Flugführungssysteme und Autonome Systeme.

Leistungsnachweis

Schriftliche Prüfung 90 Minuten(Hilfsmittel: nicht-programmierbarer Taschenrechner) oder mündliche Prüfung 30 Minuten

Sonstige Bemerkungen

Dieses Modul kann auch als Munich-Aerospace-Partnermodul belegt werden.

Zuordnung zu den Studienschwerpunkten siehe Tabelle am Anfang des Dokumentes.

Literatur

- Kaplan E.D., Hegarty Ch. (Editor): Understanding GPS - Principles and Applications. Boston: Artech House Publishers, 2005.
- Borre K., Akos D.M., Bertelsen N., Rinder P., Jensen, Sören H.: A Software-Defined GPS and GALILEO Receiver. Boston: Birkhäuser, 2007.
- Lawrence A.: Modern Inertial Technology - Navigation, Guidance and Control. Berlin: Springer-Verlag, 1998.
- Titterton D.H., Weston J.L.: Strapdown inertial navigation technology. AIAA, 2005.
- Brown R.G., Hwang P.Y.C.: Introduction to Random Signals and Applied Kalman Filtering. 3rd edition. New York: John Wiley & Sons, 1997.
- Calcutt D., Tetley L.: Satellite Communications: Principles and Applications. London: Edward Arnold Verlag, 1994.
- Roddy D.: Satellite Communications. 2nd Edition. New York: McGraw-Hill, 1995.
- Richararia M.: Satellite Communication Systems: Design Principles. New York: McGraw-Hill, 1995.
- Maral G., Bousquets M.: Satellite Communications Systems, West Sussex: John Wiley & Sons, 1995.
- de Re E., Ruggieri M.: Satellite Communications and Navigation Systems. Springer Science, 2008.
- Dodel H., Eberle S.: Satellitenkommunikation. Berlin: Springer Verlag, 2007.

Dauer und Häufigkeit

Das Modul dauert ein Trimester, es findet im Herbsttrimester des 1. Master-Studienjahres statt.

Modul 1086 Satellitensysteme

zugeordnet zu: Wahlpflichtmodule Vertiefungsrichtung: Extreme Environment Technologies

Studiengang:	Mathematical Engineering	Modultyp:	Pflicht
Workload gesamt (h):	150 Stunden	ECTS-Punkte:	5
-> Präsenzzeit (h):	48 Stunden	TWS:	4 Stunden
-> Selbststudium (h):	102 Stunden		

Modulbestandteile	10861	Satellitensysteme (Vorlesung (PF) - 2 TWS)
	10862	Satellitensysteme (Übung (PF) - 2 TWS)

Modulverantwortlicher Prof. Dr.-Ing. Roger Förstner

Inhalt

In dieser Vorlesung werden die wichtigsten Subsysteme, aus denen ein Satellit aufgebaut ist, vertieft betrachtet. Nach einer Darstellung der verschiedenen Segmente (Boden-, Transfer-, Raumsegment) aus denen eine Raumfahrtmission besteht und deren Verknüpfungen, werden zunächst die wichtigsten technischen Aspekte verschiedener Klassen von Raumfahrtmissionen (Erdbeobachtung, Telekommunikation, Navigation, planetaren und interplanetaren Exploration) und ihr Einfluss auf den Entwurf von Satellitensystemen erarbeitet. Nachfolgend werden die Besonderheiten der Weltraumumgebung dargestellt. Es wird der Einfluss des Vakuums, der kosmischen Strahlung, des Sonnenwindes, der planetaren Atmosphären und Magnetfelder auf Raumfahrzeuge beleuchtet und mögliche designtechnische Lösungen vorgestellt. Es werden dann die wichtigsten Subsysteme von Satelliten im Einzelnen untersucht (Energieversorgung, Lage- und Bahnregelung, Antriebe, Struktur und Mechanismen, Thermalregelung, Datenverarbeitung, Kommunikation). Dabei werden zunächst die theoretischen Grundlagen erarbeitet, dann verschiedene technische Lösungen vorgestellt und abschließend gezeigt, wie eine erste qualitative und quantitative Auslegung des Subsystems vorgenommen werden kann.

Die Gliederung der Vorlesung sieht wie folgt aus:

- 1) Raumfahrtmissionen aus systemtechnischer Sicht
- 2) Einfluss der Weltraumumgebung auf Raumfahrzeuge
- 3) Satellitensubsysteme: Energieversorgung, Antriebssysteme, Lage- und Bahnregelung, Thermalregelung, Datenverarbeitung, Kommunikation, Mechanismen, Konfiguration und Struktur

Qualifikationsziele

Die Studierenden:

- Können die Besonderheiten verschiedener Raumfahrtmissionen aus systemtechnischer Sicht beurteilen.
- Können die Einflüsse der Weltraumumgebung auf das Design von Satellitensystemen einschätzen
- haben ein grundlegendes Verständnis für alle Subsysteme von Satelliten

- können für alle Subsysteme eine erste quantitative Auslegung durchführen

Voraussetzungen

Vorausgesetzt werden allgemeine ingenieurwissenschaftliche Grundlagen (Höhere Mathematik, Experimentalphysik, Technische Mechanik I-II, Strömungsmechanik, Thermodynamik, Allgemeine Elektrotechnik, Werkstoffkunde).

Verwendbarkeit

Voraussetzung für wissenschaftliche Grundlagenuntersuchungen, angewandte Forschung sowie Projektmanagement auf dem Gebiet der Raumfahrt.

Leistungsnachweis

Schriftliche Prüfung 90 Minuten

- 30 Minuten Frageteil: keine Hilfsmittel
- 60 Minuten Aufgabenteil: Skript, Formelsammlung, Taschenrechner

Sonstige Bemerkungen

Zuordnung zu den Studienschwerpunkten siehe Tabelle am Anfang des Dokumentes.

Literatur

- Ley, Wittman, Hallmann: Handbuch der Raumfahrttechnik
- Wertz J.R., Larson W.J.: Space Mission Analysis and Design

Dauer und Häufigkeit

Das Modul dauert ein Trimester, es findet im Wintertrimester des 1. Master-Studienjahres statt.

Modul 1293 Schaltungssimulation

zugeordnet zu: Wahlpflichtmodule Vertiefungsrichtung: Extreme Environment Technologies

Studiengang:	Mathematical Engineering	Modultyp:	Wahlpflicht
Workload gesamt (h):	150 Stunden	ECTS-Punkte:	5
-> Präsenzzeit (h):	60 Stunden	TWS:	5 Stunden
-> Selbststudium (h):	90 Stunden		

Modulbestandteile	12931	Schaltungssimulation (Vorlesung (WP) - 2 TWS)
	12932	Schaltungssimulation (Praktikum (WP) - 3 TWS)

Modulverantwortlicher Dr.-Ing. Roland Pfeiffer

Inhalt

Der Schwerpunkt der Vorlesung und des Praktikums liegt in der Analogtechnik und behandelt die folgenden Themen:

1. Vorlesung:

- mathematische Methoden der Schaltungssimulation unter besonderer Berücksichtigung des Schaltungssimulator PSPICE
- Erlernen der Grundeigenschaften analoger MOS-Schaltungen, insbesondere Verstärkerschaltungen
- Numerische Ausdrücke für die Grundeigenschaften, Kenngrößen
- Bandgap-Schaltungen, Mixerschaltungen, Oszillatorschaltungen als Vorbereitung für die erweiterten Simulationsmöglichkeiten von PSPICE
- Einfluss des Layouts auf analoge Schaltungen, Mismatch, als Vorbereitung auf die Monte-Carlo-Analyse und Worst-Case-Analyse von PSPICE
- Zukünftige analoge MOS-Schaltungen: Probleme und Lösungen, Pre-Silicon Modelparameter

2. Praktikum

Intensives Kennenlernen des Schaltungssimulationsprogramms PSPICE

- Von einer Digitalschaltung zur Analogschaltung
- Vom Großsignalschaltbild (Transienten-Analyse) zum Kleinsignalersatzschaltbild (AC-Analyse)
- Versorgung von Analogschaltungen,
- OTA - ein OpAmp für Kondensatorlast
- Miller Operationsverstärker - ein OpAmp für Widerstandslast
- Erstellter OpAmp als Subcircuit
- Überprüfung durch geeignete PSPICE-Simulation der in der Vorlesung aufgestellten numerischen Ausdrücke

- Weitere Analyse-Arten von PSPICE:
- Temperaturanalyse: Drainstrom, Bandgapschaltung

- Rauschanalyse: Widerstand, MOS-Transistor, MOS-R-Inverterverstärker
- Fourieranalyse: MOS-R-Inverterverstärker, Differenzverstärker, Balancing von Mixerschaltungen
- Monte-Carlo-Analyse, Worst-Case-Analyse am Beispiel MOS-R-Inverterverstärker
- Transfer-Analyse, Sensitivity-Analyse am Beispiel MOS-R-Inverterverstärker
- ABM-Bauelemente (unter anderen Phase-Locked-Loop-Erstellung)
- Oszillator-Schaltungen (Ringoszillator)
- Parameter-Analyse
- Optimizer zur Schaltungs-Optimierung
- Smoke zur Schaltungs-Stress-Analyse
- Transmission Line
- Abändern von Bauteilen
- Sample-and-Hold
- Layouterstellung mit dem Layoutprogramm „Microwind“
- Simulation zukünftiger analoger CMOS-Schaltungen mittels Pre-Silicon MOS Modell-Parameter

Qualifikationsziele

Die Vorlesung gibt einen erweiterten Einblick in die Grundlagen der mathematische Methoden der Schaltungssimulation. Die Studierenden gewinnen zudem durch das Praktikum die Fähigkeit, mit Hilfe eines Simulationsprogramms auch aufwendige Schaltungen durch Simulation zu entwickeln und zu dimensionieren sowie ihre Funktionsfähigkeit zu verifizieren.
Gute Grundlage für Master-Arbeiten im Bereich des Schaltungsentwurfs.

Voraussetzungen

Grundkenntnisse im Bereich der elektronischen Bauelemente

Verwendbarkeit

Wahlpflichtmodul für den Masterstudiengang EIT mit allen Vertiefungsrichtungen,
Wahlpflichtmodul für den Masterstudiengang ME mit allen Vertiefungsrichtungen.

Leistungsnachweis

Vorlesung: Schriftliche Prüfung von 45 Minuten Dauer (sP-45) oder mündliche Prüfung von 15min Dauer (mP-15) am Trimesterende (sP-45 oder mP-15). Die Festlegung der Prüfungsart erfolgt zu Beginn des Moduls. Eine Wiederholungsprüfung wird am Ende des dritten Quartals angeboten. (2 ECTS-LP)

Praktikum: Teilnahmeschein. Die regelmäßige Teilnahme an dem Praktikum mit Vor- und Nachbereitung ist für den Erhalt des Teilnahmescheins notwendig. (3 ECTS-LP)

Literatur

- Kurt Hoffmann: "Systemintegration vom Transistor zur großintegrierten Schaltung", ISBN-13: 978-3486578942 Oldenbourg Verlag,
- Behzad Razavi: "Design of Analog CMOS Integrated Circuits", ISBN-13: 978-0071188395 Mcgraw-Hill Higher Education Verlag,
- John Keown: "Orcad Pspice and Circuit Analysis", ISBN-13: 978-0130157959 Prentice-Hall Verlag,
- Oliver Hilbertz, Walter Motsch: "Benutzerunterstützung für das Simulationssystem PSpice (Version 8)", ISBN-13: 978-3826588167 Shaker Verlag,

Dauer und Häufigkeit

Das Modul dauert 1 Trimester.
Das Modul beginnt jedes Studienjahr jeweils im Frühjahrstrimester.
Als Startzeitpunkt ist das Frühjahrstrimester im 1. Studienjahr vorgesehen.

Modul 1087 Sensortechnik

zugeordnet zu: Wahlpflichtmodule Vertiefungsrichtung: Extreme Environment Technologies

Studiengang:	Mathematical Engineering	Modultyp:	Wahlpflicht
Workload gesamt (h):	150 Stunden	ECTS-Punkte:	5
-> Präsenzzeit (h):	48 Stunden	TWS:	4 Stunden
-> Selbststudium (h):	102 Stunden		

Modulbestandteile	10871	Sensortechnik für Autonome Systeme (Vorlesung (PF) - 2 TWS)
	10872	Sensortechnik für Autonome Systeme (Übung (PF) - 2 TWS)

Modulverantwortlicher Prof. Dr.-Ing. Hans-Joachim Wünsche

Inhalt

Die Studierenden erwerben im Modul „Sensortechnik für Autonome Systeme“ einen Überblick zur analogen und digitalen Meßtechnik, sowie detaillierte Einblicke in den Aufbau und die Verwendungsmöglichkeiten von Sensoren und von Sensorplattformen. Zunächst werden einige grundlegende Sensorprinzipien vorgestellt, worauf dann die wesentlichen internen und externen Sensorsysteme behandelt werden. Als Beispiel werden u.a. die im institutseigenen Fahrzeug eingebauten Sensorplattformen (Kamerasystem, LIDAR, Inertialplattform mit Dual GPS, ...) ausführlich erklärt.

Ausgehend von einem Überblick über die Entwicklung und den derzeitigen Stand der Meßtechnik, der Sensortechnik und von Meßplattformen werden die folgenden Themenkreise behandelt:

- Einleitung und kurze Wiederholung von: Wozu benötigen wir Sensoren, Beispiele für Sensoren in Robotern und (autonomen) Fahrzeugen, Einteilung von Sensoren. Statistische Kenngrößen und typische Messfehler einschl. deren mathematischer Beschreibung. Sensormodelle und Sensoreigenschaften.
- Messkette – von der Messgröße zum Messwert im Rechner Signalaufbereitung, Abtastung, Abtasttheorem, Aliasing, Analog-Digital-Wandler, Digitale Signalübertragung, Serielle Bussysteme, Digital-Analog-Wandler
- Grundlegende Sensorprinzipien; Positionssensoren: Grundlegende Sensorprinzipien und -effekte, wie Hall-Sensor, induktiver Sensor, kapazitiver Sensor, magnetoresistiver, piezoelektrischer und piezoresistiver Effekt. Interne Sensoren: Messung von Positionen und Geschwindigkeiten.
- Messung von Beschleunigungen: Verschiedene Prinzipien zur Messung von Beschleunigungen. MEMS Sensoren. Kompass Sensoren. Drehratenmessung: Coriolis Kraft Prinzip und Sagnac Effekt; Kreiselkompass, Vibrationskreisel, MEMS Kreisel, Faserkreisel und Ringlaser.
- Inertiale Messsysteme und inertielle Navigationssysteme: Inertiale Messsysteme (IMU): Plattform und Strap-down Technologie, Gimbal-Lock, typische Fehler. Inertiale Navigationssysteme (INS); Arten

der Stützung: Zero Update, Magnetfeld, GNSS (GPS): lose, enge und sehr enge Kopplung. Satelliten-Navigations Systeme wie GPS, Glonass, Galileo.

- Externe Sensoren: Landmarken Navigation: Natürliche und künstliche Landmarken. Leuchttürme, Funkfeuer, VOR und DME. Hyperbelnavigation und coastal Navigation. Kraft-Momenten-Sensor, 3D-Space Mouse, Taktile Sensoren, Näherungssensoren
- Abstandsgebende Sensoren auf Basis Laufzeitmessung: Prinzip der Laufzeitmessung: Ultraschallsensoren, Radar und Lidar
- Bildgebende Sensoren: Video- und Infrarotkameras, HD (hochauflösende) 3D Lidarsysteme, optische time-of-flight Kameras. Grundlagen der Modellierung, Abbildungsgleichungen, homogene Koordinaten.
- Weiterführende Themen: Sensor-Timing, -Synchronisation und -Fusion. Out-of-sequence Messung.

Qualifikationsziele

Die Studierenden

- wissen aus welchen wesentlichen Elementen die Sensoren und Sensor-Plattformen eines autonomes System bestehen,
- verstehen die Funktionsweise der verwendeten Sensorsysteme,
- können die erlernten Kenntnisse im parallel stattfindenden Praktikum „Autonome Systeme“ beim Aufbau eines autonomen Modell-Fahrzeugs anwenden.

Voraussetzungen

Vorausgesetzt werden die im Modul "Messtechnik" vermittelten Kenntnisse, sowie gute Kenntnisse über physikalische Grundgesetze, Digital-Elektronik und Statistik.

Verwendbarkeit

Autonome, kognitive Systeme werden zukünftig immer stärker in unser Leben vordringen. Fahr- und Flugzeuge werden nicht nur im militärischen Bereich um Assistenzsysteme erweitert, die einen zunehmend autonomen Betrieb ermöglichen. Roboter, die ihre Umgebung über einfache Sensoren und bzw. über komplexe Sensorplattformen wahrnehmen und sich in ihr situationsgerecht verhalten, werden nicht nur Soldaten zur Hand gehen, sondern auch in Fabriken sowie im häuslichen Umfeld schwere, monotone, gefährliche oder ermüdende Aufgaben übernehmen.

Leistungsnachweis

Schriftliche Prüfung 75 Minuten oder mündliche Prüfung 30 Minuten

Sonstige Bemerkungen

Dieses Modul kann auch als Munich-Aerospace-Partnermodul belegt werden.

Zuordnung zu den Studienschwerpunkten siehe Tabelle am Anfang des Dokumentes.

Literatur

- Everett H.R.: Sensors for Mobile Robots. Wellesley: Peters, 1995.

Dauer und Häufigkeit

Das Modul dauert ein Trimester, es findet im Herbsttrimester des 1. Master-Studienjahres statt.

Modul 1243 Signal- und Informationsverarbeitung

zugeordnet zu: Wahlpflichtmodule Vertiefungsrichtung: Extreme Environment Technologies

Studiengang:	Mathematical Engineering	Modultyp:	Pflicht
Workload gesamt (h):	240 Stunden	ECTS-Punkte:	8
-> Präsenzzeit (h):	96 Stunden	TWS:	8 Stunden
-> Selbststudium (h):	144 Stunden		

Modulbestandteile	12431	Signalverarbeitung (Vorlesung (PF) - 3 TWS)
	12432	Signalverarbeitung (Übung (PF) - 1 TWS)
	12433	Informationsverarbeitung (Vorlesung (PF) - 3 TWS)
	12434	Informationsverarbeitung (Übung (PF) - 1 TWS)

Modulverantwortlicher	Priv.-Doz. Dr.-Ing. Gerhard Staude
-----------------------	------------------------------------

- | | |
|--------|--|
| Inhalt | <p>Modulteil Signalverarbeitung:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Charakterisierung von Signalen: <ul style="list-style-type: none"> Analoge und digitale Signal • Deterministische Signale und Zufallssignale • Darstellung zeitkontinuierlicher und zeitdiskreter Signale in Zeit- und Frequenzbereich: <ul style="list-style-type: none"> Fourier-Reihe Fourier-Transformation Laplace-Transformation Z-Transformation Zeitdiskrete Fourier-Transformation (DTFT) • Zeitdiskrete lineare zeitinvariante Systeme (LTI-Systeme) • Abtastung • Zufallssignale <ul style="list-style-type: none"> Zufallsvariablen Stochastische Prozesse • Grundlagen digitaler Filter • Adaptive Filter <ul style="list-style-type: none"> Minimum Mean Squared Error (MMSE) Filter, Wiener Filter Least Mean Squares (LMS) Algorithmus Recursive Least Squares (RLS) Algorithmus • Diskrete Fourier-Transformation (DFT), Fast Fourier Transform (FFT) <p>Modulteil Informationsverarbeitung:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Schnelle Faltung • Spektralanalyse von deterministischen Signalen und Zufallssignalen • Traditionelle und parametrische Spektralschätzung • Grundlagen der Sprach- und Bildverarbeitung |
|--------|--|

Qualifikationsziele	<ul style="list-style-type: none">• Verständnis der mit dem Übergang vom kontinuierlichen Signal zum zeit- und wertdiskreten Signal einhergehenden Veränderungen von Signaleigenschaften• Sicherer Umgang mit Schlüsseltechniken der digitalen Signalverarbeitung im Zeit- und Frequenzbereich• Beherrschung von Entwurfs- und Analyseverfahren digitaler Filter.
Voraussetzungen	<ul style="list-style-type: none">• Kenntnisse der Signal- und Systemtheorie• Kenntnisse der Wahrscheinlichkeitsrechnung und stochastischer Prozesse• Höhere Mathematik.
Verwendbarkeit	<ul style="list-style-type: none">• Pflichtmodul für die Vertiefungsrichtung "Kommunikationstechnik" im Studiengang EIT (M.Sc.)• Wahlpflichtmodul für die Vertiefungsrichtung "Energietechnische Systeme" im Studiengang EIT (M.Sc.)• Pflichtmodul für die Vertiefungsrichtung ME-VSK im Studiengang Mathematical Engineering (M.Sc.)• Wahlpflichtmodul für die Vertiefungsrichtungen ME-EET, ME-Mechatronik und ME-PTM im Studiengang Mathematical Engineering (M.Sc.)• Wahlpflichtmodul für das Anwendungsfach Elektrotechnik im Masterstudiengang INF (M.Sc.)• Dieses Modul kann nicht gleichzeitig mit dem Modul 1249 eingebracht werden
Leistungsnachweis	Schriftliche Prüfung von 90min Dauer (sP-90) oder mündliche Prüfung von 30min Dauer (mP-30) am Ende des Frühjahrstrimesters. Wiederholungsmöglichkeit am Ende des Herbsttrimesters. Die genaue Art der Prüfung wird zu Beginn des Moduls bekannt gegeben.
Literatur	<ul style="list-style-type: none">• K.-D. Kammeyer, K. Kroschel: Digitale Signalverarbeitung. B.G. Teubner.• A. Oppenheim, R. Schaffer: Discrete-Time Signal Processing. Prentice Hall
Dauer und Häufigkeit	Das Modul dauert 1 Trimester. Das Modul findet jedes Studienjahr im Wintertrimester statt. Als Startzeitpunkt ist das Wintertrimester im ersten Studienjahr vorgesehen.

Modul 1249 Signalverarbeitung und Übertragungssysteme der Hochfrequenztechnik

zugeordnet zu: Wahlpflichtmodule Vertiefungsrichtung: Extreme Environment Technologies

Studiengang:	Mathematical Engineering	Modultyp:	Pflicht
Workload gesamt (h):	150 Stunden	ECTS-Punkte:	5
-> Präsenzzeit (h):	60 Stunden	TWS:	5 Stunden
-> Selbststudium (h):	90 Stunden		

Modulbestandteile	12491	Grundlagen der Signalverarbeitung (Vorlesung (PF) - 1.5 TWS)
	12492	Grundlagen der Signalverarbeitung (Übung (PF) - 0.5 TWS)
	12493	Übertragungssysteme der Hochfrequenztechnik (Vorlesung (PF) - 2 TWS)
	12494	Übertragungssysteme der Hochfrequenztechnik (Übung (PF) - 1 TWS)

Modulverantwortlicher	Prof. Dr.-Ing. habil. Stefan Lindenmeier
-----------------------	--

- Inhalt
- a) Lehrveranstaltung 1: Grundlagen der Signalverarbeitung:
- Charakterisierung von Signalen: Analoge und digitale Signale
 - Deterministische Signale und Zufallssignale
 - Darstellung zeitkontinuierlicher und zeitdiskreter Signale in Zeit- und Frequenzbereich:
 - Zeitdiskrete lineare zeitinvariante Systeme (LTI-Systeme)
 - Abtastung
 - Zufallssignale: Zufallsvariablen , Stochastische Prozesse
 - Grundlagen digitaler Filter
 - Diskrete Fourier-Transformation (DFT), Fast Fourier Transform (FFT)
- b) Lehrveranstaltung 2: Übertragungssysteme der Hochfrequenztechnik:
- Einführung in moderne Übertragungssysteme,
 - Mobile und fest installierte Funknetze für die Anwendungen Mobilkommunikation, Funkortung und Radar,
 - Kabelgebundene Übertragungssysteme,
 - Frontend-Architekturen,
 - Sender und Empfänger-Architekturen,
 - Merkmale der Funkübertragung vom Satelliten, zu Land, zu Schiff und unter Wasser,
 - Antennen für Funkverkehr, Funkortung und Radar,
 - Mehrwege-Wellenausbreitung im Reflexionsszenario,
 - Diversity-Verfahren zur Empfangsverbesserung bei Mehrwege-Wellenausbreitung,

- Adaptive Antennengruppen und Frontendarchitekturen für Richtfunksysteme mit adaptiver Strahlformung, Intelligente Antennensysteme,
- Antennen und Frontendaufbau von Single Input Multiple Output (SIMO) und Multiple Input Multiple Output (MIMO)-Übertragungsstrecken.

Qualifikationsziele

a) Lehrveranstaltung: Grundlagen der Signalverarbeitung:

- Verständnis der mit dem Übergang vom kontinuierlichen Signal zum zeit- und wertdiskreten Signal einhergehenden Veränderungen von Signaleigenschaften,
- Sicherer Umgang mit Schlüsseltechniken zur Signaldarstellung und Interpretation im Zeit- und Frequenzbereich,

b) Lehrveranstaltung: Übertragungssysteme der Hochfrequenztechnik:

- Grundkenntnisse zum Aufbau von mobilen Kommunikationssystemen,
- Grundkenntnisse zum Aufbau von Systemen der Funkortung und der Radartechnik,
- Detailkenntnisse zum Aufbau von Sende-Empfängern, Frontend-Architekturen und deren Hochfrequenzschaltungen,
- Detailkenntnisse über die physikalische Übertragungsebene, Funkübertragung mit Mehrwege-Ausbreitung und Übertragungsleitungen, Mehrantennensysteme

Voraussetzungen

Kenntnisse der Signal- und Systemtheorie, Kenntnisse der Wahrscheinlichkeitsrechnung und stochastischer Prozesse, Höhere Mathematik

Kenntnisse in Hochfrequenztechnik und Theoretischer Elektrotechnik, wie sie z.B. in den Modulen "Hochfrequenztechnik I und II" sowie "Theoretische Elektrotechnik I und II" aus den jeweiligen B.Sc.-Studiengängen vermittelt werden Kenntnisse aus den Modulen "Mathematik A", "Mathematik B" und "Mathematik C" des B.Sc.-Studiengangs EIT.

Verwendbarkeit

Pflichtmodul in der Vertiefungsrichtung "Sicherheitstechnik" des M.Sc.-Studiengangs EIT, Wahlpflichtmodul in der Vertiefungsrichtung "Energietechnische Systeme" des M.Sc.-Studiengangs EIT, Wahlpflichtmodul für die Vertiefungsrichtungen ME-EET, ME-Mechatronik und ME-PTM des M.Sc.-Studiengangs "Mathematical Engineering"

Dieses Modul kann nicht gleichzeitig mit dem Modul 1243 eingebracht werden

Leistungsnachweis

Gesamtmodul: Schriftliche Prüfung von 90 min Dauer (sP-90) oder mündliche Prüfung von 30 min Dauer (mP-30). Die genaue Art der Prüfung wird zu Beginn des Moduls bekannt gegeben.

Literatur

Lehrveranstaltung: Übertragungssysteme der Hochfrequenztechnik

Meinke, Gundlach: "Taschenbuch der Hochfrequenztechnik", Springer Verlag, Berlin, 1986,

Zinke, Brunwig: "Hochfrequenztechnik 1 und 2", Springer Verlag, Berlin, 1993.

Lehrveranstaltung: Grundlagen der Signalverarbeitung

K.-D. Kammeyer, K. Kroschel: "Digitale Signalverarbeitung", B.G. Teubner,

A. Oppenheim, R. Schafer: "Discrete-Time Signal Processing", Prentice Hall.

Dauer und Häufigkeit

Das Modul dauert 1 Trimester.

Das Modul beginnt jedes Studienjahr jeweils im Wintertrimester.

Als Startzeitpunkt ist das Wintertrimester im 1. Studienjahr vorgesehen.

Modul 1286 Spezielle messtechnische Probleme

zugeordnet zu: Wahlpflichtmodule Vertiefungsrichtung: Extreme Environment Technologies

Studiengang:	Mathematical Engineering	Modultyp:	Wahlpflicht
Workload gesamt (h):	150 Stunden	ECTS-Punkte:	5
-> Präsenzzeit (h):	60 Stunden	TWS:	5 Stunden
-> Selbststudium (h):	90 Stunden		

Modulbestandteile	12861	Spezielle messtechnische Probleme (Seminar (WP) - 5 TWS)
-------------------	-------	--

Modulverantwortlicher	Prof. Dr. techn. Christian Kargel
-----------------------	-----------------------------------

Inhalt	<p>Das Seminar „Spezielle messtechnische Probleme“ vertieft praxisnah das Verständnis für spezielle messtechnische Problemstellungen. Die Studierenden bearbeiten unter Anleitung eine bestimmte vorgegebene oder selbst vorgeschlagene Aufgabenstellung entweder als Einzelperson oder in Kleingruppen. Die Ergebnisse und Lösungen werden in der Seminargruppe vorgetragen und zur Diskussion gestellt</p>
--------	--

Qualifikationsziele	<ul style="list-style-type: none"> • Die Studierenden haben die in anderen Modulen erworbenen Kenntnisse vertieft und für bestimmte messtechnische Aufgabenstellungen praktische Lösungen erarbeitet. • Die Studierenden sind in der Lage, typische in der Praxis auftretende messtechnische Probleme zu analysieren und mithilfe von ingenieurwissenschaftlichem Denken und Handeln zu lösen. • Die Studierenden haben vertiefte Fertigkeiten bei der problemorientierten Auswahl von und dem praktischen Umgang mit Sensoren, Messgeräten, Messverfahren und Mess-Systemen erworben. • Durch die eigene Präsentation einer speziellen messtechnischen Problemstellung und die aktive Teilnahme an Fachdiskussionen zu anderen Themen haben die Studierenden grundlegende Arbeitsweisen zur Aufarbeitung von Fachthemen angewandt und Techniken erworben zur Vorstellung und Diskussion wissenschaftlich-technischer Themen einschließlich der korrekten Verwendung spezifischer Fachbegriffe. Diese Fähigkeiten können auch im Rahmen von studentischen Abschlussarbeiten nutzbringend eingesetzt werden.
---------------------	---

Voraussetzungen	<ul style="list-style-type: none"> • Kenntnisse der Elektrotechnik, Messtechnik, Mathematik und Physik. • Die erfolgreiche Bewältigung des Moduls „Sensorik und Messtechnik“ wird als Voraussetzung empfohlen.
-----------------	--

Verwendbarkeit

- Wahlpflichtmodul für alle Studien- und Vertiefungsrichtungen.
 - Das Modul steht in thematischem Zusammenhang mit den Pflichtmodulen
 - o Digitale Bildverarbeitung,
 - o Sensorik und Messtechnik,
- sowie mit den Wahlpflichtfächern
- o Sensorik und Messtechnik, Praktikum
 - o Simulationswerkzeuge in der Sensorik und Messtechnik
 - o Sensornetze und digitale Mess-Systeme,
 - o Multisensorsysteme und Sensornetze.

Leistungsnachweis

- Die Benotung erfolgt anhand der erarbeiteten Lösungen und der eigenen Präsentation. Die Mitarbeit und Involvierung bei den Fachdiskussionen im Rahmen des Oberseminars fließen ebenfalls in die Benotung ein.

Literatur

Je nach Aufgabenstellung unterschiedlich. Wird individuell bekannt gegeben.

Dauer und Häufigkeit

Das Modul dauert ein Trimester.
Das Modul wird im Herbsttrimester und/oder Wintertrimester und/oder Frühjahrstrimester angeboten.
Als Startzeitpunkt ist das Wintertrimester im 1. Studienjahr vorgesehen.

Modul 1088 Statische und dynamische Beanspruchung von Werkstoffen

zugeordnet zu: Wahlpflichtmodule Vertiefungsrichtung: Extreme Environment Technologies

Studiengang:	Mathematical Engineering	Modultyp:	Pflicht
Workload gesamt (h):	150 Stunden	ECTS-Punkte:	5
-> Präsenzzeit (h):	48 Stunden	TWS:	4 Stunden
-> Selbststudium (h):	102 Stunden		

Modulbestandteile	10881	Statische und dynamische Beanspruchung von Werkstoffen (Vorlesung (PF) - 2 TWS)
	10882	Statische und dynamische Beanspruchung von Werkstoffen (Übung (PF) - 2 TWS)

Modulverantwortlicher Prof. Dr.-Ing. habil. Hans-Joachim Gudladt

- Inhalt**
- Im ersten Abschnitt des Moduls erhalten die Studenten eine grundlegende Einführung in die LEBM. Dabei werden die Grenzen der Anwendbarkeit im Hinblick auf duktil verformbare Werkstoffe wie z.B. Metalle, aufgezeigt. Es werden Kriterien angegeben die es erlauben, technische metallische Werkstoffe mittels der Bruchmechanik z.B. unter Berücksichtigung der Bruchzähigkeit zu qualifizieren. Zum Abschluss des Abschnitts wird das Versagen rissbehafteter Bauteile auf der Grundlage des sogenannten R-Kurvenkonzeptes behandelt. Dieses eröffnet den Studenten die Möglichkeit, sowohl für spröde Werkstoffe, wie Keramiken, als auch für duktile Werkstoffe, wie Metalle, das Materialversagen im Hinblick auf außen anliegende Kräfte und vorgegebene Risslängen für ein Bauteil rechnerisch abzuschätzen.
 - Im 2. Abschnitt lernen die Studenten das Materialverhalten unter schwingender Beanspruchung kennen. Man spricht hier von sogenannter Materialermüdung. Dabei wird sowohl dem Aspekt der Gesamtlebensdauer als auch dem der Lebensdauer angerissener Bauteile breiter Raum gewidmet. Letzteres ist im Sinne des Leichtbaukonzeptes für die Bauteilauslegung unerlässlich. Die Studenten lernen dabei, auf der Basis der Bruchmechanik die Rißausbreitung als Funktion der äußeren Beanspruchung zu erfassen und können daraus die Lebensdauer eines Bauteils näherungsweise bestimmen.
 - Im letzten Teil der Vorlesung wird auf den Einfluss der Mittelspannung und der Kerbgeometrie im Hinblick auf die Rissausbreitung eingegangen. Darüber hinaus wird das Verhalten der sogenannten kurzen Risse besprochen, die sich der klassischen Bruchmechanik entziehen.

- Qualifikationsziele**
- Die Studenten gewinnen einen Einblick in das Materialverhalten von 1- und 2-phasigen Leichtmetallen sowohl unter monotoner als auch unter schwingender Belastung.

- Sie lernen, mittels bruchmechanischer Hilfsmittel die Grenzen der Einsetzbarkeit von Werkstoffen zu bewerten.
- Darüber hinaus wird ihnen das Handwerkszeug der linearelastischen Bruchmechanik (LEBM) mitgegeben, um die Lebensdauer von vorgeschädigten und rissbehafteten Bauteilen abschätzen zu können.

Voraussetzungen

Bachelor-Studium

Verwendbarkeit

Das erworbene Wissen ist Voraussetzung für die Bewertung vorgeschädigter Bauteile im Hinblick auf ihre weitere Verwendbarkeit. Darüber hinaus lassen sich mit Hilfe der entwickelten Lebensdauerkonzepte metallische Strukturwerkstoffe im Sinne des Leichtbaukonzeptes optimieren.

Leistungsnachweis

Schriftliche Prüfung 75 Minuten oder mündliche Prüfung 30 Minuten

Sonstige Bemerkungen

Dieses Modul kann auch als Munich-Aerospace-Partnermodul belegt werden.
Zuordnung zu den Studienschwerpunkten siehe Tabelle am Anfang des Dokumentes.

Literatur

- Broek D.: Elementary Engineering Fracture Mechanics. 5th rev. ed. Martinus Nijhoff Publishers, 1982.
- Schwalbe K.-H.: Bruchmechanik metallischer Werkstoffe. Carl Hanser Verlag, 1980.
- Heckel K.: Einführung in die technische Anwendung der Bruchmechanik. Carl Hanser Verlag, 1991.
- Suresh S.: Fatigue of materials. Cambridge Solid State Science Series, 1991.

Dauer und Häufigkeit

Das Modul dauert ein Trimester, es findet im Wintertrimester des 1. Master-Studienjahres statt.

Modul 1208 Stochastische Schwingungen in Theorie und Praxis

zugeordnet zu: Wahlpflichtmodule Vertiefungsrichtung: Extreme Environment Technologies

Studiengang:	Mathematical Engineering	Modultyp:	Wahlpflicht
Workload gesamt (h):	90 Stunden	ECTS-Punkte:	3
-> Präsenzzeit (h):	36 Stunden	TWS:	3 Stunden
-> Selbststudium (h):	54 Stunden		

Modulbestandteile	12081	Stochastische Schwingungen in Theorie und Praxis (Vorlesung (PF) - 2 TWS)
	12082	Stochastische Schwingungen in Theorie und Praxis (Übung (PF) - 1 TWS)

Modulverantwortlicher Dr.-Ing. Ottmar Breuer

Inhalt

Die Studierenden erwerben im Modul "Stochastische Schwingungen in Theorie und Praxis" das notwendige Grundwissen zur rechnerischen und messtechnischen Behandlung von realistischen mechanischen Anregungen, wie sie stochastische Schwingungen im Einsatzbereich von Luft- und Raumfahrtgerät aber auch im allgemeinen Fahrzeugbau darstellen.

Im Einzelnen werden folgende Inhalte vermittelt:

- Die Studierenden erhalten einen Überblick über die mechanischen Umweltbedingungen, denen Luft- und Raumfahrzeuge sowie bodengebundene Fahrzeuge im Betrieb ausgesetzt sind sowie eine Einordnung der Bedeutung stochastischer Signale im Mess- und Versuchswesen.
- Die Studierenden werden mit den mathematischen Grundlagen der statistischen Signalanalyse im Zeit- und Frequenzbereich sowie der Klassifizierung von Signaltypen vertraut gemacht. Insbesondere wird die Bedeutung von Signal- und Leistungsspektren zur Beurteilung realistischer Belastungen auf schwingungsfähige Strukturen den Studierenden quantitativ (RMS-Wert) vermittelt.
- Die Studierenden lernen das Antwortverhalten linearer Systeme bei stochastischer Erregung, Lösungsverfahren und wesentliche Unterschiede zu deterministischen Signalen kennen.
- Anhand praktischer messtechnischer Erfassung stochastischer Signale wird den Studierenden das wichtigste Messinstrument (FFT-Analysator), Messfehler und deren Vermeidung bei der digitalen Verarbeitung nähergebracht.
- Die Rolle der stochastischen Signale bei einer experimentellen Systemidentifikation und deren messtechnische Realisierung werden in Theorie und Praxis den Studierenden vermittelt.

Qualifikationsziele

- Die Studierenden verstehen, die Bedeutung der stochastischen Signale im Vergleich zu den deterministischen Signalen im realitäts-

nahen Betrieb von Luft- und Raumfahrzeugen sowie von Fahrzeugsystemen zu erfassen.

- Die Studierenden sind in der Lage, Signaltypen zu klassifizieren und dabei stochastische Signale durch ihre Mittelwerte quantitativ einzuordnen.
- Die Studierenden erwerben die Fähigkeit, die mathematischen Werkzeuge zur Behandlung von Signalen im Zeit- und Frequenzbereich sicher anzuwenden, sowie den Übergang zwischen den Bereichen zu beherrschen.
- Die Studierenden erwerben die Fähigkeit, anhand von Signal- und Leistungsspektren im Versuchswesen Belastungen der zu untersuchenden Struktur wie des Prüfaufbaus (elektrodynamischer Shaker, Hydraulikzylinder) abzuschätzen.
- Die Studierenden werden in die Lage versetzt, die zur Verarbeitung stochastischer Signale notwendige Messtechnik und ihre Fehlerquellen sowie deren Abhilfe zu verstehen.

Voraussetzungen

Vorausgesetzt werden Kenntnisse der Technischen Mechanik und der Strukturmechanik.

Verwendbarkeit

Das Modul erweitert die Schwingungsuntersuchung auf Zufallsschwingungen. Es gibt Einblick in die Methoden der Versuchstechnik der dynamischen Strukturprüfung in der Luft- und Raumfahrt sowie der messtechnischen Verarbeitung stochastischer Signale.

Leistungsnachweis

Mündliche Prüfung 30 Minuten (ohne Hilfsmittel)

Sonstige Bemerkungen

Dieses Modul kann auch als Munich-Aerospace-Partnermodul belegt werden.

Literatur

- Wirsching P. et al.: Random Vibrations. John Wiley&Sons, 1995.
- Böhme J.F.: Stochastische Signale. Teubner Studienbücher, 1998.

Dauer und Häufigkeit

Das Modul dauert ein Trimester, es findet im Wintertrimester des 2. Master-Studienjahres statt.

Modul 1333 Strömungssimulation in Labor und Computer

zugeordnet zu: Wahlpflichtmodule Vertiefungsrichtung: Extreme Environment Technologies

Studiengang:	Mathematical Engineering	Modultyp:	Pflicht
Workload gesamt (h):	150 Stunden	ECTS-Punkte:	5
-> Präsenzzeit (h):	60 Stunden	TWS:	4 Stunden
-> Selbststudium (h):	90 Stunden		

Modulbestandteile	13331	Großes Laborpraktikum Hydromechanik (Praktikum (PF) - 2 TWS)
	13332	Numerische Methoden der Strömungsmechanik (Vorlesung (PF) - 2 TWS)

Modulverantwortlicher Prof. Dr.-Ing. Andreas Malcherek

Inhalt Laborpraktikum (Dr.-Ing. Kulisch, Prof. Malcherek):

- Physikalische Eigenschaften von Flüssigkeiten
- Hydrostatik
- Messungen im physikalischen Modell
- Ausfluss aus Öffnungen
- Messüberfälle
- Wehr, Überfall und Schützströmung
- Saugheber
- Pelton-Turbine
- Pfeilerstau: Geschwindigkeitsverteilung und Sedimenttransport
- Geschiebetransport in der Laborrinne
- Abflussmessungen im Feld (Hachinger Bach)
- Bestimmung der Schiffstabilität und Fahrdynamik
- Aufnahme der Sohltopografie durch Echolot und Peilung
- ADCP-Einsatz auf dem Boot (Donau)
- Entnahme und Analyse von Sedimentproben

Numerische Methoden (Prof. Malcherek):

- Digitale Geländemodelle und Gittergenerierung
- Dreidimensionale Strömungsmodelle (DNS, LES, RANS)
- Tiefengemittelte Strömungsmodelle
- Anfang- und Randbedingungen
- Sohlrauheit und Sohlschubspannung
- Turbulente Viskosität und Dispersion
- Methoden des Postprocessings
- Qualitätskriterien für numerische Verfahren
- Numerische Diskretisierungsverfahren: FD, FE, FV
- Lagrange- und Charakteristikenverfahren

Qualifikationsziele In diesem Modul erwirbt man die Qualifikation, komplexe Strömungen, die nicht mehr mit 'Bleistift und Papier' berechenbar sind, entweder

durch Laborexperimente und Naturmessungen oder durch die Computersimulation zu untersuchen.

Voraussetzungen

Vorausgesetzt werden die Kenntnisse aus den Modulen Hydromechanik I - III (oder vergleichbare Kenntnisse).

Leistungsnachweis

Mündliche Prüfung 30 Minuten (mP-30).

Dauer und Häufigkeit

Das Modul dauert 1 Trimester.
Das Modul beginnt jedes Studienjahr jeweils im Wintertrimester.

Modul 1237 Systeme der Leistungselektronik

zugeordnet zu: Wahlpflichtmodule Vertiefungsrichtung: Extreme Environment Technologies

Studiengang:	Mathematical Engineering	Modultyp:	Pflicht
Workload gesamt (h):	180 Stunden	ECTS-Punkte:	6
-> Präsenzzeit (h):	72 Stunden	TWS:	6 Stunden
-> Selbststudium (h):	108 Stunden		

Modulbestandteile	12371	Systeme der Leistungselektronik I (Vorlesung (PF) - 3 TWS)
	12372	Systeme der Leistungselektronik II (Vorlesung (PF) - 3 TWS)

Modulverantwortlicher Prof. Dr.-Ing. Rainer Marquardt

Inhalt

- Anwendungsgebiete und Entwicklungstrends: Grundstrukturen Leistungselektronischer Systeme,
- Ansteuertechnik für Leistungshalbleiter: Anforderungen, Signalübertragungsarten, Energieversorgung, Störbeeinflussung und Zuverlässigkeit, Schaltungstechnik und Realisierung,
- Leistungsteile: Anforderungen, Elektrische Schnittstellen, Komponenten und Modularisierung, Sicherheit und Störfallbehandlung, EMV und Störaussendung, Passive Komponenten,
- Messwertverarbeitung: Anforderungen, Elektrische und nichtelektrische Messgrößen, Arten der Messwernerfassung, Arten der Messwertübertragung, Schnittstellen/Normung, Verfahren zur Störungsminderung,
- Leistungselektronische Systeme für Stromversorgungen,
- Leistungselektronische Systeme für Antriebszwecke,
- Leistungselektronische Systeme für die Energieübertragung und -verteilung.

Qualifikationsziele

- Kenntnisse über Anwendungsbereiche und typ. Eigenschaften leistungselektronischer Systeme,
- Selbständiges Erfassen der typischen Grundstrukturen,
- Selbständiges Erkennen technischer Probleme in Planung und Realisierung,
- Fähigkeiten zur Analyse und grundlegenden Dimensionierung leistungselektronischer Systeme.

Voraussetzungen

- Kenntnisse des Moduls "Grundlagen der Elektrotechnik",
- Kenntnisse der Module "Mathematik A", "Mathematik B" und "Mathematik C",
- Kenntnisse des Moduls "Leistungselektronik".

Verwendbarkeit

- Pflichtmodul in der Vertiefungsrichtung "Energietechnische Systeme" des Studiengangs Elektrotechnik und Informationstechnik (M.Sc.)
- Pflichtmodul in der Vertiefungsrichtung ME-Mechatronik des Studiengangs Mathematical Engineering (M.Sc.)
- Wahlpflichtmodul der Vertiefungsrichtungen "Kommunikationstechnik" und "Sicherheitstechnik" des Studiengangs Elektrotechnik und Informationstechnik (M.Sc.)
- Wahlpflichtmodul der Vertiefungsrichtungen ME-EET, ME-VSK und ME-PTM des Studiengangs Mathematical Engineering (M.Sc.)

Leistungsnachweis

Schriftliche Prüfung von 90min Dauer (sP-90) oder mündliche Prüfung von 30min Dauer (mP-30) am Ende des Moduls. Die genaue Art der Prüfung wird zu Beginn des Moduls bekannt gegeben.

Literatur

- Mohan: "Power Electronics", Wiley Verlag,
- A.Steimel: "Elektrische Triebfahrzeuge und Ihre Energieversorgung", Oldenburg Industrieverlag,
- K.Heumann: "Grundlagen der Leistungselektronik", Teubner Verlag.

Dauer und Häufigkeit

Das Modul dauert 2 Trimester.
Das Modul beginnt jedes Studienjahr jeweils im Herbsttrimester.

Modul 1245 Übertragungssysteme der Hochfrequenztechnik, Mobilkommunikation

zugeordnet zu: Wahlpflichtmodule Vertiefungsrichtung: Extreme Environment Technologies

Studiengang:	Mathematical Engineering	Modultyp:	Pflicht
Workload gesamt (h):	180 Stunden	ECTS-Punkte:	6
-> Präsenzzeit (h):	72 Stunden	TWS:	6 Stunden
-> Selbststudium (h):	108 Stunden		

Modulbestandteile	12451	Übertragungssysteme der Hochfrequenztechnik, (Vorlesung (PF) - 2 TWS)
	12452	Übertragungssysteme der Hochfrequenztechnik (Übung (PF) - 1 TWS)
	12454	Mobilkommunikation (Übung (PF) - 1 TWS)
	12455	Mobilkommunikation (Vorlesung (PF) - 2 TWS)

Modulverantwortlicher Prof. Dr.-Ing. habil. Stefan Lindenmeier

- Inhalt
- a) Lehrveranstaltung 1: Übertragungssysteme der Hochfrequenztechnik:
- Einführung in moderne Übertragungssysteme
 - Mobile und fest installierte Funknetze für die Anwendungen Mobilkommunikation, Funkortung und Radar
 - Kabelgebundene Übertragungssysteme
 - Frontend-Architekturen
 - Sender und Empfänger-Architekturen
 - Merkmale der Funkübertragung vom Satelliten, zu Land, zu Schiff und unter Wasser
 - Antennen für Funkverkehr, Funkortung und Radar
 - Mehrwege-Wellenausbreitung im Reflexionsszenario
 - Diversity-Verfahren zur Empfangsverbesserung bei Mehrwege-Wellenausbreitung
 - Adaptive Antennengruppen und Frontendarchitekturen für Richtfunksysteme mit adaptiver Strahlformung, Intelligente Antennensysteme
 - Antennen und Frontendaufbau von Single Input Multiple Output (SIMO) und Multiple Input Multiple Output (MIMO)-Übertragungsstrecken
- b) Lehrveranstaltung 2: Mobilkommunikation:
- Frequenzbereiche von Rundfunkdiensten und Mobilfunkdiensten
 - Komponenten von Funkübertragungssystemen
 - Beschreibung des Mobilfunkkanals, insbesondere der Mehrwegeausbreitung
 - Zugriffs- und Modulationsverfahren
 - Digitale terrestrische Rundfunksysteme - Hörrundfunk DAB, DAB+ und DRM (Basisbandcodierung, Multiträgerprinzip-COFDM) - Digitaler TV-Rundfunk DVB-T, DVB-H, DVB-T2 (Digitalisierung von Vi-

deosignalen, Basisbandcodierung bei JPEG und MPEG mit DCT, Übertragungsmodi)

- Zellularer Mobilfunk: GSM (Systemarchitektur, Aufbau und Rahmenstruktur des GSM-Signals, Synchronisation und Verbindungsaufbau, Handover, Zeitmultiplexstruktur), HSCSD, EDGE, GPRS, DECT, TETRA, UMTS (Codemultiplex, Scrambling, Channelisation), HSDPA, UMTS-LTE, LTE-Advanced
- Wireless Short Range Communication: WLAN-Standards, HiperLAN/2, Bluetooth, ZigBee
- Satellitenkommunikation: Sat.-Rundfunksysteme für Audio- und Videoübertragung, Bidirektionale Satellitenkommunikation mit Schmalbandsystemen

Qualifikationsziele

- Grundkenntnisse zum Aufbau von Mobilfunksystemen
- Grundkenntnisse zum Aufbau von Systemen der Funkortung und der Radartechnik
- Detailkenntnisse zum Aufbau von Sende-Empfängern, Frontend-Architekturen und deren Hochfrequenzschaltungen
- Detailkenntnisse über die physikalische Übertragungsebene, Funkübertragung mit Mehrwege-Ausbreitung und Übertragungsleitungen, Mehrantennensysteme
- Detaillierte Kenntnisse zu digitalen Rundfunkdiensten
- Detaillierte Kenntnisse zu den derzeitigen und im Aufbau befindlichen zellularen Mobilfunkstandards
- Grundkenntnisse zu Wireless Short Range Communication
- Grundkenntnisse zur mobilen Satellitenkommunikation

Voraussetzungen

Kenntnisse in Hochfrequenztechnik und Theoretischer Elektrotechnik, wie sie z.B. in den Modulen "Hochfrequenztechnik I und II" sowie "Theoretische Elektrotechnik I und II" aus den jeweiligen B.Sc.-Studiengängen vermittelt werden.

Verwendbarkeit

- Pflichtmodul für die Vertiefungsrichtung "Kommunikationstechnik" im Studiengang EIT (M.Sc.)
- Wahlpflichtmodul für die Vertiefungsrichtungen "Energietechnische Systeme" und "Sicherheitstechnik" im Studiengang EIT (M.Sc.)
- Pflichtmodul für die Vertiefungsrichtung ME-VSK im Studiengang Mathematical Engineering (M.Sc.)
- Wahlpflichtmodul für die Vertiefungsrichtungen ME-EET, ME-Mechatronik und ME-PTM im Studiengang Mathematical Engineering (M.Sc.)

Leistungsnachweis

Schriftliche Prüfung von 90 min Dauer oder mündliche Prüfung von 30 min Dauer am Ende des Trimesters. Die Art der Prüfung wird zu Beginn des Trimesters angegeben.

Literatur

a) Lehrveranstaltung 1: Übertragungssysteme der Hochfrequenztechnik:

- Meinke, Gundlach: "Taschenbuch der Hochfrequenztechnik", Springer Verlag, Berlin, 1986,
- b) Lehrveranstaltung 2: Mobilkommunikation
- U. Reimers: "DVB - Digitale Fernsehtechnik", Springer, 2008
 - J. Schiller: "Mobilkommunikation", Pearson Studium, 2003.

Dauer und Häufigkeit

Das Modul dauert 2 Trimester.
Das Modul beginnt jedes Studienjahr jeweils im Wintertrimester.
Als Startzeitpunkt ist das Wintertrimester im 1. Studienjahr vorgesehen.

Modul 1090 Wärme- und Stofftransport

zugeordnet zu: Wahlpflichtmodule Vertiefungsrichtung: Extreme Environment Technologies

Studiengang:	Mathematical Engineering	Modultyp:	Pflicht
Workload gesamt (h):	150 Stunden	ECTS-Punkte:	5
-> Präsenzzeit (h):	60 Stunden	TWS:	5 Stunden
-> Selbststudium (h):	90 Stunden		

Modulbestandteile	10901	Wärme- und Stofftransport (Vorlesung (PF) - 3 TWS)
	10902	Wärme- und Stofftransport (Übung (PF) - 2 TWS)

Modulverantwortlicher Prof. Dr. rer. nat. Michael Pfitzner

Inhalt

Die Studierenden erwerben im Modul „Wärme- und Stofftransport“ vertiefte Kenntnisse über die physikalischen Grundlagen der verschiedenen Arten der Wärmeübertragung und über besondere mathematische Berechnungsmethoden für die Berechnung von Wärmeübergangsaufgaben. Das Modul gliedert sich in folgende Abschnitte:

- Die Studierenden erhalten zunächst eine kurze Wiederholung der Eigenschaften der drei Arten von Wärmeübertragung: Wärmeleitung, konvektiver Wärmeübergang, Strahlung. Es wird eine Übersicht über Anwendungen in der Antriebs- und Raumfahrttechnik gegeben, in denen die Wärme- und Stoffübertragung eine wichtige Rolle spielt.
- Nach einer kurzen Erläuterung der einfachen Berechnungsmethoden für die Wärmeleitung werden die Studierenden mit komplexeren analytischen Berechnungsmethoden vertraut gemacht.
- Mit den Studierenden werden Maßnahmen zur Erhöhung des Wärmeübergangs, insbesondere auch durch Erhöhung der übertragenden Oberfläche, diskutiert.
- Anschließend werden die Kenntnisse der Studierenden in Bezug auf den konvektiven Wärmeübergang vertieft. Es werden die Zusammenhänge des konvektiven Wärmeübergangs mit den Navier-Stokes-Gleichungen (inkl. Energiegleichung) beleuchtet und daraus die Ähnlichkeitstheorie genauer begründet.
- Die in der Strömungsmechanik vermittelten Kenntnisse über die Berechnung von Grenzschichten werden für die Wärmeübertragung verallgemeinert. Es werden sowohl laminare wie turbulente Strömungen diskutiert und es wird der Wärmeübergang bei sehr schneller Überströmung erläutert.
- Beispiele gekoppelter Problemstellungen mit Wärmeleitung, konvektivem Wärmeübergang und Phasenwechsel vertiefen die Fähigkeiten der Studierenden.
- Es werden die Grundgleichungen für einfachen Stofftransport in binären Systemen hergeleitet und die Äquivalenz der Gleichungen mit den Grundgleichungen der Wärmeübertragung für die Wärmeleitung und den konvektiven Wärmeübergang erläutert.

Qualifikationsziele	<ol style="list-style-type: none">1) Die Studierenden kennen die verschiedenen Arten des Wärmeübergangs und ihre Eigenschaften, die Äquivalenz von Wärme- und Stoffübergang und die Bedingungen, unter denen diese Äquivalenz gültig ist.2) Die Studierenden erwerben die Fähigkeit, auch komplexere Wärmeübertragungsprobleme mittels analytischen Methoden zu analysieren und damit numerische Thermalsimulationen zu verifizieren.3) Die Studierenden besitzen ein vertieftes Verständnis der Eigenschaften der Wärmeübertragungsarten und deren physikalischem Hintergrund.4) Die Studierenden erwerben die Fähigkeit, kombinierte Wärme- und Stofftransportproblemstellungen selbstständig unter Verwendung von Standardliteratur zu lösen.
Voraussetzungen	Vorausgesetzt werden die Module „Höhere Mathematik“, „Thermodynamik I/II - Grundlagen der Wärmeübertragung“ sowie „Strömungslehre“. Vorteilhaft sind Kenntnisse der Aerodynamik und Gasdynamik.
Verwendbarkeit	Das Modul vertieft Inhalte des „Grundlagen der Wärmeübertragung“. Es bietet Methoden zur Analyse und Berechnung von anspruchsvolleren Problemen des warmen Maschinenbaus an. In der Luft- und Raumfahrttechnik werden die Inhalte für die Entwicklung von Antrieben und von Raumfahrtssystemen benötigt.
Leistungsnachweis	Schriftliche Prüfung 90 Minuten
Sonstige Bemerkungen	Zuordnung zu den Studienschwerpunkten siehe Tabelle am Anfang des Dokumentes.
Dauer und Häufigkeit	Das Modul dauert ein Trimester, es findet im Herbsttrimester des 1. Master-Studienjahres statt.

Modul 1091 Weltraumphysik

zugeordnet zu: Wahlpflichtmodule Vertiefungsrichtung: Extreme Environment Technologies

Studiengang:	Mathematical Engineering	Modultyp:	Pflicht
Workload gesamt (h):	150 Stunden	ECTS-Punkte:	5
-> Präsenzzeit (h):	48 Stunden	TWS:	4 Stunden
-> Selbststudium (h):	102 Stunden		

Modulbestandteile	10911	Weltraumphysik (Vorlesung (PF) - 2 TWS)
	10912	Weltraumphysik (Übung (PF) - 2 TWS)

Modulverantwortlicher Prof. Dr.-Ing. Roger Förstner

Inhalt

Die Studierenden erwerben im Modul Weltraumphysik die für die Auslegung von Raumflugmissionen wichtigen Zusammenhänge unterschiedlicher Zeit- und Koordinatensysteme kennen. Es werden Methoden der Bahnbestimmung (Winkel, Doppler- und Laufzeitverfahren) zur Bestimmung der Bahnelemente vorgestellt. Das Gravitationspotenzial eines ausgedehnten Körpers wird abgeleitet, das Mehrkörperproblem sowie die Grundlagen der Störungstheorie werden am Beispiel erdnaheer und geostationärer Bahnen behandelt; ebenso wichtige Berechnungsmethoden und missionstechnische Konzepte, wie die „Einflusssphäre“, „Patched Conics“ Methode und „Gravity Assist“ Manöver, die beim interplanetaren Bahntransfer Anwendung finden.

Die Vorlesung gliedert sich in:

- Bezugssysteme und Zeitreferenz
- Keplerbahn, Bahnelemente, Bahnübergänge
- Bestimmung von Satellitenbahnen
- Bahnstörungen
- Spezielle Satellitenbahnen
- Interplanetare Bahnen
- Interplanetarer Transfer

Qualifikationsziele

- Die Studierenden können die in der Vorlesung behandelten Themen der Weltraumphysik (Zeit- und Koordinatensysteme, Geopotenzial, Bahnmechanik, Bahnbestimmung, Bahntransfer) zeitgemäß einordnen.
- Die Studierenden lernen Berechnungsverfahren zur Bahnbestimmung im erdnaheer und im interplanetaren Raum anzuwenden und Messverfahren (wie Doppler- und Ranging-Verfahren) zu verstehen.
- Die Studierenden wissen die aus der Störungstheorie folgenden Auswirkungen auf Satellitenbahnen zu berechnen und deren Bedeutung für die Durchführung von Raumfahrtmissionen einzuschätzen.

- Die Studierenden erwerben die Fähigkeit, Berechnungen für Bahntransfer-Manöver im interplanetaren Raum vorzunehmen und dabei das Konzept der Einflussphären anzuwenden.

Voraussetzungen	Vorausgesetzt werden Kenntnisse in Höherer Mathematik sowie in der Regelungstechnik.
-----------------	--

Verwendbarkeit	Voraussetzung für wissenschaftliche Grundlagenuntersuchungen sowie angewandte Forschung und Entwicklung auf dem Gebiet der Dynamik und Lageregelung von Satelliten.
----------------	---

Leistungsnachweis	Schriftliche Prüfung 90 Minuten <ul style="list-style-type: none">• 30 Minuten Frageteil: keine Hilfsmittel• 60 Minuten Aufgabenteil: Skript, Formelsammlung, Taschenrechner
-------------------	---

Sonstige Bemerkungen	Die Vorlesung findet in klassischer Form mittels Beamerpräsentation, mündlichem Vortrag und Tafelanschrieb statt. In den Übungen werden typische Aufgaben interaktiv mit den Studenten durchgearbeitet und gelöst. Zuordnung zu den Studienschwerpunkten siehe Tabelle am Anfang des Dokumentes.
----------------------	--

Literatur	<ul style="list-style-type: none">• Curtis: Orbital Mechanics for Engineering Students• Steiner, Schagerl: Raumflugmechanik• Messerschmid, Fasoulas: Raumfahrtsysteme• Ley, Wittman, Hallmann: Handbuch der Raumfahrttechnik
-----------	---

Dauer und Häufigkeit	Das Modul dauert ein Trimester, es findet im Frühjahrstrimester des 1. Master-Studienjahres statt.
----------------------	--

Modul 1048 Aerothermodynamik

zugeordnet zu: Wahlpflichtmodule Vertiefungsrichtung: Mechatronik

Studiengang:	Mathematical Engineering	Modultyp:	Wahlpflicht
Workload gesamt (h):	150 Stunden	ECTS-Punkte:	5
-> Präsenzzeit (h):	48 Stunden	TWS:	4 Stunden
-> Selbststudium (h):	102 Stunden		

Modulbestandteile 10481 Aerothermodynamik (Vorlesung, Übung (PF) - 4 TWS)

Modulverantwortlicher Prof. Dr.-Ing. Christian Mundt

Inhalt Die Studierenden erwerben im Modul Aerothermodynamik das Grundwissen zu und das Verständnis der Aerothermodynamik mit den vielfältigen gekoppelten Wechselwirkungen die bei heißen und/oder sehr schnellen Strömungen auftreten.

1. Die Studierenden erhalten eine Einführung in die Bedeutung der Aerothermodynamik bei Problemstellungen aus dem Bereich der Luft- und Raumfahrttechnik. Insbesondere werden Anwendungen zum Atmosphäreneintritt und zu Raketen-/Staustrahlerströmungen vermittelt.
2. Ausgehend von einer Betrachtung von reibungsfreien Über-/Hyperschallströmungen unter Idealgasannahme werden schrittweise zusätzliche Kopplungen wie z.B.

- Reibungseffekte,
- Effekte von einfachen chemischen Reaktionen im Gleichgewicht und Nichtgleichgewicht

eingeführt und um Ansätze zur Beschreibung von Hochtemperaturgaseigenschaften erweitert.

3. Das erworbene Wissen wird durch die Anwendung auf insbesondere Erdwiedereintritt sowie Reichweitenflug von Flugkörpern erweitert.

Qualifikationsziele

- 1) Die Studierenden können die Bedeutung der Aerothermodynamik bei technischen Problemstellungen hinsichtlich Machbarkeit, Technologie und zukünftigen Trends einordnen.
- 2) Die Studierenden können für einfache Fälle mechanische und thermische Lasten abschätzen.
- 3) Die Studierenden erwerben die Fähigkeit, für die jeweiligen Anwendungen sinnvolle Konfigurationen vorschlagen zu können.
- 4) Die Studenten bekommen Einblick in einige Phänomene, die nicht direkt LRT zuzuordnen sind.

Voraussetzungen

Der Besuch der Vorlesung Aerodynamik und/oder Gasdynamik wird empfohlen.

Verwendbarkeit	Voraussetzung für wissenschaftliche Grundlagenuntersuchungen und angewandte Forschung und Entwicklung auf dem Gebiet insbesondere von Wiedereintrittsfluggeräten.
----------------	---

Leistungsnachweis	Schriftliche Prüfung 75 Minuten oder mündliche Prüfung 30 Minuten
-------------------	---

Sonstige Bemerkungen	Zuordnung zu den Studienschwerpunkten siehe Tabelle am Anfang des Dokumentes.
----------------------	---

Dauer und Häufigkeit	Das Modul dauert ein Trimester, es findet im Wintertrimester des 2. Master-Studienjahres statt.
----------------------	---

Modul 1294 Angewandte Lineare Algebra

zugeordnet zu: Wahlpflichtmodule Vertiefungsrichtung: Mechatronik

Studiengang:	Mathematical Engineering	Modultyp:	Wahlpflicht
Workload gesamt (h):	150 Stunden	ECTS-Punkte:	5
-> Präsenzzeit (h):	72 Stunden	TWS:	6 Stunden
-> Selbststudium (h):	78 Stunden		

Modulbestandteile	12941	Angewandte Lineare Algebra (Vorlesung (WP) - 4 TWS)
	12942	Angewandte Lineare Algebra (Übung (PF) - 2 TWS)

Modulverantwortlicher Prof. Dr. Mathias Richter

Inhalt

- Matrix-Faktorisierungen: LR, QR, Cholesky, Lemma von Schur, unitäre Ähnlichkeitstransformationen, SVD.
- Praktische Aspekte der LR-Zerlegung zur Lösung von Gleichungssystemen: Kondition, Rundungsfehler, iterative Nachverbesserung, Parallelisierung.
- Lineare Ausgleichsprobleme, auch bei nicht vollem Matrixrang und unter Nebenbedingungen.
- Ausblick auf nichtlineare Ausgleichsprobleme.
- Numerische Verfahren zum (verallgemeinerten) Eigenwertproblem und zur Berechnung der SVD.
- Unterraummethoden zur iterativen Lösung von Gleichungssystemen, Vorkonditionierung.
- Mehrgitterverfahren zur Lösung der bei der Diskretisierung linearer partieller Differentialgleichungen entstehenden Gleichungssysteme.

Grundsätzlich wird großer Wert auf die Illustration der Theorie durch anwendungsorientierte Beispiele gelegt.

Qualifikationsziele

Diese Vorlesung versteht sich als Erweiterung und Vertiefung von Themen, die in der Linearen Algebra und der Einführung in die Numerik (Mathematik A und C für EIT) nicht in ausreichender Tiefe besprochen werden konnten, die aber im Zentrum fast jeder rechnerische Lösung von praktischen Problemen der Ingenieurwissenschaften stehen. Vermittelt werden sollen

- die Kenntnis effizienter Verfahren zur Lösung von linearen Gleichungssystemen, linearer Ausgleichsprobleme und des Eigenwertproblems und
- ein Verständnis für die Eigenschaften der besprochenen Algorithmen

für Studierende, die selbst Software erstellen wollen, etwa im Bereich der Simulation, oder die vertiefte Kenntnisse der Linearen Algebra in ihrem Fachgebiet benötigen (z.B. Kommunikationstechnik: MI-

MO-Übertragung, z.B. Inverse Probleme in der Messtechnik: Diagnostik)

Voraussetzungen

unabdingbar: Module Lineare Algebra und Einführung in die Numerik (für ME) bzw. Mathematik A und Mathematik C (für EIT)

Verwendbarkeit

- Pflichtmodul für die Vertiefungsrichtungen ME-EET, ME-VSK und ME-PTM/LRT im Studiengang Mathematical Engineering (M. Sc.)
- Wahlpflichtmodul für die Vertiefungsrichtungen ME-Mechatronic und ME-PTM/BAU im Studiengang Mathematical Engineering (M. Sc.)
- Wahlpflichtmodul für den Masterstudiengang EIT mit allen Vertiefungsrichtungen

Leistungsnachweis

Schriftliche Prüfung von 75 min Dauer (sP-75) oder mündliche Prüfung von 30 min Dauer (mP-30). Die genaue Art der Prüfung wird zu Beginn des Moduls bekanntgegeben.

Literatur

Demmel: Applied Numerical Linear Algebra, SIAM, 1997
Trefethen, Bau: Numerical Linear Algebra, SIAM, 1997
Golub, van Loan: Matrix Computations, Johns Hopkins Univ. Press, 3rd ed., 1996
Briggs, Henson, Mc Cormick: A Multigrid Tutorial, 2nd ed., SIAM, 2000

Dauer und Häufigkeit

Das Modul dauert ein Trimester.
Das Modul beginnt jedes Studienjahr im Wintertrimester.
Als Beginn ist das Wintertrimester im 1. Studienjahr vorgesehen.

Modul 1290 Antennentechnik und EMV in der Kommunikationstechnik

zugeordnet zu: Wahlpflichtmodule Vertiefungsrichtung: Mechatronik

Studiengang:	Mathematical Engineering	Modultyp:	Wahlpflicht
Workload gesamt (h):	150 Stunden	ECTS-Punkte:	5
-> Präsenzzeit (h):	60 Stunden	TWS:	5 Stunden
-> Selbststudium (h):	90 Stunden		

Modulbestandteile	12901	Antennentechnik (Vorlesung (WP) - 2 TWS)
	12902	Antennentechnik (Übung (WP) - 1 TWS)
	12903	EMV in der Kommunikationstechnik (Vorlesung (WP) - 2 TWS)

Modulverantwortlicher Prof. Dr.-Ing. habil. Stefan Lindenmeier

Inhalt Lehrveranstaltung a): **Antennentechnik (Prof. Hopf)**

Passive Antennen

- Antenne als Wellentypwandler zwischen Freiraumwelle und leitungsgeführter Welle,
- Dimensionierungsaspekte für elektrisch kurze Antennen im Sendefall über eine Leistungsbetrachtung,
- Rauschtemperatur des Außenraumes und fiktive Temperatur des Strahlungswiderstands,
- Rauschkenngößen von Verstärkern und Empfängern,
- Dimensionierungsaspekte für elektrisch kurze Antennen im Empfangsfall über eine Betrachtung des Signal-Rauschabstands,
- Prinzipien zur Erzeugung von Richtwirkung,
- Beispiele von Richtantennen für technisch eingesetzte Funkdienste,
- Überblick über Antennenberechnungsverfahren.

Aktive Antennen

- Definition der aktiven Antenne,
- Anwendbarkeit und Vorteile dieses Prinzips, erläutert an Beispielen technisch eingesetzter aktiver Antennen,
- Anforderungen an die Verstärker, Besonderheiten der Schaltungstechnik,
- Dimensionierungsaspekte des Verstärkers unter Berücksichtigung von Rauschen und nichtlinearen Verzerrungen für aktive Antennen bei Frequenzen mit hohem Außenrauschen (kHz- und MHz-Bereich), insbesondere rauscharme Gegenkopplungstechniken,
- Dimensionierungsaspekte unter Berücksichtigung von Rauschen und nichtlinearen Verzerrungen für aktive Antennen bei Frequenzen mit geringem Außenrauschen (GHz-Bereich), insbesondere "Figure of merit" bzw. G/T.

Besonderheiten von Antennen für mobilen Einsatz

- Problematik des Mehrwegeempfangs,
- Zwang zur Miniaturisierung,
- Anwendung statistischer Messverfahren zur Qualitätsermittlung.

Lehrveranstaltung b): **EMV in der Kommunikationstechnik (Prof. Reiter)**

- Kopplungsmechanismen bei ortsunabhängigen Strömen und Spannungen (Induktive, kapazitive und gemischt induktive u. kap. Kopplung, Impedanzkopplung),
- Leitungskopplung bei hochfrequenten Signalen (TEM-Wellen, Leitungstransformation, Skineffekt, Verkopplung von Leitungswellen, Leitungsbauförmungen, Schlitzleitungen, Drahtwellenleiter, Mantelwellen),
- Strahlungsgekoppelte Störeinkopplungen (Von der Leitungswelle zur Freiraumwelle, Feld-komponenten des Hertz'schen Dipols, Kenngrößen von Antennen, effektive Höhe und Absorptionsfläche im Empfangsfall, Kreisrahmenantenne, Breitbandantennen für die EMV-Messtechnik, Schnüffelsonden, Freifeldantennenmessungen, Numerische Berechnung elektromagnetischer Felder),
- Elektromagnetische Strahlenexposition (Grenzwerte, Messergebnisse zur elektromagnetischen Strahlungsbelastung),
- HF-Messgeräte für die EMV (HF-Störmessgeräte, bewertete Messungen, Suszeptibilitätsmessungen),
- Maßnahmen zur Sicherstellung der EMV (Schirmungsmaßnahmen, Verringerung von Verkopplungen).

Qualifikationsziele

Lehrveranstaltung a):

- Detaillierte Kenntnisse zu passiven Antennen und deren Dimensionierung,
- Detaillierte Kenntnisse zu aktiven Antennen und deren Dimensionierung,
- Grundkenntnisse zu Rauschvorgängen und zur Bedeutung des Außenrauschens,
- Grundkenntnisse über hochlineare rauscharme Verstärkerkonzepte,
- Grundkenntnisse zur speziellen Problematik von Mobilfunkkommunikation.

Lehrveranstaltung b):

- Detaillierte Kenntnisse zu Kopplungsmechanismen bei ortsunabhängigen Spannungen und Strömen,
- Detaillierte Kenntnisse zur Leitungs- und Strahlungskopplung,
- Grundkenntnisse zur Strahlungsexposition,
- Detaillierte Kenntnisse zu HF-Messgeräten für die EMV,
- Detaillierte Kenntnisse zu Maßnahmen zur Sicherstellung der EMV.

Voraussetzungen

Kenntnisse in Hochfrequenztechnik und Theoretischer Elektrotechnik, wie sie z.B. in den Modulen "Hochfrequenztechnik I und II" sowie "Theoretische Elektrotechnik I und II" aus den jeweiligen B.Sc.-Studiengängen vermittelt werden.

Verwendbarkeit

Wahlpflichtmodul aller Vertiefungsrichtungen des M.Sc.-Studiengangs "Elektrotechnik und Informationstechnik" sowie des M.Sc.-Studiengangs

"Mathematical Engineering"

Leistungsnachweis

Schriftliche Prüfung von 90 Minuten Dauer (sP-90) oder mündliche Prüfung von 30 min Dauer (mP-30) mit gleichen Anteilen für Lehrveranstaltung a) und b). Die genaue Art der Prüfung wird zu Beginn des Moduls bekannt gegeben.

Literatur

Lehrveranstaltung a):

- K. Fujimoto, J.R. James: "Mobile Antenna Systems Handbook - Chapter 5"; Artech House, 1994,
- Meinke, Gundlach: "Taschenbuch der Hochfrequenztechnik - Kap. N"; Springer Verlag, Berlin, 1986.

Lehrveranstaltung b):

- E. Habiger: "Elektromagnetische Verträglichkeit", Hüthig Verlag, Heidelberg, 1998,
- A. Weber: "EMV in der Praxis", Hüthig Verlag, Heidelberg; 1996.

Dauer und Häufigkeit

Das Modul dauert 1 Trimester.
Das Modul beginnt jedes Studienjahr jeweils im Herbsttrimester.

Modul 1049 Antriebskomponenten

zugeordnet zu: Wahlpflichtmodule Vertiefungsrichtung: Mechatronik

Studiengang:	Mathematical Engineering	Modultyp:	Wahlpflicht
Workload gesamt (h):	150 Stunden	ECTS-Punkte:	5
-> Präsenzzeit (h):	48 Stunden	TWS:	4 Stunden
-> Selbststudium (h):	102 Stunden		

Modulbestandteile	10491	Antriebskomponenten (Vorlesung (PF) - 2 TWS)
	10492	Antriebskomponenten (Übung (PF) - 2 TWS)

Modulverantwortlicher Prof. Dr.-Ing. Reinhard Niehuis

Inhalt

Die Studierenden erwerben im Modul Antriebskomponenten ein vertieftes Grundlagenwissen über Turbomaschinen für den Einsatz in Luftfahrzeugen und anderen Bereichen wie z.B. der Energietechnik:

- Die Studierenden erhalten eine Einführung in die verschiedenen Arten und Typen von Turbomaschinen sowie deren Anwendungsgebiete.
- Ausgehend von der zweidimensionalen, inkompressiblen und reibungsfreien Gitterströmung und der Beschreibung der Profil- und Gittergeometrie werden Methoden zur Gitterauslegung vermittelt. Darauf aufbauend wird die Betrachtung der reibungsbehafteten Gitterströmung, der transsonischen Gitterströmung sowie das Zusammenwirken von Gittern und Stufen und die dadurch verursachten Strömungsverluste behandelt.
- Darauf aufbauend wird auf die dreidimensionale Strömung in Turbomaschinen eingegangen. Ausgehend vom charakteristischen Strömungsbild werden Sekundärströmungsphänomene sowie die dreidimensionalen Schaufelgitterinteraktionen umfassend behandelt.
- Die Studierenden werden mit der Auslegungsmethodik für Turbomaschinen vertraut gemacht, und es werden einfache Verfahren für den ersten Entwurf von Turbomaschinen vorgestellt. Darüber hinaus werden einige Auslegungsaspekte im Zusammenhang mit den speziellen strömungstechnischen Anforderungen erläutert und auf die besonderen Festigkeitsfragen für Bauteile in Turbomaschinen eingegangen.
- Das Modul schließt mit einer ausführlichen Darstellung der Betriebsbereiche und des Betriebsverhaltens abseits vom Auslegungspunkt, insbesondere bei Verdichtern und dessen Darstellung in Kennfeldern. Nach der Diskussion verschiedener grundsätzlicher Anlagencharakteristiken wird detailliert auf das Zusammenwirken von Turbomaschinen und Anlagen, die Regelung von Turbomaschinen sowie möglicher Betriebseinflüsse eingegangen.

Qualifikationsziele

- Die Studierenden sollen ein vertieftes Verständnis der komplizierten Strömungsvorgänge in Turbomaschinen erwerben und die vielfältigen Auslegungsaspekte kennen lernen.

- Die Studierenden erwerben die Fähigkeit, mithilfe des vermittelten Grundwissens verschiedene Bauweisen von Turbomaschinen und deren unterschiedlicher Anwendungsbereiche richtig einzuordnen und zu bewerten. Sie werden in die Lage versetzt, einfache Entwürfe und Vorprojektierungen selbst vorzunehmen.
- Die Studierenden erhalten einen Überblick über Turbokomponenten in Flugtriebwerken, aber auch Turbokomponenten für andere Anwendungsbereiche wie zum Beispiel die Energietechnik oder die Verfahrenstechnik.
- Die Studierenden sind in der Lage, das Betriebsverhalten von Turbokomponenten sowie deren Zusammenwirken mit anderen Komponenten bzw. Anlagen zu verstehen. Sie lernen dabei auch verschiedene Möglichkeiten zur Regelung von Turbomaschinen und die Auswirkungen von Betriebseinflüssen kennen.

Voraussetzungen

Vorausgesetzt werden Kenntnisse aus den Modulen "Strömungsmechanik", "Gasdynamik", "Thermodynamik" und "Antriebssysteme".

Verwendbarkeit

Voraussetzung für Auswahl und Projektierung von Antriebskomponenten für unterschiedliche Anwendungsbereiche, für wissenschaftliche Grundlagenuntersuchungen und angewandte Forschung und Entwicklung auf dem Gebiet der Flugantriebe und Turbomaschinen.

Leistungsnachweis

Schriftliche Prüfung 90 Minuten

Sonstige Bemerkungen

Zuordnung zu den Studienschwerpunkten siehe Tabelle am Anfang des Dokumentes.

Literatur

- Cumpsty N.A.: Compressor Aerodynamics. Krieger Publishing Company, 2004 (engl.).
- Fister W.: Fluidenergiemaschinen, Band 1 und 2. Berlin: Verlag Springer, 1984, 1986.
- Scholz N.: Aerodynamik der Schaufelgitter. Karlsruhe: Verlag G. Braun, 1965.
- Traupel W.: Thermische Turbomaschinen, Band 1 und 2. Berlin: Verlag Springer, 1977, 1982.

Dauer und Häufigkeit

Das Modul dauert 1 Trimester, es findet im Herbsttrimester des 1. Master- Studienjahres statt.

Modul 1179 Apparatives Praktikum Autonome Systeme

zugeordnet zu: Wahlpflichtmodule Vertiefungsrichtung: Mechatronik

Studiengang:	Mathematical Engineering	Modultyp:	Wahlpflicht
Workload gesamt (h):	150 Stunden	ECTS-Punkte:	5
-> Präsenzzeit (h):	60 Stunden	TWS:	5 Stunden
-> Selbststudium (h):	90 Stunden		

Modulbestandteile	11791	Apparatives Praktikum: Autonome Systeme (Praktikum (PF) - 5 TWS)
-------------------	-------	---

Modulverantwortlicher	Prof. Dr.-Ing. Hans-Joachim Wünsche
-----------------------	-------------------------------------

Inhalt

Die Studierenden realisieren im Modul Praktikum Autonome Systeme einen kompletten, geschlossenen Regelkreis durch die visuelle Wahrnehmung der Umgebung und die Ableitung von Stellgrößen für Geschwindigkeit und Lenkung eines 1:5 Modellfahrzeuges, welche durch einen P, PI- oder PID-Regler umgesetzt werden sollen. Am Ende des Praktikums soll das Modellfahrzeug in der Lage sein, eine bestimmte Aufgabe vollautonom zu lösen. Ein Beispiel für eine solche Aufgabe wäre das Abfahren einer gut markierten Spur.

Das Praktikum ist als Gruppen-Projektarbeit über sechs Termine ausgelegt. Die gestellte Autonomieaufgabe soll mittels des am Institut verwendeten 4D-Ansatz gelöst werden. Dieser besteht im wesentlichen aus einer rekursiven Schätzung von Zustandsparametern durch ein sequentielles, erweitertes Kalman Filter (EKF), welcher auch verwendet wird, die erwarteten Messungen zu präzisieren. Daraus ergibt sich ein sequentieller Programmablauf aus Messung, Filterinnovation, Zustandsprädiktion und Fahrzeugregelung.

Im Folgenden werden nun die einzelnen Inhalte der sechs Termine erläutert:

Termin 1: Kennenlernen des Software-Rahmens (API), Homogene Koordinaten

Der Software-Rahmen ist eng gesteckt, um in der kurzen Zeit überhaupt ein komplettes Projekt abschließen zu können. Die Studenten haben die Aufgabe, nur die wesentlichen Teile des Filter-Prozesses auszufüllen. Ziel des ersten Termins ist es, den Programmablauf des Projektes zu verstehen, ohne dass eine konkrete Implementierung der Einzelaufgaben vorliegt. Zusätzlich werden durch homogene Koordinaten die Abbildungs-Geometrien der Kamera erläutert und erste Schritte in der C++-Programmierung unternommen.

Termin 2: Aufsetzen von Messfenstern

Als erster Schritt in der Bildverarbeitung werden Bildkanten-Messfenster auf einem synthetisch generierten Bildstrom aufgesetzt, z.B. das Abfahren einer gekrümmten Fahrspur, erzeugt durch 3D-Computer-

grafik. Die dabei auftretenden Probleme, ein stabiles Tracking durchzuführen, sollen den Studenten bewusst werden. Ein Problem dabei besteht im sogenannten "Korrespondenzproblem", nämlich der Zuordnung gleicher Bildmerkmale unterschiedlicher Kamerabilder (räumlich oder zeitlich getrennt). Es gilt als eines der Hauptprobleme in der Bildverarbeitung.

Termin 3: Implementieren des 4D-Ansatzes

Termin 3 zeigt die Notwendigkeit von Modellannahmen zur Handhabung von Problemen wie dem Korrespondenzproblem. Hierzu wird der 4D-Ansatz verwendet. Beim Beispiel des Spurhaltens wird ein geometrisches Modell der Fahrspur verwendet (Klothoidenmodell), um geeignete Messmodelle von Bildkoordinaten zu Zustandsparametern (z.B. Fahrzeugablage) aufzustellen. Für die Prädiktion wird ein dynamisches Modell der Eigenbewegung verwendet, z.B. das Fahrzeug-Einspurmodell. Damit kann nun ein EKF formuliert werden, welcher eine Schätzung des augenblicklichen Zustandes liefert, sowie eine Prädiktion, um im darauf folgenden Bild die Messungen geeignet parametrieren zu können.

Termin 4: Auslegen eines P/PI/PID-Reglers

Ausgehend vom geschätzten Zustand des EKF, sollen die Studenten in diesem Termin Regler für die Fahrzeugführung entwerfen. Die Art des Reglers liegt im Ermessen der Studenten. Hauptsächlich soll die Querführung geregelt werden. Zu lösende Probleme sind: Fahrzeugidentifizierung als Regelstrecke, Einfluss von Abtastzeiten, Einfluss von unterschiedlichen Geschwindigkeiten und Ermittlung von Reglerparametern anhand von bekannten Verfahren.

Termin 5: Systemintegration

Dieser Termin hat die Herausforderung, alle Teilaufgaben zu einem funktionierenden Paket zusammenzuführen und zu optimieren.

Termin 6: Wettkampf

Im letzten Termin soll ein kleiner Wettkampf stattfinden. Das Abschneiden in diesem Wettkampf zählt dabei weniger zur Benotung als die gesamte Vorgehensweise während des Praktikums.

Zum Abschluss des Praktikums wird eine Ausarbeitung im Umfang von etwa 10 Seiten gefordert, in welcher die Studierenden ihre Vorgehensweise kurz beschreiben (ca. 2 Seiten/Termin).

Qualifikationsziele

Die Studenten haben

- einen geschlossenen Regelkreis implementiert,
- das Korrespondenzproblem in der Bildverarbeitung erkannt,
- Erfahrung bei der Anwendung eines Kalman Filters gesammelt,
- Erfahrung bei der Auslegung von Regelparametern gesammelt
- Erfahrung in der C++-Programmierung gesammelt,
- eine geschlossene Projektarbeit durchgeführt, in der Einzelaufgaben erfolgreich zusammenspielen.

Voraussetzungen

Notwendig sind gute Kenntnisse in Digitaler Regelungstechnik und Modernen Methoden der Regelungstechnik (vor allem Zustandsraum-

darstellung und Zustandsregler). Vorausgesetzt werden ferner Kenntnisse, wie sie in den Modulen "Autonome Systeme" und "Filter- und Schätzverfahren" vermittelt werden.

Verwendbarkeit

Autonome, kognitive Systeme werden zukünftig immer stärker in unser Leben vordringen. Fahr- und Flugzeuge werden nicht nur im militärischen Bereich um Assistenzsysteme erweitert, die einen zunehmend autonomen Betrieb ermöglichen. Roboter, die ihre Umgebung wahrnehmen und sich in ihr situationsgerecht verhalten, werden nicht nur Soldaten zur Hand gehen, sondern auch in Fabriken sowie im häuslichen Umfeld schwere, monotone, gefährliche oder ermüdende Aufgaben übernehmen.

Leistungsnachweis

Benoteter Schein

Dauer und Häufigkeit

Das Modul dauert 1 Trimester, es findet im Wintertrimester des 2. Master-Studienjahres statt.

Modul 1180 Apparatives Praktikum Flugführungssysteme

zugeordnet zu: Wahlpflichtmodule Vertiefungsrichtung: Mechatronik

Studiengang:	Mathematical Engineering	Modultyp:	Wahlpflicht
Workload gesamt (h):	150 Stunden	ECTS-Punkte:	5
-> Präsenzzeit (h):	48 Stunden	TWS:	4 Stunden
-> Selbststudium (h):	102 Stunden		

Modulbestandteile	11801	Apparatives Praktikum: Flugführungssysteme (Praktikum (PF) - 4 TWS)
-------------------	-------	--

Modulverantwortlicher	Prof. Dr.-Ing. Axel Schulte
-----------------------	-----------------------------

Inhalt

Die Studierenden erwerben im apparativen Praktikum „Flugführungssysteme“ praktische Kenntnisse und Fertigkeiten im Hinblick auf Auslegung, Beurteilung, Integration, Betrieb und Bedienung von Flugführungssystemen. Hierzu zählen im Einzelnen die folgenden Inhalte:

- Die Studierenden werden mit klassischen Flugführungssystemen im Flugsimulator vertraut gemacht. Hierzu zählen v.a. Anzeigeelemente wie die primäre Flugführungsanzeige und das Navigationsdisplay einschließlich HSI („Horizontal Situation Indicator“), konventionelle Bedienelemente einschließlich FCU („Flight Control Unit“), Autopilotenfunktionen und Einrichtungen zur Funknavigation.
- Die Studierenden lernen in Grundzügen die Durchführung eines Fluges gemäß IFR („Instrument Flight Rules“) unter Einsatz von klassischen Funknavigationshilfen (z.B. VOR, ILS). Dazu führen die Studierenden unter Anleitung selbstständig eine entsprechende Flugplanung durch und erfliegen dann diese Mission im Flugsimulator.
- Die Studierenden lernen Techniken zur Beurteilung von Systemen zur Cockpitautomation in der Praxis kennen und wenden diese im Rahmen von Flügen im Flugsimulator an. Hierzu zählen z.B. die Bestimmung der Beanspruchung des Piloten mittels Verfahren wie NASA-TLX („Task Load Index“) oder auch die Messung der Blickbewegungen des Piloten.
- Die Studierenden lernen moderne Konzepte zur Pilotenunterstützung in der praktischen Anwendung kennen. Hierzu zählen moderne Flugführungsanzeigen, wie 3D-Flugführungsanzeigen, Kartendisplays, wissensbasierte Assistenzsysteme, Spracherkennung, automatische Flugplanung.

Qualifikationsziele

- Die Studierenden verstehen die Anforderungen an Piloten am Arbeitsplatz Cockpit in Grundzügen.
- Die Studierenden verstehen die Bedienung wesentlicher Flugführungssysteme, wie primäre Flugsteuerung, Autopilot, Funknavigationsempfänger in Grundzügen.

- Die Studierenden erfahren in der Praxis mögliche Ursachen für erhöhte Beanspruchung des Piloten im Cockpit und können diese erklären und quantitativ im Simulator erfassen.
- Die Studierenden kennen exemplarisch Techniken zur Beurteilung von Mensch-Maschine-Schnittstellen im Cockpit, wie z.B. Beanspruchungsmessung, Blickbewegungsmessung.
- Die Studierenden kennen die Grundzüge von experimentellen Methoden im Zusammenhang mit Mensch-Maschine-Systemen.
- Die Studierenden sind sensibilisiert für Forschungsansätze bei der Gestaltung von Operateurarbeitsplätzen in der Luftfahrt.

Voraussetzungen

Kenntnisse in Flugführung und Navigation, Grundkenntnisse in Flugzeugautomation

Leistungsnachweis

Benoteter Schein

Dauer und Häufigkeit

Das Modul dauert ein Trimester, es findet im Wintertrimester des 2. Master-Studienjahres statt.

Modul 1181 Apparatives Praktikum Fluidodynamik

zugeordnet zu: Wahlpflichtmodule Vertiefungsrichtung: Mechatronik

Studiengang:	Mathematical Engineering	Modultyp:	Wahlpflicht
Workload gesamt (h):	150 Stunden	ECTS-Punkte:	5
-> Präsenzzeit (h):	60 Stunden	TWS:	5 Stunden
-> Selbststudium (h):	90 Stunden		

Modulbestandteile	11811	Apparatives Praktikum: Fluidodynamik (Praktikum (PF) - 5 TWS)
-------------------	-------	--

Modulverantwortlicher	Prof. Dr. rer. nat. habil. Christian Kähler
-----------------------	---

Inhalt

Das Modul "Apparatives Praktikum Fluidodynamik" macht den Teilnehmern eine Reihe von Phänomenen der Strömungsmechanik erlebbar und die Anwendung typischer Messverfahren erfahrbar. Insgesamt etwa 8 Versuche aus der klassischen Windkanalmesstechnik sowie der berührungsfreien Laser-Messmethoden werden in kleinen Gruppen durchgeführt (die Liste kann durch neuere Entwicklungen variieren).

Die Themen lauten im Einzelnen:

- Windkanäle und Kanalqualifizierung
- Hitzdrahtmessung
- Zylinderumströmung
- Auftriebs- und Widerstandsbestimmung an einem Profil
- Versuche am Deltaflügel
- Schatten- und Schlierenmeßtechnik
- Particle Image Velocimetry
- Infrarotthermografie

- Qualifikationsziele**
- Die Studierenden sind mit dem Aufbau und der Funktionsweise strömungs- und aerodynamischer Versuchsanlagen vertraut.
 - Die Studierenden kennen die Funktionsweise einfacher Messverfahren der Fluidodynamik und sind vertraut mit der Arbeitsweise zur Untersuchung strömungsmechanischer Phänomene.
 - Die Studierenden wissen die Grenzen der Messtechniken zu beurteilen sowie Messfehler und Einflussgrößen zu berücksichtigen.
 - Die Studierenden kennen repräsentative Techniken der Datenerfassung, der Dokumentation, der Datenreduktion sowie der graphischen Präsentation, wie sie wesentliche Teile der Labortätigkeit sind.
 - Die Studierenden erhalten eine anschauliche Vorstellung von vielen strömungsmechanischen Phänomenen (Transition, Ablösung, Grenzschichten) und erlernen, den Gültigkeitsbereich der Theorien aus der Strömungsmechanik zu erfassen.

Voraussetzungen	Grundkenntnisse aus Physik und Messtechnik sowie die Vorlesung "Strömungsmechanik".
Verwendbarkeit	Das Praktikum rundet die vorangegangene strömungsmechanische Ausbildung insofern ab, als es die Brücke zur praktischen Anwendung der gelernten Theorien schlägt. Die Studierenden können dann diesen Brückenschlag in anderen Situationen oder in anderen Fächern selbst besser bewerkstelligen, da sie anhand von Beispielen den Zusammenhang von Theorie und Experiment erfahren.
Leistungsnachweis	Benoteter Schein
Literatur	<ul style="list-style-type: none">• Eckelmann H.: Einführung in die Strömungsmesstechnik. Teubner, 1997.• Tropea C.; Yarin, A.L.; Foss, J.F.: Springer Handbook of Experimental Fluid Mechanics. Springer Verlag, 2007.
Dauer und Häufigkeit	Das Modul dauert 1 Trimester, es findet im Wintertrimester des 2. Master-Studienjahres statt.

Modul 1182 Apparatives Praktikum Leichtbau

zugeordnet zu: Wahlpflichtmodule Vertiefungsrichtung: Mechatronik

Studiengang:	Mathematical Engineering	Modultyp:	Wahlpflicht
Workload gesamt (h):	150 Stunden	ECTS-Punkte:	5
-> Präsenzzeit (h):	60 Stunden	TWS:	5 Stunden
-> Selbststudium (h):	90 Stunden		

Modulbestandteile 11821 Apparatives Praktikum: Leichtbau (Praktikum (PF) - 5 TWS)

Modulverantwortlicher Prof. Dr.-Ing. Helmut Rapp

Inhalt Die Studierenden erwerben im apparativen Praktikum „Leichtbau“ praktische Kenntnisse und Fertigkeiten im Hinblick auf den Aufbau und die Durchführung von Strukturversuchen. Hierzu zählen im Einzelnen die folgenden Inhalte:

- Die Studierenden werden mit klassischen Messtechniken bei Strukturversuchen vertraut gemacht, dazu gehören insbesondere die Verwendung von Kraft- und Wegsensoren sowie der Einsatz von Dehnungsmessstreifen.
- Innerhalb der Strukturversuche werden ausgewählte Inhalte aus den Modulen „Leichtbaustrukturen“ und „Strukturdynamik“ experimentell vertieft, dies betrifft insbesondere die Bereiche „Stabilität von Tragwerken“, „Krafteinleitung in dünnwandige Strukturen“ und „Modalanalyse“.
- Die Studierenden lernen klassische und moderne Einrichtungen zur Experimentellen Strukturmechanik kennen. Durch den Vergleich von Theorie und Experiment lernen sie, den Anwendungsbereich der theoretischen Verfahren und die zu erwartenden Ergebnisse besser zu beurteilen.

Qualifikationsziele

- Die Studierenden können Strukturversuche selbstständig definieren, aufbauen und durchführen.
- Die Studierenden verstehen die Anwendung und die Bedienung der wesentlichen im Strukturversuch eingesetzten Messverfahren bzw. Messgeräte.
- Die Studierenden lernen mögliche Fehlerquellen im Strukturversuch kennen und können den Einfluss dieser Fehler auf das erwartete Ergebnis abschätzen.
- Die Studierenden sind sensibilisiert gegenüber Ergebnissen aus theoretischen und experimentellen Untersuchungen und wissen, mit eventuellen Diskrepanzen zwischen Theorie und Experiment umzugehen bzw. sie zu interpretieren.

Voraussetzungen	Kenntnisse, wie sie in den Modulen „Leichtbau“, „Leichtbaustrukturen“ und „Strukturdynamik“ (Berechnung dünnwandiger Strukturen, Krafteinleitung in und Stabilität von Leichtbaustrukturen, Modalanalyse) vermittelt werden.
Leistungsnachweis	Benoteter Schein
Dauer und Häufigkeit	Das Modul dauert ein Trimester, es findet im Wintertrimester des 2. Master-Studienjahres statt.

Modul 1184 Apparatives Praktikum Raumfahrttechnik

zugeordnet zu: Wahlpflichtmodule Vertiefungsrichtung: Mechatronik

Studiengang:	Mathematical Engineering	Modultyp:	Pflicht
Workload gesamt (h):	150 Stunden	ECTS-Punkte:	5
-> Präsenzzeit (h):	60 Stunden	TWS:	5 Stunden
-> Selbststudium (h):	90 Stunden		

Modulbestandteile	11841	Apparatives Praktikum: Raumfahrttechnik (Praktikum (PF) - 5 TWS)
-------------------	-------	---

Modulverantwortlicher	Prof. Dr.-Ing. Roger Förstner
-----------------------	-------------------------------

Inhalt

Die Studierenden erwerben im apparativen Praktikum „Raumfahrttechnik“ praktische Kenntnisse und Fertigkeiten zur Lageregelung von Raketen, Telekommunikation, Erzeugung von elektrischer Energie in Satelliten, Planung von Satellitenmissionen, Analyse von Strahlungsbelastungen und Untersuchung von Strukturschwingungen. Hierzu zählen im Einzelnen die folgenden Inhalte:

- Lageregelung einer starren Rakete anhand eines Simulationsprogramms (MATLAB/SIMULINK). Es werden dazu Stabilitätsuntersuchungen durchgeführt sowie der Einfluss der Aufschaltwerte des Reglers und die Wirkung von Seitenwinden auf die Bewegung der Rakete studiert.
- Strahlungsanalyse und Thermalhaushalt von Satelliten. Dazu gehören Grundlagen der Vakuumtechnik.
- Missionsanalyse und Energieversorgung mittels Solarzellen für Satelliten.
- Untersuchung von Strukturschwingungen durch Vibrationstests mit sinusförmiger und rauschförmiger Anregung (Random).

- Qualifikationsziele**
- Die Studierenden können Versuche zur Lageregelung, Energieversorgung, Missionsplanung, Strahlungsanalyse, zu Strukturschwingungen und zum Thermalhaushalt selbstständig definieren, aufbauen und durchführen.
 - Die Studierenden verstehen die Anwendung und die Bedienung der unterschiedlichen in den Versuchen eingesetzten Messverfahren bzw. Messgeräte.
 - Die Studierenden lernen mögliche Fehlerquellen in den Versuchen kennen und können den Einfluss dieser Fehler auf das erwartete Ergebnis abschätzen.
 - Die Studierenden sind sensibilisiert gegenüber Ergebnissen aus theoretischen und experimentellen Untersuchungen und wissen, mit eventuellen Differenzen umzugehen bzw. sie zu interpretieren.

Voraussetzungen	Grundlegende physikalische Kenntnisse auf dem Gebiet der Mechanik, der Thermodynamik und Elektrizitätslehre sowie in der Raumfahrt-systemtechnik.
Verwendbarkeit	Besseres Verständnis der vermittelten Studieninhalte und gleichzeitig praktische Vertiefung der erworbenen theoretischen Erkenntnisse.
Leistungsnachweis	Benoteter Schein
Dauer und Häufigkeit	Das Modul dauert ein Trimester, es findet im Wintertrimester des 2. Master-Studienjahres statt.

Modul 1185 Apparatives Praktikum Regelungstechnik

zugeordnet zu: Wahlpflichtmodule Vertiefungsrichtung: Mechatronik

Studiengang:	Mathematical Engineering	Modultyp:	Pflicht
Workload gesamt (h):	150 Stunden	ECTS-Punkte:	5
-> Präsenzzeit (h):	48 Stunden	TWS:	4 Stunden
-> Selbststudium (h):	102 Stunden		

Modulbestandteile 11851 Apparatives Praktikum: Regelungstechnik (Praktikum (PF) - 4 TWS)

Modulverantwortlicher Prof. Dr.-Ing. habil. Ferdinand Svaricek

Inhalt

Die Studierenden erwerben im apparativen Praktikum "Regelungstechnik" praktische Kenntnisse und Fertigkeiten im Hinblick auf Modellierung, Analyse, Auslegung, Realisierung und Betrieb von technischen Regelungssystemen. Hierzu zählen im Einzelnen die folgenden Inhalte:

- Die Studierenden lösen selbstständig vorgegebene Regelungsaufgaben und erproben und bewerten die entworfenen Regler in der Simulation und an den Versuchsanlagen.
- Innerhalb der Versuche werden ausgewählte Inhalte aus den Modulen "Regelungstechnik" und "Moderne Methoden der Regelungstechnik" experimentell vertieft. Dies betrifft insbesondere die Bereiche "Modellbildung", "Systemanalyse", "Reglerentwurf" und die "Reglererprobung".
- Die Studierenden lernen moderne Verfahren zur Identifikation des dynamischen Verhaltens von technischen Systemen und zum rechnergestützten Entwurf von linearen und nichtlinearen Reglern kennen.
- Durch den Vergleich von Theorie, Simulation und Experiment lernen sie, den Anwendungsbereich der verschiedenen Verfahren und die zu erwartenden Ergebnisse besser einzuschätzen.

Qualifikationsziele

- Die Studierenden können gegebene Regelungsaufgaben mit Hilfe von Matlab/Simulink und den entsprechenden Toolboxen lösen und die gefundenen Regelgesetze experimentell validieren.
- Die Studierenden verstehen die Methode des modellbasierten Reglerentwurfs und sind in der Lage die einzelnen notwendigen Teilaufgaben (experimentelle/theoretische Modellbildung, Systemanalyse, Reglerentwurf, Reglererprobung) selbstständig durchzuführen.
- Die Studierenden lernen den Einfluß von Faktoren wie nichtlineares Verhalten der Regelstrecke, Stellgrößenbeschränkungen, Meßfehler und Totzeiten in den Versuchen kennen und können den Einfluß dieser Effekte auf das zu erwartende Ergebnis abschätzen.

- Die Studierenden sind sensibilisiert gegenüber Ergebnissen aus theoretischen und experimentellen Untersuchungen und wissen, mit eventuellen Differenzen umzugehen bzw. sie zu interpretieren.

Voraussetzungen

Vorausgesetzt werden Kenntnisse, wie sie in den Modulen "Regelungstechnik" und "Moderne Methoden der Regelungstechnik" vermittelt werden.

Verwendbarkeit

Besseres Verständnis der vermittelten Studieninhalte und gleichzeitig praktische Vertiefung der erworbenen theoretischen Erkenntnisse.

Leistungsnachweis

Benoteter Schein

Dauer und Häufigkeit

Das Modul dauert ein Trimester, es findet im Wintertrimester des 2. Master-Studienjahres statt.

Modul 1186 Apparatives Praktikum Satellitennavigation, Erdbeobachtung

zugeordnet zu: Wahlpflichtmodule Vertiefungsrichtung: Mechatronik

Studiengang:	Mathematical Engineering	Modultyp:	Pflicht
Workload gesamt (h):	150 Stunden	ECTS-Punkte:	5
-> Präsenzzeit (h):	48 Stunden	TWS:	4 Stunden
-> Selbststudium (h):	102 Stunden		

Modulbestandteile	11861	Erdbeobachtung (Praktikum (PF) - 2 TWS)
	11862	Satellitennavigation (Praktikum (PF) - 2 TWS)

Modulverantwortlicher Prof. Dr.-Ing. Bernd Eissfeller

Inhalt

SATELLITENNAVIGATION (Positionsbestimmung mit GNSS und INS)

- Standard-Positionierung: Die Studierenden führen in Versuchen Einzelstationspositionierungen mit Pseudo-Streckenmessungen zu GPS und/oder GALILEO Satelliten (je nach Verfügbarkeit) durch. Die Vorbereitung und Durchführung dieser experimentellen GNSS Messungen erfolgt auf dem Gelände der UniBwM. Die Studierenden führen eine selbständige Auswertung des Datenmaterials durch.
- Differentielle GNSS-Positionierung: Mit dem Ziel einer auf den Zentimeter genauen Positionsbestimmung planen die Studierenden einen geeigneten Messaufbau, führen die zugehörigen differentiellen Messungen unter Nutzung mindestens einer Referenzstation durch und werten ihre Messdaten mit einer geeigneten (zur Verfügung gestellten) wissenschaftlichen Auswertesoftware aus. Die Planung schließt eine Erfassung möglicher Sichthindernisse ("Elevationsmaske") ein.
- Inertiale Navigation: Das komplementäre Fehlverhalten von inertialen Sensoren im Vergleich zur Satellitennavigation erfahren die Studierenden in einem experimentellen Aufbau unter Nutzung von low-cost sowie präzisen inertialen Messeinheiten. Dabei erfolgt eine selbständige Aufzeichnung und Prüfung des Driftverhaltens, der Temperatursensitivität, eine ad-hoc Bestimmung der Kreisel-Biasse und eine approximative Durchführung der Plattformausrichtung ("initial alignment, gyro compassing"). Die kombinierte Nutzung von GPS und INS (Sensor-Fusion) mit Hilfe eines integrierten Navigationssystems schließt diesen Praktikumsabschnitt ab.

ERDBEOBACHTUNG

- Fernerkundungsexperiment: Die Studierenden planen eine Gebiets- oder Objektaufnahme, führen eine Bildakquisition durch (vorbehaltlich technischer und finanzieller Realisierbarkeit; alternativ werden entsprechende Bilddaten bereitgestellt) und werten die gewonnenen Bilddaten aus. In diesem Zusammenhang erfolgt zunächst die Herstellung eines Zusammenhangs zwischen Bild- und Weltkoo-

dinaten (Geo-Referenzierung). Anschließend werden die Bilddaten in geeigneter Weise gefiltert und für die Merkmalsextraktion vorbereitet. Die Vektorisierung eines Gebietsausschnittes rundet diesen Praktikumsabschnitt ab.

- Radar- und Lasermethoden: Die Studierenden führen in diesem Abschnitt praktische Auswertungen von SAR-Bildern durch. Dies umfasst die Berechnung von Leistungsbudgets mit Hilfe der Radargleichung, die Analyse von SAR-Bildern hoher Auflösung und Bestimmung von SAR-spezifischen Effekten, das Prozessieren von SAR-Rohdaten und die Optimierung der Bildqualität, die Erstellung von Höhenmodellen und Bestimmung der Objekthöhen, die Unterdrückung des Speckle-Rauschens in SAR-Bildern und Extraktion von Kanten zur Verfolgung von Konturen, die genaue Koregistrierung von SAR-Bildern mit multisensoriellem Bildmaterial sowie die Erstellung eines Katalogs von charakteristischen Signaturen für unterschiedliche Zielklassen, z. B. Flughäfen, Seehäfen, Verkehrswege, Brücken, etc..

Qualifikationsziele	Die Studierenden müssen sich im Rahmen dieses Praktikums selbstständig mit bestimmten Aufgaben auseinandersetzen und erwerben damit vertiefende Detailkenntnisse aus den angeschnittenen Themenbereichen. Die Praktika sind in den meisten Fällen sorgfältig zu planen, um eine ordnungsgemäße Durchführung gewährleisten zu können. Es schließt sich eine intensive Aufbereitung bzw. Auswertung der Messungen bzw. des zur Verfügung gestellten Datenmaterials an. Neben dem Erwerb vertiefter fachlicher Qualifikationen und Kenntnisse ist die selbständige Organisation zur fachgerechten Problemlösung hervorzuheben.
Voraussetzungen	Kenntnisse aus der Mathematik, der Experimentalphysik und der Messtechnik.
Verwendbarkeit	Wesentliche Ergänzung zu den gehörten Vorlesungen in Satellitennavigation, Erdbeobachtung und Telekommunikation, die zu vertieften Kenntnissen in den Fachgebieten führt. Das Praktikum ist auf die Vorlesungsinhalte abgestimmt und behandelt insbes. Verfahren der Satellitennavigation, der allgemeinen Navigation (Inertialnavigation u.a.) und der Erdbeobachtung/Fernerkundung. Die erarbeiteten Kenntnisse sind gleichermaßen für zivile und militärische Anwendungen verwendbar.
Leistungsnachweis	Benoteter Schein
Dauer und Häufigkeit	Das Modul dauert 1 Trimester, es findet im Wintertrimester des 2. Master-Studienjahres statt.

Modul 1187 Apparatives Praktikum Thermodynamik

zugeordnet zu: Wahlpflichtmodule Vertiefungsrichtung: Mechatronik

Studiengang:	Mathematical Engineering	Modultyp:	Pflicht
Workload gesamt (h):	150 Stunden	ECTS-Punkte:	5
-> Präsenzzeit (h):	60 Stunden	TWS:	5 Stunden
-> Selbststudium (h):	90 Stunden		

Modulbestandteile 11871 Apparatives Praktikum: Thermodynamik (Praktikum (PF) - 5 TWS)

Modulverantwortlicher Prof. Dr.-Ing. Christian Mundt

Inhalt Die Studierenden erwerben im apparativen Praktikum "Thermodynamik" praktische Kenntnisse und Fertigkeiten im Hinblick auf den Aufbau und die Durchführung von Messungen an thermodynamischen Systemen. Hierzu zählen beispielsweise die folgenden Inhalte:

- Die Studierenden erhalten eine grundlegende Einführung in die Thermometrie, dazu gehört insbesondere die Verwendung von Thermoelementen und Widerstandsthermometern.
- Die Studierenden werden mit den Grundlagen der Thermographie bekannt gemacht unter Verwendung einer Infrarotkamera.
- Die Studierenden erwerben umfassende Kenntnisse in der Erfassung von Geschwindigkeits- und Temperaturfluktuationen hoch aufgelöst mittels der Hitzdrahtanemometrie.
- Je nach Option lernen die Studierenden in exemplarischer Weise komplexe Messsysteme kennen, wie die Erfassung der spektralen Infrarotstrahlung von Oberflächen, die Schlierenmesstechnik zur Abbildung von Dichteschwankungen, die Laser-Raman-Spektroskopie als berührungslose Temperaturmesstechnik.
- Das erworbene Wissen wird vertieft anhand weiterer (aero)thermodynamischer Apparaturen, die sich auf Fragestellungen wie die Energieumwandlung und dem Energietransport in Hochgeschwindigkeitsströmungen beziehen.

Qualifikationsziele

- Die Studierenden erwerben die Kompetenz, Messdaten z.B. zur Ermittlung der Temperatur qualitativ wie auch quantitativ zu bewerten.
- Die Studierenden lernen die diversen Fehlerquellen bei der Messdatenerfassung kennen und können den Einfluss dieser Fehler auf das erwartete Ergebnis abschätzen.
- Die Studierenden verstehen die Anwendung und die Bedienung der eingesetzten Messverfahren bzw. Messgeräte.
- Die Studierenden sind sensibilisiert gegenüber Ergebnissen aus theoretischen und experimentellen Untersuchungen und wissen, mit eventuellen Differenzen umzugehen bzw. sie zu interpretieren.

Voraussetzungen	Vorausgesetzt werden Kenntnisse, wie sie in den Modulen "Aerothermodynamik" und "Wärme- und Stofftransport" vermittelt werden.
Verwendbarkeit	Besseres Verständnis der vermittelten Studieninhalte und gleichzeitig praktische Vertiefung der erworbenen theoretischen Erkenntnisse.
Leistungsnachweis	Benoteter Schein
Dauer und Häufigkeit	Das Modul dauert ein Trimester, es findet im Wintertrimester des 2. Master-Studienjahres statt.

Modul 1282 Ausgewählte Kapitel der Sensorik und Messtechnik

zugeordnet zu: Wahlpflichtmodule Vertiefungsrichtung: Mechatronik

Studiengang:	Mathematical Engineering	Modultyp:	Wahlpflicht
Workload gesamt (h):	150 Stunden	ECTS-Punkte:	5
-> Präsenzzeit (h):	60 Stunden	TWS:	5 Stunden
-> Selbststudium (h):	90 Stunden		

Modulbestandteile	12821	Ausgewählte Kapitel der Sensorik und Messtechnik (Seminar (WP) - 5 TWS)
-------------------	-------	--

Modulverantwortlicher	Prof. Dr. techn. Christian Kargel
-----------------------	-----------------------------------

Inhalt	<p>Das Seminar „Ausgewählte Kapitel der Sensorik und Messtechnik“ vertieft praxisnah das Verständnis für bestimmte Themengebiete der Sensorik und Messtechnik. Der Hauptfokus liegt dabei auf der Anwendung von Standardsoftwarepaketen wie MATLAB, LabVIEW, SigmaPlot, MultiSim, etc. zur Lösung von praktischen Aufgaben bzw. der Bearbeitung von Kleinprojekten. Die Erfahrungen und gewonnenen Kenntnisse können auch im Rahmen von anderen Lehrveranstaltungen wie z.B. „Sensorik und Messtechnik, Praktikum“ und „Digitale Bildverarbeitung, Praktikum“ sowie der eigenen studentischen Abschlussarbeit nutzbringend eingesetzt werden.</p>
--------	---

- | | |
|---------------------|---|
| Qualifikationsziele | <ul style="list-style-type: none"> • Die Studierenden haben die in anderen Modulen erworbenen Kenntnisse vertieft sowie auf bestimmte sensorische und messtechnische Aufgabenstellungen praktisch angewandt. • Die Studierenden haben vertiefte Fertigkeiten bei der problemorientierten Auswahl von und dem praktischen Umgang mit Standardsoftwarepaketen in den Bereichen Sensorik und Messtechnik. • Die Studierenden haben ihre Kenntnisse und Fertigkeiten im praktischen Umgang mit Standardsoftwarepaketen verbessert und können bestimmte Aufgabenstellungen zielgerichtet lösen. • Die Studierenden sind in der Lage, bestimmte sensorische und messtechnische Problemstellungen zu analysieren und mithilfe von ingenieurwissenschaftlichem Denken und Handeln zu lösen. • Die Studierenden haben Techniken zur Aufarbeitung von wissenschaftlich-technischen Fachthemen erworben und angewandt Diese Fähigkeiten können z.B. im Rahmen von studentischen Abschlussarbeiten nutzbringend eingesetzt werden. |
|---------------------|---|

Voraussetzungen	• Kenntnisse der Elektrotechnik, Messtechnik, Mathematik und Physik.
-----------------	--

- Empfohlen wird die erfolgreiche Bewältigung des Moduls „Sensorik und Messtechnik“.

Verwendbarkeit

- Wahlpflichtmodul für alle Studien- und Vertiefungsrichtungen
 - Das Modul steht in thematischem Zusammenhang mit den Pflichtmodulen
 - o Sensorik und Messtechnik,
 - o Digitale Bildverarbeitung
- sowie mit den Wahlpflichtfächern
- o Simulationswerkzeuge in der Sensorik und Messtechnik
 - o Sensorik und Messtechnik, Praktikum
 - o Multisensorsysteme und Sensornetze

Leistungsnachweis

- Die Benotung erfolgt anhand der erarbeiteten Lösungen und der eigenen Präsentation. Die Mitarbeit und Involvierung bei den Fachdiskussionen im Rahmen des Oberseminars fließt ebenfalls in die Benotung ein.

Literatur

Je nach Aufgabenstellung unterschiedlich. Wird individuell bekannt gegeben.

Dauer und Häufigkeit

Das Modul dauert ein Trimester.
Das Modul wird im Herbsttrimester und/oder Frühjahrstrimester angeboten.
Als Startzeitpunkt ist das Herbsttrimester im 1. Studienjahr vorgesehen.

Modul 1229 Auslandspraktikum I

zugeordnet zu: Wahlpflichtmodule Vertiefungsrichtung: Mechatronik

Studiengang:	Mathematical Engineering	Modultyp:	Wahlpflicht
Workload gesamt (h):	150 Stunden	ECTS-Punkte:	5
-> Präsenzzeit (h):	100 Stunden	TWS:	5 Stunden
-> Selbststudium (h):	50 Stunden		

Modulverantwortlicher Prof. Dr.-Ing. Dieter Gerling

Inhalt

Im Auslandspraktikum soll eine Aufgabe aus einem begrenzten Problemkreis unter Anleitung weitgehend selbständig mit bekannten Methoden bearbeitet werden. Im Auslandspraktikum sind die erzielten Ergebnisse systematisch zu entwickeln und zu erläutern. Es wird in der Regel individuell und weitgehend eigenständig durch die Studierenden bearbeitet, kann aber je nach Thema auch in Gruppen von bis zu drei Studierenden bearbeitet werden.

Qualifikationsziele

Die Studierenden können eine Aufgabe in einer fremden Umgebung weitgehend selbständig bearbeiten. Sie haben Erfahrung in der Entwicklung von Lösungsstrategien und in der Dokumentation ihres Vorgehens. Sie haben in einem speziellen Arbeitsgebiet der Elektrotechnik und Informationstechnik bzw. Mathematical Engineering internationale praktische Erfahrung gesammelt.

Arbeitsaufwand

Das Wahlpflichtmodul "Auslandspraktikum I" dauert 4 Wochen à 25 Wochenstunden. Die Vor- und Nachbereitungszeit umfasst 2 Wochen mit jeweils 25 Wochenstunden.

Voraussetzungen

Vorausgesetzt werden die allgemeinen Kenntnisse aus einem Bachelor-Studium im Bereich der „Elektrotechnik und Informationstechnik“ oder „Mathematical Engineering“ und ausreichende Sprachkenntnisse für das entsprechende Land.

Verwendbarkeit

Wahlpflichtmodul für alle Vertiefungsrichtungen des M.Sc.-Studiengangs
 "Elektrotechnik und Informationstechnik" und
 Wahlpflichtmodul für alle Vertiefungsrichtungen des M.Sc.-Studiengangs
 "Mathematical Engineering"

Leistungsnachweis

Es ist eine schriftliche Ausarbeitung zu erstellen und diese ist im Rahmen eines Kolloquiums zu präsentieren. Die Präsentation findet als

Vortrag von ca. 15-20 Minuten Dauer statt. Die Präsentation wird benotet und geht mit 1/5 (entsprechend 1 Leistungspunkt) in die Modulnote ein.

Sonstige Bemerkungen	Es besteht kein Finanzierungsanspruch für einen Auslandsaufenthalt gegenüber einer Professur, Fakultät oder der Universität.
----------------------	---

Literatur	keine
-----------	-------

Dauer und Häufigkeit	Das Modul dauert 1 Trimester. Das Modul beginnt jedes Studienjahr jeweils im Frühjahrstrimester. Als Startzeitpunkt ist das Frühjahrstrimester im 1. Studienjahr vorgesehen.
----------------------	--

Modul 1230 Auslandspraktikum II

zugeordnet zu: Wahlpflichtmodule Vertiefungsrichtung: Mechatronik

Studiengang:	Mathematical Engineering	Modultyp:	Wahlpflicht
Workload gesamt (h):	150 Stunden	ECTS-Punkte:	5
-> Präsenzzeit (h):	100 Stunden	TWS:	5 Stunden
-> Selbststudium (h):	50 Stunden		

Modulbestandteile

Modulverantwortlicher Prof. Dr.-Ing. Dieter Gerling

Inhalt Im Auslandspraktikum soll eine Aufgabe aus einem begrenzten Problemkreis unter Anleitung weitgehend selbständig mit bekannten Methoden bearbeitet werden. Im Auslandspraktikum sind die erzielten Ergebnisse systematisch zu entwickeln und zu erläutern. Es wird in der Regel individuell und weitgehend eigenständig durch die Studierenden bearbeitet, kann aber je nach Thema auch in Gruppen von bis zu drei Studierenden bearbeitet werden.

Qualifikationsziele Die Studierenden können eine Aufgabe in einer fremden Umgebung weitgehend selbständig bearbeiten. Sie haben Erfahrung in der Entwicklung von Lösungsstrategien und in der Dokumentation ihres Vorgehens. Sie haben in einem speziellen Arbeitsgebiet der Elektrotechnik und Informationstechnik bzw. Mathematical Engineering internationale praktische Erfahrung gesammelt.

Arbeitsaufwand Das Wahlpflichtmodul "Auslandspraktikum II" dauert 4 Wochen à 25 Wochenstunden. Die Vor- und Nachbereitungszeit umfasst 2 Wochen mit jeweils 25 Wochenstunden.

Voraussetzungen Vorausgesetzt werden die allgemeinen Kenntnisse aus einem Bachelor-Studium im Bereich der „Elektrotechnik und Informationstechnik“ oder „Mathematical Engineering“ und ausreichende Sprachkenntnisse für das entsprechende Land.

Verwendbarkeit Wahlpflichtmodul für alle Vertiefungsrichtungen des M.Sc.-Studiengangs "Elektrotechnik und Informationstechnik" und Wahlpflichtmodul für alle Vertiefungsrichtungen des M.Sc.-Studiengangs "Mathematical Engineering".

Leistungsnachweis Es ist eine schriftliche Ausarbeitung zu erstellen und diese ist im Rahmen eines Kolloquiums zu präsentieren. Die Präsentation findet als

Vortrag von ca. 15-20 Minuten Dauer statt. Die Präsentation wird benotet und geht mit 1/5 (entsprechend 1 Leistungspunkt) in die Modulnote ein.

Sonstige Bemerkungen	Es besteht kein Finanzierungsanspruch für einen Auslandsaufenthalt gegenüber einer Professur, Fakultät oder der Universität.
----------------------	---

Literatur	keine
-----------	-------

Dauer und Häufigkeit	Das Modul dauert 1 Trimester. Das Modul beginnt jedes Studienjahr jeweils im Frühjahrstrimester. Als Startzeitpunkt ist das Frühjahrstrimester im 1. Studienjahr vorgesehen.
----------------------	--

Modul 1050 Autonome Systeme

zugeordnet zu: Wahlpflichtmodule Vertiefungsrichtung: Mechatronik

Studiengang:	Mathematical Engineering	Modultyp:	Pflicht
Workload gesamt (h):	150 Stunden	ECTS-Punkte:	5
-> Präsenzzeit (h):	48 Stunden	TWS:	4 Stunden
-> Selbststudium (h):	102 Stunden		

Modulbestandteile 10501 Autonome Systeme (Vorlesung, Übung (PF) - 4 TWS)

Modulverantwortlicher Prof. Dr.-Ing. Hans-Joachim Wünsche

Inhalt

Die Studierenden erwerben im Modul Autonome Systeme einen detaillierten Einblick in den Aufbau eines autonomen Systems am Beispiel eines sich durch visuelle Information in seiner Umgebung autonom bewegenden Roboter-Fahrzeugs. Was ist der Unterschied zwischen einem geregelten System und einem (teil-)autonomen, kognitiven System? Warum sind Roboter heute noch "blind" und "dumm", was bedeutet Kognition für technische Systeme und was sind die wesentlichen technischen Herausforderungen?

Ausgehend von einem Überblick über die Entwicklung und den derzeitigen Stand autonomer kognitiver Systeme werden die folgenden Themenkreise behandelt:

- 1) Weltmodelle und Koordinatensysteme. Die Fähigkeit zur Bewegung als Bestandteil kognitiver Systeme. Dynamische Modelle der zugrundeliegenden Bewegungen, Steuergrößen, einfache Bewegungsfähigkeiten.
- 2) Perzeption: Wahrnehmung der Umgebung durch maschinelles Echtzeit-Sehen. Verfahren zur Extraktion von Merkmalen aus den Bildern einer Videokamera. Wahrnehmung mittels moderner 360° Laserscanner.
- 3) Dynamische Szenen aufgrund eigener und fremder Bewegungen. Rekursive Zustandschätzer als Grundlage des 4D-Ansatzes zur modellgestützten Interpretation dynamischer Szenen.
- 4) Wahrnehmung der Strasse und des Relativzustands des eigenen Fahrzeugs relativ zur Strasse. Fahrzeugführung entlang von Strassen. Anwendung Spurverlassens und Spurhalteassistent.
- 5) Objekterkennung. Aggregation von Merkmalen zu Objekthypothesen. Methoden zur Modellierung von Objekten. Aufstellung von (adaptiven) Formmodellen ruhender Objekte und zusätzlicher Bewegungsmodelle beobachteter, sich bewegender Objekte der Szene (wie z.B. anderer Fahrzeuge). Anwendung Staufahrassistent.
- 6) Situationsanalyse und Verhaltensentscheidung. Aggregation von Objekten zu Situationen. Was sind Manöver und Missionen. Generieren situations- und missionsgerechter Verhaltensentscheidungen. Zustandsautomaten zur Verhaltensentscheidung. Überholvorgänge und Abbiegen auf Querstrassen als einfache Ausprägungen Si-

tuationsgerechten Verhaltens. Sakkaden zur aktiven Steuerung der Blickrichtung, relevante Objekte.

Qualifikationsziele	<p>Die Studierenden</p> <ol style="list-style-type: none">1) wissen aus welchen wesentlichen Elementen ein autonomes System besteht und wie sich dieses von normalen (fern-)gesteuerten oder geregelten Systemen unterscheidet.2) verstehen die wesentlichen Schwierigkeiten beim Aufbau autonomer Systeme, und3) können die erlernten Kenntnisse im parallel stattfindenden Praktikum "Autonome Systeme" beim Aufbau eines autonomen Modell-Fahrzeugs anwenden: eine einfache "Fahrbahn" wird über eine ins Fahrzeug eingebaute Kamera ausgewertet. Im Wettbewerb optimieren Studenten-Teams ihre entwickelten Zustandsschätzer und -Regler zur Erzielung optimaler Rundenzeiten.
Voraussetzungen	<p>Notwendig sind gute Kenntnisse in Digitaler Regelungstechnik und Modernen Methoden der Regelungstechnik (vor allem Zustandsraumdarstellung und Zustandsregler). Vorausgesetzt werden ferner die im Modul „Sensortechnik“ vermittelten Kenntnisse sowie die des Moduls „Filter- und Schätzverfahren“. Sinnvoll ist die Kenntnis der im Modul „Prozessrechenstechnik“ vermittelten Inhalte.</p>
Verwendbarkeit	<p>Autonome, kognitive Systeme werden zukünftig immer stärker in unser Leben vordringen. Fahr- und Flugzeuge werden nicht nur im militärischen Bereich um Assistenzsysteme erweitert, die einen zunehmend autonomen Betrieb ermöglichen. Roboter, die ihre Umgebung wahrnehmen und sich in ihr situationsgerecht verhalten, werden nicht nur Soldaten zur Hand gehen, sondern auch in Fabriken sowie im häuslichen Umfeld schwere, monotone, gefährliche oder ermüdende Aufgaben übernehmen.</p>
Leistungsnachweis	<p>Schriftliche Prüfung 75 Minuten oder mündliche Prüfung 30 Minuten</p>
Sonstige Bemerkungen	<p>Dieses Modul kann auch als Munich-Aerospace-Partnermodul belegt werden.</p> <p>Zuordnung zu den Studienschwerpunkten siehe Tabelle am Anfang des Dokumentes.</p>
Dauer und Häufigkeit	<p>Das Modul dauert 1 Trimester, es findet im Wintertrimester des 2. Master-Studienjahres statt.</p>

Modul 1337 Baudynamik und Erdbebeningenieurwesen

zugeordnet zu: Wahlpflichtmodule Vertiefungsrichtung: Mechatronik

Studiengang:	Mathematical Engineering	Modultyp:	Wahlpflicht
Workload gesamt (h):	270 Stunden	ECTS-Punkte:	9
-> Präsenzzeit (h):	108 Stunden	TWS:	9 Stunden
-> Selbststudium (h):	162 Stunden		

Modulbestandteile	13371	Bauwerke unter Erdbebenbelastung (Vorlesung (PF) - 2 TWS)
	13372	Bodendynamik (Vorlesung (PF) - 1 TWS)
	13373	Dynamik der Baukonstruktionen (Vorlesung (PF) - 1 TWS)
	13374	Dynamik der Baukonstruktionen (Übung (PF) - 2 TWS)
	13375	Erdbebenschutzsysteme im Hoch- und Brückenbau (Vorlesung (PF) - 2 TWS)
	13376	Mathematische Methoden in der Dynamik (Vorlesung (PF) - 1 TWS)

Modulverantwortlicher Prof. Dr.-Ing. habil. Norbert Gebbeken

Inhalt

Dynamik der Baukonstruktionen (Prof. Marburg):

- Einmassenschwinger unter sprung- und stoßartiger Belastung
- Selbsterregte und parametererregte Schwingungen
- Schwinger mit mehreren Freiheitsgraden
- Schwingungen von Maschinenfundamenten
- Torsions- und Kippschwingungen
- Eigenfrequenzen und Eigenformen
- Erzwungene Schwingungen des Mehrmassenschwingers
- Maßnahmen zur Schwingungsreduzierung - Windeinwirkung auf Bauwerke
- Schwingungsprobleme bei Hochbauten und Brücken

Mathematische Methoden in der Dynamik (Prof. Apel):

- Numerische Verfahren und Begriffe
 - Einschrittverfahren und Mehrschrittverfahren
 - implizite und explizite Verfahren
 - Konvergenz und Stabilität
 - Schrittweitensteuerung
- Angepasste Verfahren für Schwingungsprobleme
 - Newmark-Verfahren für Schwingungsprobleme
 - Houbolt-Verfahren
 - Wilson-Theta-Verfahren
 - Hilber-Hughes-Taylor-Verfahren

Bodendynamik (Prof. Boley):

- Wellenausbreitung im Boden
- Dynamische Bodeneigenschaften
- Erschütterungsausbreitung und -reduktion
- Einbeziehung des Bodens in die Modellbildung
- Seismologische Grundlagen
- Geotechnisches Erdbebeningenieurwesen

Bauwerke unter Erdbebenbelastung (Prof. Gebbeken):

- Einführung in das Erdbebeningenieurwesen
- Erdbebennachweise mittels Antwortspektrum
- Methode der Kapazitätsbemessung
- Plastische Mechanismen bei der Erdbebenbemessung
- Planungs- und Konstruktionsgrundsätze
- Bestandsbeurteilung
- Praxisbeispiele

Erdbebenschutzsysteme (Prof. Mangerig)

- technische Möglichkeiten im Neu- und Bestandsbau
- spezielle Lagerungsmöglichkeiten im Hoch- und Brückenbau
- Praxisbeispiele aus dem In- und Ausland

Qualifikationsziele

Die Studierenden erwerben Grundlagenwissen über die dynamischen Eigenschaften des Bodens und kennen erschütterungsresistente Gründungstechniken. Sie erwerben vertiefte Kenntnisse über Schwingungen infolge aperiodischer Belastung sowie über selbst- und parametererregte Schwingungen. Weiterhin können die Studierenden die vermittelten Schwingungsmodelle und Lösungsstrategien auf konkrete Bauwerksschwingungen anwenden. Die Studierenden erwerben ein grundlegendes Verständnis für Beanspruchungen infolge Erdbeben und können die erworbenen Kenntnisse zum Antwortspektrenverfahren und zur Kapazitätsbemessung anwenden. Sie sind sensibilisiert bezüglich der Wirkung von Erdbeben auf bauliche Infrastruktur und kennen Verfahren zur Isolierung gegen Erdbebeneinwirkungen.

Voraussetzungen

Grundkenntnisse der Strukturtechnik, z.B. aus dem Modul "Tragwerksschwingungen und Erschütterungsschutz".

Verwendbarkeit

Anspruchsvolle Bauprojekte im In- und Ausland.

Leistungsnachweis

Schriftliche Prüfung 150 Minuten oder mündliche Prüfung 45 Minuten.

Dauer und Häufigkeit

Das Modul dauert 1 Trimester.
Das Modul beginnt jedes Studienjahr jeweils im Frühjahrstrimester.

Modul 1353 Betriebsfestigkeit

zugeordnet zu: Wahlpflichtmodule Vertiefungsrichtung: Mechatronik

Studiengang:	Mathematical Engineering	Modultyp:	Wahlpflicht
Workload gesamt (h):	90 Stunden	ECTS-Punkte:	3
-> Präsenzzeit (h):	36 Stunden	TWS:	3 Stunden
-> Selbststudium (h):	54 Stunden		

Modulbestandteile	13531	Betriebsfestigkeit (Vorlesung (PF) - 2 TWS)
	13532	Betriebsfestigkeit (Übung (PF) - 1 TWS)

Modulverantwortlicher Prof. Dr.-Ing. habil. Hans-Joachim Gudladt

Inhalt

In diesem Modul erhalten die Studierenden eine Übersicht über experimentelle und rechnerische Methoden zur Bestimmung des Schädigungsverhaltens von Strukturwerkstoffen, die einer betriebsnahen Beanspruchung ausgesetzt waren.

Den Studenten wird eine Übersicht über das grundsätzliche Schädigungsverhalten von Strukturwerkstoffen der Luft- und Raumfahrt vermittelt. Dabei werden sogenannte Lastkollektive generiert, die eine betriebsnahe Beanspruchung simulieren, der das Bauteil ausgesetzt ist. Die Lastkollektive werden in Bezug auf ihren Schädigungsgrad quantifiziert. In vielen Fällen wird als Schädigungsgröße der Schwingungsriss im Material charakterisiert. Mit Hilfe geeigneter Detektionsverfahren werden diese Risse im Bauteil erkannt und ihre weitere Entwicklung beobachtet. Geeignete, z. T. lineare Schadensakkumulationsverfahren (Palmgren/Miner) ermöglichen es, das Schädigungsverhalten rechnerisch zu erfassen und entsprechende Restlebensdauer-Werte zu bestimmen. Mit Hilfe des „örtlichen Konzeptes“ und unter Verwendung des „Spannungintegral-Konzeptes“ lassen sich letztendlich Lebensdauervorhersagen für beliebige Bauteilgeometrien durchführen. Die Bewertung beruht auf statistischen Grundlagen, die im Rahmen der Vorlesung unter dem Aspekt der Lebensdauervorhersage vermittelt werden.

- Qualifikationsziele**
- Die Studierenden sind nach erfolgreichem Bestehen des Moduls befähigt, einfache Bauteile in Bezug auf ihr Schädigungsverhalten zu beurteilen und in Kombination mit dem Modul „statische und dynamische Beanspruchung von Bauteilen“ für betriebsnah vorgeschädigte Proben durch entsprechende Berechnungsverfahren Restlebensdauerwerte zu bestimmen.
 - Die Studenten werden damit in die Lage versetzt, Vorgaben für die Kontrolle und Einsatzbewertung hochbeanspruchter bauteilnaher Proben durchzuführen. Diese Fertigkeiten sind unabdingbar, um geeignete Sicherheitskonzepte in der Luft- und Raumfahrt und dem Fahrzeugbaus umzusetzen.

Voraussetzungen	Es wird das Bachelor-Studium von LRT sowie das Modul statische und dynamische Beanspruchung von Werkstoffen vorausgesetzt.
Verwendbarkeit	Das erworbene Wissen ist Voraussetzung für materialwissenschaftliche Untersuchungen und Entwicklung neuer Werkstoffe auf sämtlichen Gebieten der Luft- und Raumfahrttechnik. Das Modul findet Anwendung in weiteren Lehrveranstaltungen, wie z.B. im Bereich Leichtbau/Strukturen.
Leistungsnachweis	Schriftliche Prüfung 60 Minuten oder mündliche Prüfung 30 Minuten
Literatur	<ul style="list-style-type: none">• Haibach E.: Betriebsfestigkeit . Verfahren und Daten zur Bauteilbewertung. Düsseldorf: VDI-Verlag GmbH, 1989.• Buxbaum O.: Betriebsfestigkeit - Sichere und wirtschaftliche Bemessung schwingbruchgefährdeter Bauteile. Düsseldorf: Verlag Stahleisen mbH., 1988.• Schwalbe K-H.: Bruchmechanik metallischer Werkstoffe, München, Wien: Carl Hanser-Verlag, 1980.
Dauer und Häufigkeit	Das Modul dauert ein Trimester, es findet im Herbsttrimester des 1. Master-Studienjahres statt.

Modul 1335 Beurteilung/Ertüchtigung historischer Tragwerke

zugeordnet zu: Wahlpflichtmodule Vertiefungsrichtung: Mechatronik

Studiengang:	Mathematical Engineering	Modultyp:	Wahlpflicht
Workload gesamt (h):	150 Stunden	ECTS-Punkte:	5
-> Präsenzzeit (h):	84 Stunden	TWS:	6 Stunden
-> Selbststudium (h):	66 Stunden		

Modulbestandteile	13351	Beurteilung und Ertüchtigung historischer Tragwerke (Vorlesung (PF) - 2 TWS)
	13352	Beurteilung und Ertüchtigung historischer Tragwerke (Übung (PF) - 2 TWS)
	13353	Beurteilung und Ertüchtigung historischer Tragwerke (Praktikum (PF) - 2 TWS)

Modulverantwortlicher Prof. Dr.-Ing. Stefan Holzer

Inhalt

Tragwerke, die mehr als ca. 60-80 Jahre alt sind, sind als historische Tragwerke anzusprechen. Ein großer Teil der Infrastruktur Europas besteht aus historischen Tragwerken. Für solche Tragwerke existieren meist keine zuverlässigen Planunterlagen, so dass die erste Aufgabe in der Dokumentation der Konstruktion und ihres Ist-Zustandes liegt. Zur Beurteilung historischer Tragwerke ist Hintergrundwissen über deren Konstruktion unabdingbar. Die Vorlesung behandelt die Konstruktionsarten historischer Holztragwerke (Systeme und deren Entwicklungsgeschichte, zimmermannsmäßige Anschlüsse, historische Verbindungsmittel), die Konstruktion gewölbter Strukturen (Gewölbe und Kuppeln im Hochbau: Naturstein-, Backstein- und Holzgewölbe; gewölbte Brücken) und die Konstruktion historischer Mauerwerkswände und Gründungen. Die Materialeigenschaften historischer Werkstoffe sind ebenfalls Gegenstand der Vorlesung.

Historische Tragwerke verdanken ihre Konstruktion nicht allein statischen Überlegungen, sondern sind stark durch die Randbedingungen des historischen Bauprozesses bedingt (keine Verfügbarkeit starker Hebezeuge, Notwendigkeit von Arbeitsplattformen, langsame Erhärtung historischer Mörtel, bauzeitliche Verformungen, leichtere Bearbeitbarkeit schlagfrischen Holzes, usw.). Daher handelt es sich oft um Tragwerke mit uneindeutiger Tragwirkung, so dass eine geeignete statische Modellbildung zur Schnittgrößenermittlung und Standsicherheitsbeurteilung schwieriger ist als bei modernen, ingenieurmäßig geplanten Tragwerken mit klaren Anschlüssen und statischen Systemen. In den Vorlesungen und in der Übung werden Techniken der statischen Modellbildung - mit Schwerpunkten bei zimmermannsmäßigen Holzkonstruktionen und bei gemauerten Bögen und Gewölben - vorgeführt und exemplarisch auf konkrete Beispiele angewendet.

Zur Standsicherheitsbeurteilung historischer Tragwerke gehört auch die Analyse der Schadens- und Reparaturgeschichte, um Schadensursachen erkennen zu können und eine Aussage über die zeitliche

Entwicklung der Standsicherheit treffen zu können. Speziell im denkmalgeschützten Kontext (historische Baudenkmäler) unterliegen Reparatur- und Ertüchtigungsmaßnahmen speziellen Randbedingungen, die in der Lehrveranstaltung anhand konkreter Objekte und aktueller Sanierungsmaßnahmen erläutert werden.

Grundprinzip der Lehrveranstaltung ist das Motto "Theoria cum praxi": Die Lehre findet nicht allein anhand von Fotos und Abbildungen im Hörsaal statt, sondern auch vor Ort am konkreten historischen Objekt, das im Rahmen der Lehrveranstaltung auch "in die Hand genommen" wird: Das Praktikum umfasst gegen Beginn des Trimesteres eine Exkursion zu beispielhaften historischen Tragwerken. Es folgt das Aufmaß eines Teiles eines historischen Tragwerks (2-3 halbe Tage, 35-km-Radius um die Universität). Im Nachgang dazu sind die entwicklungsgeschichtliche Einordnung, die Aufschlüsselung der Schadens- und Reparaturgeschichte, die zerstörungsfreie Materialprüfung und Zustandskartierung bis hin zur statischen Berechnung durchzuführen.

Als Resultat des Praktikums, welches in Kleingruppen (je 3-4 Studierende, je 2-3 Kleingruppen gleichzeitig je Objekt) durchgeführt und betreut wird, haben die Studierenden Pläne, eine kleine Baudokumentation (Text und Fotos) und Berechnungen als Gruppenleistung vorzulegen. Die Prüfung findet als mündliche Prüfung entweder in einem historischen Bauwerk oder an der Universität statt. Dabei haben die Studierenden zu dem realen Tragwerk oder zu konkreten Belegstücken aus solchen Konstruktionen Aussagen zu treffen. Alternativ kann eine schriftliche Prüfung von 90 min. Dauer angesetzt werden (Mitteilung über Art der Prüfung am Beginn des Trimesters).

Qualifikationsziele

Fähigkeit zur Beurteilung historischer Konstruktionen, besonders hinsichtlich Schäden, Tragverhalten und Standsicherheit. Kenntnis historischer Tragwerksformen. Methodenwissen: Aufmaß historischer Tragwerke, Zustandskartierung, zerstörungsfreie Prüfverfahren für historische Konstruktionen. Fähigkeit zur statischen Modellbildung und Analyse von historischen Holz- und Mauerwerkskonstruktionen (Statik zimmermannsmäßiger Holzkonstruktionen, Gewölbestatik). Kenntnis der Grundprinzipien der Ertüchtigung im Kontext des Denkmalschutzes. Fähigkeit zum Dialog mit Denkmalpflegern, Restauratoren und Nutzern historischer Bauwerke.

Voraussetzungen

Kenntnisse im Konstruktiven Ingenieurbau, in Baustatik und Baumechanik; grundlegende Fertigkeit im Zeichnen.

Leistungsnachweis

- Teilnahmeschein des Praktikums
- Schriftliche Prüfung 90 Minuten oder mündliche Prüfung 30 Minuten

Dauer und Häufigkeit

Das Modul dauert 1 Trimester.
Das Modul beginnt jedes Studienjahr jeweils im Frühjahrstrimester.

Modul 1846 Biomedizinische Informationstechnik 1

zugeordnet zu: Wahlpflichtmodule Vertiefungsrichtung: Mechatronik

Studiengang:	Mathematical Engineering	Modultyp:	Wahlpflicht
Workload gesamt (h):	150 Stunden	ECTS-Punkte:	5
-> Präsenzzeit (h):	48 Stunden	TWS:	4 Stunden
-> Selbststudium (h):	102 Stunden		

Modulbestandteile	18461	Biosignal-Messtechnik (Praktikum (PF) - 2 TWS)
	18462	Biosignalverarbeitung (Vorlesung (WP) - 2 TWS)
	18463	Modellierung menschlichen Verhaltens in Informationssystemen (Vorlesung (WP) - 2 TWS)
	18464	Konzepte von Fahrerassistenzsystemen (Vorlesung (WP) - 2 TWS)

Modulverantwortlicher Priv.-Doz. Dr.-Ing. Gerhard Staude

Inhalt

Die Module Biomedizinische Informationstechnik 1 bis 3 erlauben einen Blick über den eigenen Gartenzaun hinaus und zeigen Möglichkeiten auf, das in den Grundlagenmodulen erworbene Ingenieurs-Know-How in den Bereichen Medizin, Life-Sciences und Mensch-Maschine-Interaktion einzusetzen. Das studentenzentrierte aktive Erleben der vermittelten Inhalte steht dabei im Mittelpunkt.

In den zugehörigen Lehrveranstaltungen werden wesentliche Problemfelder der Biomedizinischen Informationstechnik mit Fokus auf die zuverlässige Registrierung, Verarbeitung und Interpretation biomedizinischer Signale besprochen und anhand von Beispielen aus der Praxis illustriert. Zentrales Element ist die Lehrveranstaltung Biosignal-Messtechnik, die wahlweise durch eine (Biomedizinische Informationstechnik 1, 5 ECTS), zwei (Biomedizinische Informationstechnik 2, 8 ECTS) oder alle (Biomedizinische Informationstechnik 3, 11 ECTS) der drei zur Auswahl stehenden weiterführenden Lehrveranstaltungen

- Biosignalverarbeitung
- Modellierung menschlichen Verhaltens in Informationssystemen
- Konzepte von Fahrerassistenzsystemen

weiter vertieft wird. Das Modul Biomedizinische Informationstechnik 1 umfasst die Lehrveranstaltung Biosignal-Messtechnik sowie eine der drei weiterführenden Veranstaltungen.

Die Inhalte der Lehrveranstaltungen im Einzelnen:

a) Lehrveranstaltung Biosignal-Messtechnik (PD Dr. Staude)

In verschiedenen Lehreinheiten wird die Erfassung und Verarbeitung biologischer Signale unter Verwendung des Biopac-Student-Lab (www.biopac.com), der PhysioNet-Datenbank und MATLAB demonstriert. Teams von jeweils drei Studenten führen Messungen sowie Auswertungen selbständig durch und erarbeiten so die einzelnen Lek-

tionen in weitgehend freier Zeiteinteilung. In gemeinsamen Seminarveranstaltungen werden charakteristische Eigenschaften biologischer Signale erörtert und Techniken zur zuverlässigen Signalregistrierung erarbeitet. Schwerpunkte der Lehrveranstaltung sind:

- Überblick und Definition biomedizinischer Signale
- Anwendungsbeispiele aus Medizin, Biowissenschaften und Ambient-Assisted Living
- Physiologische Grundlagen biologischer Signalquellen
- Sensortechnik und Signalregistrierung
- Sicherheitstechnische Aspekte

b) Lehrveranstaltung Biosignalverarbeitung (PD Dr. Staude)

In der Lehrveranstaltung werden Aspekte der optimalen Signalaufbereitung und Digitalisierung erörtert und ausgewählte Methoden der Biosignalverarbeitung vorgestellt, die die Studierenden dann in einer MATLAB-Umgebung implementieren und auf ihre gemessenen Signale anwenden. Schwerpunkte der Lehrveranstaltung sind:

- Grundlagen der digitalen Signaldarstellung im Zeit- und Spektralbereich
- Signalaufbereitung und -vorverarbeitung
- Lineare und Nichtlineare Methoden zur Signalanalyse und Merkmalsextraktion
- Überwachungs- und Algorithmen
- Mustererkennung und Diagnoseunterstützung
- Kontextadaptive Strategien
- Expertensysteme und Künstliche Intelligenz

c) Lehrveranstaltung Modellierung menschlichen Verhaltens in Informationssystemen (Dr.-Ing. Michael Dambier)

Die Lehrveranstaltung befasst sich mit Konzepten der menschlichen Informationsverarbeitung und der menschlichen Physiologie und deren Abbildung in Informationssystemen. Ausgehend von Beispielen der Fahrermodellierung und der Modellierung menschlichen Verhaltens in Sicherheitssystemen werden grundlegende Modellierungsprinzipien und -vorgehensweisen erläutert. Die informationstechnischen Verfahren werden in den Beispieldomänen um menschliche Verhaltensaspekte erweitert. Schwerpunkte der Vorlesung sind:

- Grundlagen der Modellierung
- „Funktionsweise“ des Menschen
- Sensortechnologie
- Modellierung des Menschen als Regelement
- Modellierung von menschlichem Verhalten in Sicherheitssystemen

d) Lehrveranstaltung Konzepte von Fahrerassistenzsystemen (Dr. rer. nat. Dietrich Manstetten)

Die Lehrveranstaltung konzentriert sich auf den Kontext der Rolle des Menschen in der Fahrzeugführung und die zur Unterstützung dieser Aufgabe entwickelten technischen Systeme. Aktuelle Fahrerassistenzsysteme (Elektronisches Stabilitäts Programm ESP, Adaptive Cruise Control ACC, Notbremssysteme, Spurhalteunterstützung, Nachsichtsysteme) werden aus Unfallforschung und Verkehrstheorie mo-

tiviert und im Detail erläutert. Die Implikationen für die sich ändernde Rolle des Fahrers werden dargestellt und anhand von informationstechnischen Technologien der Mensch-Maschine-Schnittstelle bzw. der Fahrerzustandserkennung konkretisiert. Schwerpunkthemen der Vorlesung sind:

- Aufgaben der Fahrzeugführung
- Beispiele für Fahrerassistenzsysteme
- Unfallforschung und Verkehrstheorie
- Umfelderkennung und Sensortechnologie
- Gestaltung der Mensch-Maschine Schnittstelle
- Ermittlung des Fahrerzustandes
- Modellierung des Fahrerverhaltens
- Systemtest mit Fahrsimulatoren und auf Teststrecken
- Der Weg zum Autonomen Fahren

Qualifikationsziele

Die Studierenden sollen im Rahmen des Moduls Biomedizinische Informationstechnik 1 folgende Kernkompetenzen erwerben:

- Grundlegendes methodisches Wissen zur zuverlässigen Registrierung und sicheren Verarbeitung biologischer Signale
- Kenntnis wesentlicher Eigenschaften, Besonderheiten und Anwendungsaspekte ausgewählter Biosignale wie EKG, EEG, EMG
- Fähigkeit zur interdisziplinären Umsetzung von Ingenieurwissen in den Bereichen Medizin, Biowissenschaften und Mensch-Maschine-Interaktion
- Sicherheit im selbständigen Erarbeiten von Problemlösungen im Team

Voraussetzungen

- Bereitschaft zur eigenmotivierten aktiven Mitarbeit in kleinen Teams
- Wegen der studentenzentrierten Ausrichtung muss die Teilnehmerzahl für diese Veranstaltung auf 21 beschränkt werden

Verwendbarkeit

- Wahlpflichtmodul für alle Vertiefungsrichtungen der Studiengänge Elektrotechnik und Informationstechnik (M. Sc.) und Mathematical Engineering (M. Sc.) sowie Informatik (M. Sc.) mit Anwendungsfach Elektrotechnik
- Vorbereitung von Masterarbeiten auf dem Gebiet der Biomedizinischen Informationstechnik

Hinweis: Das Modul ist nur dann verwendbar, wenn keine der zugehörigen Lehrveranstaltungen im Rahmen eines anderen Moduls eingebracht wird!

Leistungsnachweis

- Jährlich werden zwei Termine angeboten, an denen alle Teilveranstaltungen des Moduls gemeinsam geprüft werden. Voraussetzung für die Zulassung zur Prüfung ist die regelmäßige Bearbeitung der

Biosignal-Messtechnik Lehreinheiten im Labor mit Abgabe der Messprotokolle sowie, bei Belegung der Lehrveranstaltung Modellierung menschlichen Verhaltens in Informationssystemen, die Bearbeitung einer Hausaufgabe mit abschließender Ergebnispräsentation.

- Für das Modul Biomedizinische Informationstechnik 1 ist eine schriftliche Prüfung von 40 Minuten Dauer (sP-40) vorgesehen. Die Prüfungsergebnisse zur Lehrveranstaltung Biosignal-Messtechnik und der gewählten weiterführenden Lehrveranstaltung gehen zu gleichen Teilen in die Modulnote ein. Die Modulprüfung ist bestanden, wenn jeder in die Modulnote eingehenden Lehrveranstaltungen mindestens mit „ausreichend“ (4.0) bewertet wurde.

Sonstige Bemerkungen

- Die Lehreinheiten des Praktikums Biosignal-Messtechnik werden von den Studierenden in weitgehend freier Zeiteinteilung aktiv im Versuchslabor erarbeitet.
- Die Lehrveranstaltungen Modellierung menschlichen Verhaltens in Informationssystemen und Konzepte von Fahrerassistenzsystemen werden in Absprache jeweils zu Blöcken zusammengefasst

Literatur

Biosignalverarbeitung:

Rangaraj M. Rangayyan: Biomedical Signal Analysis: A Case-Study Approach, Wiley-IEEE Press, 2002

Moody GB, Mark RG, Goldberger AL: PhysioNet: A Web-Based Resource for the Study of Physiologic Signals, Engineering in Medicine and Biology Magazine, Vol 20/3, pp. 70-75, 2001

Wolfgang Schweizer: MATLAB kompakt. 3. Auflage. München, Oldenbourg Verlag, 2008

Modellierung menschlichen Verhaltens in Informationssystemen:

H. J. Bungartz, S. Zimmer, M. Buchholz, D. Pflüger, „Modellbildung und Simulation - Eine anwendungsorientierte Einführung“. Verlag Springer, 2009.

B. Schneider, „Die Simulation menschlichen Panikverhaltens - Ein Agenten-basierter Ansatz“. Verlag Vieweg&Teubner, Wiesbaden, 2011.

Konzepte von Fahrerassistenzsystemen:

H. Winner, S. Hakuli, G. Wolf, „Handbuch Fahrerassistenzsysteme: Grundlagen, Komponenten und Systeme für aktive Sicherheit und Komfort“. Verlag Vieweg&Teubner, 2009

Dauer und Häufigkeit

- Das Modul dauert 2 Trimester.
- Das Modul beginnt jedes Studienjahr jeweils im Wintertrimester.

Modul 1847 Biomedizinische Informationstechnik 2

zugeordnet zu: Wahlpflichtmodule Vertiefungsrichtung: Mechatronik

Studiengang:	Mathematical Engineering	Modultyp:	Wahlpflicht
Workload gesamt (h):	240 Stunden	ECTS-Punkte:	8
-> Präsenzzeit (h):	72 Stunden	TWS:	6 Stunden
-> Selbststudium (h):	168 Stunden		

Modulbestandteile	18461	Biosignal-Messtechnik (Praktikum (PF) - 2 TWS)
	18462	Biosignalverarbeitung (Vorlesung (WP) - 2 TWS)
	18463	Modellierung menschlichen Verhaltens in Informationssystemen (Vorlesung (WP) - 2 TWS)
	18464	Konzepte von Fahrerassistenzsystemen (Vorlesung (WP) - 2 TWS)

Modulverantwortlicher Priv.-Doz. Dr.-Ing. Gerhard Staude

Inhalt

Die Module Biomedizinische Informationstechnik 1 bis 3 erlauben einen Blick über den eigenen Gartenzaun hinaus und zeigen Möglichkeiten auf, das in den Grundlagenmodulen erworbene Ingenieurs-Know-How in den Bereichen Medizin, Life-Sciences und Mensch-Maschine-Interaktion einzusetzen. Das studentenzentrierte aktive Erleben der vermittelten Inhalte steht dabei im Mittelpunkt.

In den zugehörigen Lehrveranstaltungen werden wesentliche Problemfelder der Biomedizinischen Informationstechnik mit Fokus auf die zuverlässige Registrierung, Verarbeitung und Interpretation biomedizinischer Signale besprochen und anhand von Beispielen aus der Praxis illustriert. Zentrales Element ist die Lehrveranstaltung Biosignal-Messtechnik, die wahlweise durch eine (Biomedizinische Informationstechnik 1, 5 ECTS), zwei (Biomedizinische Informationstechnik 2, 8 ECTS) oder alle (Biomedizinische Informationstechnik 3, 11 ECTS) der drei zur Auswahl stehenden weiterführenden Lehrveranstaltungen

- Biosignalverarbeitung
- Modellierung menschlichen Verhaltens in Informationssystemen
- Konzepte von Fahrerassistenzsystemen

weiter vertieft wird. Das Modul Biomedizinische Informationstechnik 2 umfasst die Lehrveranstaltung Biosignal-Messtechnik sowie zwei der drei weiterführenden Veranstaltungen.

Die Inhalte der Lehrveranstaltungen im Einzelnen:

a) Lehrveranstaltung Biosignal-Messtechnik (PD Dr. Staude)

In verschiedenen Lehreinheiten wird die Erfassung und Verarbeitung biologischer Signale unter Verwendung des Biopac-Student-Lab (www.biopac.com), der PhysioNet-Datenbank und MATLAB demonstriert. Teams von jeweils drei Studenten führen Messungen sowie Auswertungen selbständig durch und erarbeiten so die einzelnen Lek-

tionen in weitgehend freier Zeiteinteilung. In gemeinsamen Seminarveranstaltungen werden charakteristische Eigenschaften biologischer Signale erörtert und Techniken zur zuverlässigen Signalregistrierung erarbeitet. Schwerpunkte der Lehrveranstaltung sind:

- Überblick und Definition biomedizinischer Signale
- Anwendungsbeispiele aus Medizin, Biowissenschaften und Ambient-Assisted Living
- Physiologische Grundlagen biologischer Signalquellen
- Sensortechnik und Signalregistrierung
- Sicherheitstechnische Aspekte

b) Lehrveranstaltung Biosignalverarbeitung (PD Dr. Staude)

In der Lehrveranstaltung werden Aspekte der optimalen Signalaufbereitung und Digitalisierung erörtert und ausgewählte Methoden der Biosignalverarbeitung vorgestellt, die die Studierenden dann in einer MATLAB-Umgebung implementieren und auf ihre gemessenen Signale anwenden. Schwerpunkte der Lehrveranstaltung sind:

- Grundlagen der digitalen Signaldarstellung im Zeit- und Spektralbereich
- Signalaufbereitung und -vorverarbeitung
- Lineare und Nichtlineare Methoden zur Signalanalyse und Merkmalsextraktion
- Überwachungs- und Algorithmen
- Mustererkennung und Diagnoseunterstützung
- Kontextadaptive Strategien
- Expertensysteme und Künstliche Intelligenz

c) Lehrveranstaltung Modellierung menschlichen Verhaltens in Informationssystemen (Dr.-Ing. Michael Dambier)

Die Lehrveranstaltung befasst sich mit Konzepten der menschlichen Informationsverarbeitung und der menschlichen Physiologie und deren Abbildung in Informationssystemen. Ausgehend von Beispielen der Fahrermodellierung und der Modellierung menschlichen Verhaltens in Sicherheitssystemen werden grundlegende Modellierungsprinzipien und -vorgehensweisen erläutert. Die informationstechnischen Verfahren werden in den Beispieldomänen um menschliche Verhaltensaspekte erweitert. Schwerpunkte der Vorlesung sind:

- Grundlagen der Modellierung
- „Funktionsweise“ des Menschen
- Sensortechnologie
- Modellierung des Menschen als Regelement
- Modellierung von menschlichem Verhalten in Sicherheitssystemen

d) Lehrveranstaltung Konzepte von Fahrerassistenzsystemen (Dr. rer. nat. Dietrich Manstetten)

Die Lehrveranstaltung konzentriert sich auf den Kontext der Rolle des Menschen in der Fahrzeugführung und die zur Unterstützung dieser Aufgabe entwickelten technischen Systeme. Aktuelle Fahrerassistenzsysteme (Elektronisches Stabilitäts Programm ESP, Adaptive Cruise Control ACC, Notbremssysteme, Spurhalteunterstützung, Nachsichtsysteme) werden aus Unfallforschung und Verkehrstheorie mo-

tiviert und im Detail erläutert. Die Implikationen für die sich ändernde Rolle des Fahrers werden dargestellt und anhand von informationstechnischen Technologien der Mensch-Maschine-Schnittstelle bzw. der Fahrerzustandserkennung konkretisiert. Schwerpunkthemen der Vorlesung sind:

- Aufgaben der Fahrzeugführung
- Beispiele für Fahrerassistenzsysteme
- Unfallforschung und Verkehrstheorie
- Umfelderkennung und Sensortechnologie
- Gestaltung der Mensch-Maschine Schnittstelle
- Ermittlung des Fahrerzustandes
- Modellierung des Fahrerverhaltens
- Systemtest mit Fahrsimulatoren und auf Teststrecken
- Der Weg zum Autonomen Fahren

Qualifikationsziele

Die Studierenden sollen im Rahmen des Moduls Biomedizinische Informationstechnik 2 folgende Kernkompetenzen erwerben:

- Grundlegendes methodisches Wissen zur zuverlässigen Registrierung und sicheren Verarbeitung biologischer Signale
- Kenntnis wesentlicher Eigenschaften, Besonderheiten und Anwendungsaspekte ausgewählter Biosignale wie EKG, EEG, EMG
- Fähigkeit zur interdisziplinären Umsetzung von Ingenieurwissen in den Bereichen Medizin, Biowissenschaften und Mensch-Maschine-Interaktion
- Sicherheit im selbständigen Erarbeiten von Problemlösungen im Team

Voraussetzungen

- Bereitschaft zur eigenmotivierten aktiven Mitarbeit in kleinen Teams
- Wegen der studentenzentrierten Ausrichtung muss die Teilnehmerzahl für diese Veranstaltung auf 21 beschränkt werden.

Verwendbarkeit

- Wahlpflichtmodul für alle Vertiefungsrichtungen der Studiengänge Elektrotechnik und Informationstechnik (M. Sc.) und Mathematical Engineering (M. Sc.) sowie Informatik (M. Sc.) mit Anwendungsfach Elektrotechnik
- Vorbereitung von Masterarbeiten auf dem Gebiet der Biomedizinischen Informationstechnik

Hinweis: Das Modul ist nur dann verwendbar, wenn keine der zugehörigen Lehrveranstaltungen im Rahmen eines anderen Moduls eingebracht wird!

Leistungsnachweis

- Jährlich werden zwei Termine angeboten, an denen alle Teilveranstaltungen des Moduls gemeinsam geprüft werden. Voraussetzung für die Zulassung zur Prüfung ist die regelmäßige Bearbeitung der Biosignal-Messtechnik Lehreinheiten im Labor mit Abgabe der Messprotokolle sowie, bei Belegung der Lehrveranstaltung Modellierung menschlichen Verhaltens in Informationssystemen, die Bearbeitung einer Hausaufgabe mit abschließender Ergebnispräsentation.
- Für das Modul Biomedizinische Informationstechnik 2 ist eine schriftliche Prüfung von 60 Minuten Dauer (sP-60) vorgesehen. Die Prüfungsergebnisse zur Lehrveranstaltung Biosignal-Messtechnik und der gewählten beiden weiterführenden Lehrveranstaltungen gehen zu gleichen Teilen in die Modulnote ein. Die Modulprüfung ist bestanden, wenn jede der in die Modulnote eingehenden Lehrveranstaltungen mindestens mit „ausreichend“ (4.0) bewertet wurde.

Sonstige Bemerkungen

- Die Lehreinheiten des Praktikums Biosignal-Messtechnik werden von den Studierenden in weitgehend freier Zeiteinteilung aktiv im Versuchslabor erarbeitet.
- Die Lehrveranstaltungen Modellierung menschlichen Verhaltens in Informationssystemen und Konzepte von Fahrerassistenzsystemen werden in Absprache jeweils zu Blöcken zusammengefasst.

Literatur

Biosignalverarbeitung:

Rangaraj M. Rangayyan: Biomedical Signal Analysis: A Case-Study Approach, Wiley-IEEE Press, 2002

Moody GB, Mark RG, Goldberger AL: PhysioNet: A Web-Based Resource for the Study of Physiologic Signals, Engineering in Medicine and Biology Magazine, Vol 20/3, pp. 70-75, 2001

Wolfgang Schweizer: MATLAB kompakt. 3. Auflage. München, Oldenbourg Verlag, 2008

Modellierung menschlichen Verhaltens in Informationssystemen:

H. J. Bungartz, S. Zimmer, M. Buchholz, D. Pflüger, „Modellbildung und Simulation - Eine anwendungsorientierte Einführung“. Verlag Springer, 2009.

B. Schneider, „Die Simulation menschlichen Panikverhaltens - Ein Agenten-basierter Ansatz“. Verlag Vieweg&Teubner, Wiesbaden, 2011.

Konzepte von Fahrerassistenzsystemen:

H. Winner, S. Hakuli, G. Wolf, „Handbuch Fahrerassistenzsysteme: Grundlagen, Komponenten und Systeme für aktive Sicherheit und Komfort“. Verlag Vieweg&Teubner, 2009

Dauer und Häufigkeit

- Das Modul dauert 2 Trimester.
- Das Modul beginnt jedes Studienjahr jeweils im Wintertrimester

Modul 1848 Biomedizinische Informationstechnik 3

zugeordnet zu: Wahlpflichtmodule Vertiefungsrichtung: Mechatronik

Studiengang:	Mathematical Engineering	Modultyp:	Wahlpflicht
Workload gesamt (h):	330 Stunden	ECTS-Punkte:	11
-> Präsenzzeit (h):	96 Stunden	TWS:	8 Stunden
-> Selbststudium (h):	234 Stunden		

Modulbestandteile	18461	Biosignal-Messtechnik (Praktikum (PF) - 2 TWS)
	18462	Biosignalverarbeitung (Vorlesung (WP) - 2 TWS)
	18463	Modellierung menschlichen Verhaltens in Informationssystemen (Vorlesung (WP) - 2 TWS)
	18464	Konzepte von Fahrerassistenzsystemen (Vorlesung (WP) - 2 TWS)

Modulverantwortlicher Priv.-Doz. Dr.-Ing. Gerhard Staude

Inhalt

Die Module Biomedizinische Informationstechnik 1 bis 3 erlauben einen Blick über den eigenen Gartenzaun hinaus und zeigen Möglichkeiten auf, das in den Grundlagenmodulen erworbene Ingenieurs-Know-How in den Bereichen Medizin, Life-Sciences und Mensch-Maschine-Interaktion einzusetzen. Das studentenzentrierte aktive Erleben der vermittelten Inhalte steht dabei im Mittelpunkt.

In den zugehörigen Lehrveranstaltungen werden wesentliche Problemfelder der Biomedizinischen Informationstechnik mit Fokus auf die zuverlässige Registrierung, Verarbeitung und Interpretation biomedizinischer Signale besprochen und anhand von Beispielen aus der Praxis illustriert. Zentrales Element ist die Lehrveranstaltung Biosignal-Messtechnik, die wahlweise durch eine (Biomedizinische Informationstechnik 1, 5 ECTS), zwei (Biomedizinische Informationstechnik 2, 8 ECTS) oder alle (Biomedizinische Informationstechnik 3, 11 ECTS) der drei zur Auswahl stehenden weiterführenden Lehrveranstaltungen

- Biosignalverarbeitung
- Modellierung menschlichen Verhaltens in Informationssystemen
- Konzepte von Fahrerassistenzsystemen

weiter vertieft wird. Das Modul Biomedizinische Informationstechnik 3 umfasst die Lehrveranstaltung Biosignal-Messtechnik sowie alle drei weiterführenden Veranstaltungen.

Die Inhalte der Lehrveranstaltungen im Einzelnen:

a) Lehrveranstaltung Biosignal-Messtechnik (PD Dr. Staude)

In verschiedenen Lehreinheiten wird die Erfassung und Verarbeitung biologischer Signale unter Verwendung des Biopac-Student-Lab (www.biopac.com), der PhysioNet-Datenbank und MATLAB demonstriert. Teams von jeweils drei Studenten führen Messungen sowie Auswertungen selbständig durch und erarbeiten so die einzelnen Lek-

tionen in weitgehend freier Zeiteinteilung. In gemeinsamen Seminarveranstaltungen werden charakteristische Eigenschaften biologischer Signale erörtert und Techniken zur zuverlässigen Signalregistrierung erarbeitet. Schwerpunkte der Lehrveranstaltung sind:

- Überblick und Definition biomedizinischer Signale
- Anwendungsbeispiele aus Medizin, Biowissenschaften und Ambient-Assisted Living
- Physiologische Grundlagen biologischer Signalquellen
- Sensortechnik und Signalregistrierung
- Sicherheitstechnische Aspekte

b) Lehrveranstaltung Biosignalverarbeitung (PD Dr. Staude)

In der Lehrveranstaltung werden Aspekte der optimalen Signalaufbereitung und Digitalisierung erörtert und ausgewählte Methoden der Biosignalverarbeitung vorgestellt, die die Studierenden dann in einer MATLAB-Umgebung implementieren und auf ihre gemessenen Signale anwenden. Schwerpunkte der Lehrveranstaltung sind:

- Grundlagen der digitalen Signaldarstellung im Zeit- und Spektralbereich
- Signalaufbereitung und -vorverarbeitung
- Lineare und Nichtlineare Methoden zur Signalanalyse und Merkmalsextraktion
- Überwachungs- und Algorithmen
- Mustererkennung und Diagnoseunterstützung
- Kontextadaptive Strategien
- Expertensysteme und Künstliche Intelligenz

c) Lehrveranstaltung Modellierung menschlichen Verhaltens in Informationssystemen (Dr.-Ing. Michael Dambier)

Die Lehrveranstaltung befasst sich mit Konzepten der menschlichen Informationsverarbeitung und der menschlichen Physiologie und deren Abbildung in Informationssystemen. Ausgehend von Beispielen der Fahrermodellierung und der Modellierung menschlichen Verhaltens in Sicherheitssystemen werden grundlegende Modellierungsprinzipien und -vorgehensweisen erläutert. Die informationstechnischen Verfahren werden in den Beispieldomänen um menschliche Verhaltensaspekte erweitert. Schwerpunkte der Vorlesung sind:

- Grundlagen der Modellierung
- „Funktionsweise“ des Menschen
- Sensortechnologie
- Modellierung des Menschen als Regelement
- Modellierung von menschlichem Verhalten in Sicherheitssystemen

d) Lehrveranstaltung Konzepte von Fahrerassistenzsystemen (Dr. rer. nat. Dietrich Manstetten)

Die Lehrveranstaltung konzentriert sich auf den Kontext der Rolle des Menschen in der Fahrzeugführung und die zur Unterstützung dieser Aufgabe entwickelten technischen Systeme. Aktuelle Fahrerassistenzsysteme (Elektronisches Stabilitäts Programm ESP, Adaptive Cruise Control ACC, Notbremssysteme, Spurhalteunterstützung, Nachsichtsysteme) werden aus Unfallforschung und Verkehrstheorie mo-

tiviert und im Detail erläutert. Die Implikationen für die sich ändernde Rolle des Fahrers werden dargestellt und anhand von informationstechnischen Technologien der Mensch-Maschine-Schnittstelle bzw. der Fahrerzustandserkennung konkretisiert. Schwerpunkthemen der Vorlesung sind:

- Aufgaben der Fahrzeugführung
- Beispiele für Fahrerassistenzsysteme
- Unfallforschung und Verkehrstheorie
- Umfelderkennung und Sensortechnologie
- Gestaltung der Mensch-Maschine Schnittstelle
- Ermittlung des Fahrerzustandes
- Modellierung des Fahrerverhaltens
- Systemtest mit Fahrsimulatoren und auf Teststrecken
- Der Weg zum Autonomen Fahren

Qualifikationsziele

Die Studierenden sollen im Rahmen des Moduls Biomedizinische Informationstechnik 3 folgende Kernkompetenzen erwerben:

- Grundlegendes methodisches Wissen zur zuverlässigen Registrierung und sicheren Verarbeitung biologischer Signale
- Kenntnis wesentlicher Eigenschaften, Besonderheiten und Anwendungsaspekte ausgewählter Biosignale wie EKG, EEG, EMG
- Fähigkeit zur interdisziplinären Umsetzung von Ingenieurwissen in den Bereichen Medizin, Biowissenschaften und Mensch-Maschine-Interaktion
- Sicherheit im selbständigen Erarbeiten von Problemlösungen im Team

Voraussetzungen

- Bereitschaft zur eigenmotivierten aktiven Mitarbeit in kleinen Teams
- Wegen der studentenzentrierten Ausrichtung muss die Teilnehmerzahl für diese Veranstaltung auf 21 beschränkt werden.

Verwendbarkeit

- Wahlpflichtmodul für alle Vertiefungsrichtungen der Studiengänge Elektrotechnik und Informationstechnik (M. Sc.) und Mathematical Engineering (M. Sc.) sowie Informatik (M. Sc.) mit Anwendungsfach Elektrotechnik
- Vorbereitung von Masterarbeiten auf dem Gebiet der Biomedizinischen Informationstechnik

Hinweis: Das Modul ist nur dann verwendbar, wenn keine der zugehörigen Lehrveranstaltungen im Rahmen eines anderen Moduls eingebracht wird!

Leistungsnachweis

- Jährlich werden zwei Termine angeboten, an denen alle Teilveranstaltungen des Moduls gemeinsam geprüft werden. Voraussetzung für die Zulassung zur Prüfung ist die regelmäßige Bearbeitung der

Biosignal-Messtechnik Lehreinheiten im Labor mit Abgabe der Messprotokolle sowie, bei Belegung der Lehrveranstaltung Modellierung menschlichen Verhaltens in Informationssystemen, die Bearbeitung einer Hausaufgabe mit abschließender Ergebnispräsentation.

- Für das Modul Biomedizinische Informationstechnik 3 ist eine schriftliche Prüfung von 80 Minuten Dauer (sP-80) vorgesehen. Die Prüfungsergebnisse aller vier Lehrveranstaltungen gehen zu gleichen Teilen in die Modulnote ein. Die Modulprüfung ist bestanden, wenn jeder der in die Modulnote eingehenden Lehrveranstaltungen mindestens mit „ausreichend“ (4.0) bewertet wurde.

Sonstige Bemerkungen

- Die Lehreinheiten des Praktikums Biosignal-Messtechnik werden von den Studierenden in weitgehend freier Zeiteinteilung aktiv im Versuchslabor erarbeitet.
- Die Lehrveranstaltungen Modellierung menschlichen Verhaltens in Informationssystemen und Konzepte von Fahrerassistenzsystemen werden in Absprache jeweils zu Blöcken zusammengefasst.

Literatur

Biosignalverarbeitung:

Rangaraj M. Rangayyan: Biomedical Signal Analysis: A Case-Study Approach, Wiley-IEEE Press, 2002

Moody GB, Mark RG, Goldberger AL: PhysioNet: A Web-Based Resource for the Study of Physiologic Signals, Engineering in Medicine and Biology Magazine, Vol 20/3, pp. 70-75, 2001

Wolfgang Schweizer: MATLAB kompakt. 3. Auflage. München, Oldenbourg Verlag, 2008

Modellierung menschlichen Verhaltens in Informationssystemen:

H. J. Bungartz, S. Zimmer, M. Buchholz, D. Pflüger, „Modellbildung und Simulation - Eine anwendungsorientierte Einführung“. Verlag Springer, 2009.

B. Schneider, „Die Simulation menschlichen Panikverhaltens - Ein Agenten-basierter Ansatz“. Verlag Vieweg&Teubner, Wiesbaden, 2011.

Konzepte von Fahrerassistenzsystemen:

H. Winner, S. Hakuli, G. Wolf, „Handbuch Fahrerassistenzsysteme: Grundlagen, Komponenten und Systeme für aktive Sicherheit und Komfort“. Verlag Vieweg&Teubner, 2009

Dauer und Häufigkeit

- Das Modul dauert 2 Trimester.
- Das Modul beginnt jedes Studienjahr jeweils im Wintertrimester.

Modul 1310 Brücken- und Ingenieurbau

zugeordnet zu: Wahlpflichtmodule Vertiefungsrichtung: Mechatronik

Studiengang:	Mathematical Engineering	Modultyp:	Pflicht
Workload gesamt (h):	150 Stunden	ECTS-Punkte:	5
-> Präsenzzeit (h):	72 Stunden	TWS:	5 Stunden
-> Selbststudium (h):	78 Stunden		

Modulbestandteile	13101	Betonbrücken (Vorlesung (PF) - 1 TWS)
	13102	Betonbrücken (Übung (PF) - 1 TWS)
	13103	Grundlagen des Brückenbaus (Vorlesung (PF) - 1 TWS)
	13104	Stahl- und Verbundbrücken (Vorlesung (PF) - 1 TWS)
	13105	Stahl- und Verbundbrücken (Übung (PF) - 1 TWS)

Modulverantwortlicher Prof. Dr.-Ing. Manfred Keuser

Inhalt

Im Modul Brücken- und Ingenieurbau werden zunächst in der Vorlesung Grundlagen des Brückenbaus (Prof. Mangerig/Prof. Keuser) die unabhängig vom Werkstoff geltenden Grundlagen für die Planung und die Berechnung von Brücken gelegt. Themenschwerpunkte bilden dabei die Einwirkungen aus Straßen-, Eisenbahn- und Fußgängerverkehr, aus Zwang (Temperatur, Setzungen etc.) und die außergewöhnlichen Einwirkungen (Anprall, Erdbeben), der Entwurf und die Berechnung von Brücken, die Brückenausrüstung (Lager, Fahrbahnübergänge) und die Gestaltung von Brücken.

In weiterführenden Lehrveranstaltungen werden dann die besonderen Gegebenheiten bei Stahl- und Stahlverbundbrücken (Prof. Mangerig) sowie Betonbrücken (Prof. Keuser) vorgestellt und in Übungen vertieft. Dies betrifft sowohl die Berechnung der Brückentragwerke als auch die aus unterschiedlichen Bauverfahren (Takttschieben, Freivorbau, Lehrgerüst, Montage mit Kran und/oder mit Hilfsstützen) resultierenden statisch-konstruktiven Aspekte.

Qualifikationsziele

Im Modul Brücken- und Ingenieurbau erwerben die Studierenden die Grundkenntnisse in der Objekt- und Tragwerksplanung von Straßen-, Eisenbahn- und Geh- und Radwegbrücken. So sind sie in der Lage, aufbauend auf ihrem Grundlagenwissen einfache Brücken in Stahl-, Stahlverbund-, Stahlbeton- und Stahlbauweise planerisch und statisch-konstruktiv zu bearbeiten.

Voraussetzungen

Fundierte Grundkenntnisse in den Bereichen Statik, Werkstoffe und Bauchemie und konstruktiver Ingenieurbau (Stahlbau/Massivbau) sind Voraussetzung für eine erfolgreiche Teilnahme.

Verwendbarkeit

Das Modul ist Voraussetzung für das Modul Projekt Konstruktiver Ingenieurbau. Es bildet die Grundlage für eine Masterarbeit im Konstruktiven Ingenieurbau.

Leistungsnachweis

Schriftliche Prüfung 120 Minuten oder mündliche Prüfung 30 Minuten.

Dauer und Häufigkeit

Das Modul dauert 1 Trimester.
Das Modul beginnt jedes Studienjahr jeweils im Frühjahrstrimester.

Modul 1052 Chemische Thermodynamik

zugeordnet zu: Wahlpflichtmodule Vertiefungsrichtung: Mechatronik

Studiengang:	Mathematical Engineering	Modultyp:	Pflicht
Workload gesamt (h):	150 Stunden	ECTS-Punkte:	5
-> Präsenzzeit (h):	48 Stunden	TWS:	4 Stunden
-> Selbststudium (h):	102 Stunden		

Modulbestandteile	10521	Chemische Thermodynamik (Vorlesung, Übung (PF) - 4 TWS)
-------------------	-------	--

Modulverantwortlicher	Prof. Dr.-Ing. Christian Mundt
-----------------------	--------------------------------

Inhalt	<p>Die Studierenden erwerben im Modul Chemische Thermodynamik das Wissen zur Thermodynamik chemischer Reaktionen in unterschiedlicher Zusammensetzung im Wesentlichen bezogen auf Gleichgewichtszustände.</p> <p>1. Die Studierenden erwerben Wissen über die Behandlung chemischer Umsetzungen sowohl in der Gasphase (homogen) als auch in mehrphasigen Gemischen (heterogen).</p> <p>2. Ausgehend von einigen Grundlagenbetrachtungen (-> B.Sc. Vorlesung) werden beispielsweise folgende Gebiete behandelt:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Affinität, • Unterscheidung realer und idealer Systeme, • Exergie und • Mehrphasengleichgewichte. <p>3. Das erworbene Wissen wird durch die Anwendungen wie Verbrennungsvorgänge vertieft und durch kurze Betrachtungen zur Kinetik erweitert.</p>
--------	--

Qualifikationsziele	<p>1)Die Studierenden können die Bedeutung der Chemischen Thermodynamik bei technischen Prozessen mit chemischen Umsetzungen hinsichtlich Machbarkeit, effizienter Prozessführung und Ökologie/Ökonomie erkennen.</p> <p>2)Die Studierenden können für einfache Fälle quantitative Aussagen machen und komplexere abschätzen.</p> <p>3)Die Studierenden erkennen die Bedeutung realer und idealer Betrachtungsweisen.</p>
---------------------	---

Voraussetzungen	Der Besuch der Vorlesung „Grundlagen der chem. Thermodynamik“ (B.Sc.) wird empfohlen.
-----------------	---

Verwendbarkeit	Voraussetzung für wissenschaftliche Grundlagenuntersuchungen und angewandte Forschung und Entwicklung auf dem Gebiet.
----------------	---

Leistungsnachweis

Schriftliche Prüfung 75 Minuten oder Mündliche Prüfung 30 Minuten

Sonstige Bemerkungen

Dieses Modul kann auch als Munich-Aerospace-Partnermodul belegt werden.

Zuordnung zu den Studienschwerpunkten siehe Tabelle am Anfang des Dokumentes.

Dauer und Häufigkeit

Das Modul dauert ein Trimester, es findet im Herbsttrimester des 1. Master-Studienjahres statt.

Modul 1053 Computational Fluid Dynamics

zugeordnet zu: Wahlpflichtmodule Vertiefungsrichtung: Mechatronik

Studiengang:	Mathematical Engineering	Modultyp:	Pflicht
Workload gesamt (h):	150 Stunden	ECTS-Punkte:	5
-> Präsenzzeit (h):	48 Stunden	TWS:	4 Stunden
-> Selbststudium (h):	102 Stunden		

Modulbestandteile	10531	Computational Fluid Dynamics (CFD) (Vorlesung (PF) - 2 TWS)
	10532	Computational Fluid Dynamics (CFD) (Übung (PF) - 2 TWS)

Modulverantwortlicher Prof. Dr.-Ing. habil. Markus Klein

Inhalt	<ul style="list-style-type: none"> • Beispiele von CFD Simulationen • Gittergenerierung, Gitter und ihre Eigenschaften • Behandlung inkompressibler Strömungen • Behandlung kompressibler Strömungen • Behandlung von turbulenten Strömungen (DNS, LES, DES, UR-ANS, Turbulenzmodelle) • Grundgleichungen der Fluidodynamik, Näherungen und mathematischer Charakter • Finite Differenzen Methode • Finite Volumen Methode • Zeitintegrationsverfahren für instationäre Strömungen • Eigenschaften finiter Approximationen • Lösungsverfahren für lineare Gleichungssysteme • Lösungsverfahren für die Navier-Stokes-Gleichungen inkompressibler Strömungen • Randbedingungen
--------	--

Qualifikationsziele	Die numerische Behandlung von strömungsmechanischen Problemstellungen ist für viele Bereiche der Luft- und Raumfahrt zu einem unentbehrlichen Standard-Werkzeug geworden. Die Vorlesung "Computational Fluid Dynamics (CFD)" macht die Studenten mit den Verfahren vertraut, mit denen sich der praktisch arbeitende Ingenieur konfrontiert sieht. Dazu gehören die eigentliche Berechnung inkompressibler und kompressibler Strömungen, sowie eine Einführung in die Theorie der Turbulenzmodellierung.
---------------------	--

Voraussetzungen	Kenntnisse in numerischer Mathematik (entsprechend den Inhalten des Bachelor- und Master-Moduls "Numerische Mathematik"). Vorlesung Strömungsmechanik.
-----------------	---

Verwendbarkeit	Das Modul kann in allen technisch orientierten Bereichen des LRT-Studiums verwendet werden.
Leistungsnachweis	Schriftliche Prüfung 75 Minuten (Hilfsmittel: selbst angefertigte Mitschrift aus der Vorlesung (1xDINA4 beidseitig beschrieben), kein Taschenrechner) oder mündliche Prüfung 30 Minuten (ohne Hilfsmittel)
Sonstige Bemerkungen	Zuordnung zu den Studienschwerpunkten siehe Tabelle am Anfang des Dokumentes.
Literatur	<ul style="list-style-type: none">• Blazek J.: Computational Fluid Dynamics: Principles and Applications. Elsevier, Amsterdam, 2001.• Ferziger J.H., Peric M.: Numerische Strömungsmechanik. Springer-Verlag, Berlin Heidelberg, 2007.• Hirsch Charles: Numerical Computation of Internal and External Flows. Vol. I&II. Butterworth Heinemann, 2007.• LeVeque Randall J.: Finite Volume Methods for Hyperbolic Problems. Cambridge Texts in Applied Mathematics. Cambridge University Press, 2002.
Dauer und Häufigkeit	Das Modul dauert ein Trimester, es findet im Herbsttrimester des 1. Master-Studienjahres statt.

Modul 1252 Digitale Bildverarbeitung

zugeordnet zu: Wahlpflichtmodule Vertiefungsrichtung: Mechatronik

Studiengang:	Mathematical Engineering	Modultyp:	Pflicht
Workload gesamt (h):	150 Stunden	ECTS-Punkte:	5
-> Präsenzzeit (h):	60 Stunden	TWS:	5 Stunden
-> Selbststudium (h):	90 Stunden		

Modulbestandteile	12521	Digitale Bildverarbeitung (Vorlesung (PF) - 3 TWS)
	12522	Digitale Bildverarbeitung (Praktikum (PF) - 2 TWS)

Modulverantwortlicher Prof. Dr. techn. Christian Kargel

Inhalt

a.) Vorlesung „Digitale Bildverarbeitung“:

Bildgebende Mess-, Prüf- und Diagnoseverfahren sind heute bei einer Vielzahl von wissenschaftlichen und industriellen Applikationen unverzichtbar. Die Entwicklung, Implementierung und der praktische Einsatz sind ohne computergestützte (digitale) Verarbeitung undenkbar. Auch aus Kostengründen ist es notwendig, die bildgebenden Verfahren zunehmend rechnergestützt zu implementieren. Somit basieren die Visualisierung, Be- und Verarbeitung, Archivierung, Kompression und (Fern-)Übertragung von Bilddaten fast ausschließlich auf digitalen Verfahren. Hier werden in Erweiterung der herkömmlichen eindimensionalen (1D) Signalverarbeitung von zeitabhängigen Messsignalen, in erster Linie zweidimensionale (2D) Sensor- und Mess-Signale (=Bilder) betrachtet. Die Vorlesung „Digitale Bildverarbeitung“ behandelt genau diese Themengebiete und führt in herkömmliche Methoden der digitalen Bildverarbeitung ein. Querverweise zwischen unterschiedlichen Anwendungsgebieten zeigen Unterschiede und Gemeinsamkeiten auf (z.B. industrielle Bildverarbeitung versus medizinische Bildverarbeitung).

Diese Lehrveranstaltung bereitet in idealer Weise auf das Pflichtpraktikum „Digitale Bildverarbeitung“ vor.

b.) Praktikum „Digitale Bildverarbeitung“:

Die digitale Verarbeitung von Bildern gewinnt durch die rasant zunehmende Leistungsfähigkeit von digitalen Rechnern - insbesondere Mikroprozessoren und Signalprozessoren - und den technologischen Fortschritt bei der Entwicklung empfindlicher und hochauflösender Bildsensoren in vielen Anwendungsgebieten zunehmend an Bedeutung. Bildgebende Mess-, Prüf- und Diagnoseverfahren werden auf vielen Anwendungsgebieten eingesetzt (von der industriellen Applikation bis hin zur Medizin). Im eng mit der gleichnamigen Vorlesung verzahnten Praktikum „Digitale Bildverarbeitung“ wird die konkrete Anwendung von Methoden der digitalen Verarbeitung von zweidimensionalen Sensor- und Mess-Signalen (=Bildern) durchgeführt. Die in der Vorlesung „Digitale Bildverarbeitung“ behandelten Themen werden

anhand von ausgewählten Praktikumsübungen und Kleinprojekten mit MATLAB und/oder LabVIEW in die Tat umgesetzt. Zu den praktischen Übungen zählen beispielsweise:

- Bilddatenerfassung
- Bestimmung der Übertragungseigenschaften eines bildgebenden Systems (Impulsantwort und Modulationsübertragungsfunktion)
- Anwendung von Punktoperationen, lokalen und globalen Operationen
- Messtechnische Ermittlung des Signal-Rausch-Abstandes
- Lineare und nicht-lineare Filterung im Orts- und Ortsfrequenzbereich
- Bildsegmentierung
- Morphologische Operationen
- Geometrische Transformationen
- Extraktion von Kanten, Konturen und Eckpunkten sowie Bildausrichtung
- Objekterkennung und Merkmalsextraktion
- Bildrekonstruktion

Qualifikationsziele

a.) Vorlesung „Digitale Bildverarbeitung“:

- Die Studierenden sind in der Lage, das Gebiet der „digitalen Bildverarbeitung“ von anderen Gebieten mit Bezug zu Bilddaten (wie etwa der Computergraphik, Computeranimation, Informationsvisualisierung, etc.) abzugrenzen.
- Die Studierenden haben einen Überblick über wichtige bildgebende Systeme aus unterschiedlichen Anwendungsbereichen (Industrie, Medizin, etc.).
- Die Studierenden haben Detailkenntnisse über Methoden der digitalen Bildbe- und verarbeitung und besitzen die erforderlichen mathematischen Grundlagen.
- Die Studierenden kennen unterschiedliche Anwendungsgebiete der digitalen Bildverarbeitung und können die physikalischen sowie technischen Möglichkeiten und Limitierungen einschätzen.
- Die Studierenden sind in der Lage, einzelne Bildverarbeitungsmethoden sowie die Kombination aus mehreren Methoden zur Lösung bestimmter Aufgabenstellungen eigenständig zu entwerfen und zielgerichtet anzuwenden.

b.) Praktikum „Digitale Bildverarbeitung“:

- Die Studierenden besitzen vertiefte Kenntnisse und Fertigkeiten im praktischen Umgang mit kamera-basierten Bilderfassungssystemen und -komponenten, können diese anhand messtechnisch ermittelter Übertragungseigenschaften beschreiben und Aussagen über die Bildqualität treffen.

- Die Studierenden können mit Hilfe von Standard-Softwareprogrammen wie MATLAB und LabVIEW digitale, zweidimensionale Sensor- und Mess-Signalen aufnehmen.
- Die Studierenden können ihre theoretischen Kenntnisse über Methoden der digitalen Bildverarbeitung mit den Möglichkeiten von Standard-Softwareprogrammen wie MATLAB und LabVIEW verknüpfen um diese zur aufgabenorientierten Verarbeitung, Auswertung und Darstellung von zweidimensionalen Sensor- und Mess-Signalen anwenden.
- Die Studierenden sind in der Lage, in unterschiedlichen Anwendungsbereichen (Industrie, Medizin, etc.) vorkommende, praktische Problemstellungen der Bildverarbeitung eigenständig zu analysieren und Lösungen mit Hilfe von standardmäßig verfügbaren oder eigenständig modifizierten Methoden mithilfe von MATLAB und/oder LabVIEW zu erarbeiten.

Voraussetzungen

- Kenntnisse der Elektrotechnik, Physik und Mathematik. Kenntnisse über Signale und Systeme sowie Grundkenntnisse der analogen und digitalen Signalverarbeitung.

Verwendbarkeit

- Pflichtmodul für die Vertiefungsrichtung „Sicherheitstechnik“ des Masterstudiengangs EIT
- Wahlpflichtmodul für alle anderen Studien- und Vertiefungsrichtungen, z.B. ME, INF, CAE
- Das Modul steht in thematischem Zusammenhang mit den Lehrveranstaltungen
 - o Ausgewählte Kapitel der Sensorik und Messtechnik, Oberseminar,
 - o Spezielle messtechnische Probleme, Oberseminar.
 - o Simulationswerkzeuge in der Sensorik und Messtechnik, Praktikum

Leistungsnachweis

Für Vorlesung und Praktikum „Digitale Bildverarbeitung“: schriftliche Prüfung von 90 min Dauer (sP-90) oder mündliche Prüfung von 30 min Dauer (mP-30) am Ende des Herbsttrimesters. Wiederholungsmöglichkeit am Ende des Wintertrimesters. Die genaue Art der Prüfung wird zu Beginn der Lehrveranstaltung bekannt gegeben.

Literatur

- R.C. Gonzalez, R.E. Woods: Digital Image Processing Using MATLAB®, 2nd ed, Gatesmark Publishing, 2009.
- W. Georgi und E. Metin: Einführung in LabVIEW; Carl Hanser, 2012)
- R.C. Gonzalez, R.E. Woods: Digital Image Processing, 3rd ed. Upper Saddle River, NJ: Pearson Prentice Hall, 2008.
- B. Jähne: Digitale Bildverarbeitung, 6th ed. Heidelberg, Springer-Verlag, 2005.
- A. Erhardt: Einführung in die Digitale Bildverarbeitung - Grundlagen, Systeme und Anwendungen, Wiesbaden, Vieweg + Teubner, 2008.

Dauer und Häufigkeit

Das Modul dauert zwei Trimester.
Das Modul wird im Herbsttrimester und Wintertrimester angeboten.
Als Startzeitpunkt ist das Herbsttrimester im 2. Studienjahr vorgesehen.

Modul 1054 Dynamik und Regelung von Satelliten

zugeordnet zu: Wahlpflichtmodule Vertiefungsrichtung: Mechatronik

Studiengang:	Mathematical Engineering	Modultyp:	Pflicht
Workload gesamt (h):	150 Stunden	ECTS-Punkte:	5
-> Präsenzzeit (h):	48 Stunden	TWS:	4 Stunden
-> Selbststudium (h):	102 Stunden		

Modulbestandteile	10541	Dynamik und Regelung von Satelliten (Vorlesung (PF) - 2 TWS)
	10542	Dynamik und Regelung von Satelliten (Übung (PF) - 2 TWS)

Modulverantwortlicher Prof. Dr.-Ing. Roger Förstner

Inhalt

In dieser Vorlesung wird das Gebiet der Dynamik und Regelung von Satelliten am Beispiel der gebräuchlichsten Methoden der Lageregelung (Spinstabilisierung, Gravitationsgradienten- und Dreiachsenstabilisierung) vertieft. Drehbewegungen und kinematische Zusammenhänge werden mit Hilfe von Richtungskosinusmatrix, Eulerwinkel-Drehmatrix und Quaternionen mathematisch dargestellt. Die Darstellung in verschiedenen gegeneinander bewegten Referenzsystemen wird abgehandelt, um die Ausrichtung von Satelliten in Umlaufbahnen beschreiben zu können. Mit Hilfe der Eulergleichung werden dann die dynamischen Gesetze von Drehbewegungen abgeleitet, Stabilitätsuntersuchungen werden durchgeführt und die Auswirkungen von Störmomenten, wie sie im erdnahen und geostationären Orbit wirken, werden analysiert. Die Funktionsweise von Aktuatoren wie Drallräder, Reaktionsräder, Elektromagneten und Kaltgassysteme in Regelkreisen werden behandelt.

Gliederung der Vorlesung:

- Einführung
- Lagekinematik
- Lagedynamik
- Kreiseldynamik
- Spin-Stabilisierung
- Gravitationsgradienten-Stabilisierung
- Dreiachsen-Stabilisierung
- Lagemanöver

Qualifikationsziele

Die Studierenden:

- können die Bedeutung der Dynamik und Lageregelung von Satelliten mit ihren Nutzungsmöglichkeiten zeitgemäß einordnen.
- haben ein Verständnis der Lagekinematik und -dynamik von Satelliten

- kennen die verschiedenen Lageregelungskonzepte für Satelliten sowie deren Besonderheiten und Einsatzbereiche.

Voraussetzungen

Vorausgesetzt werden Kenntnisse, wie sie in den Bachelor- und Master-Modulen der „Höheren Mathematik“, der „Technischen Mechanik“ sowie der „Werkstoffkunde“ vermittelt werden.

Verwendbarkeit

Voraussetzung für wissenschaftliche Grundlagenuntersuchungen, angewandte Forschung sowie Projektmanagement auf dem Gebiet der Raumfahrt.

Leistungsnachweis

Schriftliche Prüfung 90 Minuten

- 30 Minuten Frageteil: keine Hilfsmittel
- 60 Minuten Aufgabenteil: Skript, Formelsammlung, Taschenrechner

Sonstige Bemerkungen

Die Vorlesung findet in klassischer Form mittels Beamerpräsentation, mündlichem Vortrag und Tafelanschrieb statt. In den Übungen werden typische Aufgaben interaktiv mit den Studenten durchgearbeitet und gelöst.

Zuordnung zu den Studienschwerpunkten siehe Tabelle am Anfang des Dokumentes.

Literatur

- Steiner, Schagerl: Raumflugmechanik
- Hughes P.C.: Spacecraft Attitude and Dynamics

Dauer und Häufigkeit

Das Modul dauert ein Trimester, es findet im Wintertrimester des 2. Master-Studienjahres statt.

Modul 1298 Elektrische Antriebe für die Satellitentechnik

zugeordnet zu: Wahlpflichtmodule Vertiefungsrichtung: Mechatronik

Studiengang:	Mathematical Engineering	Modultyp:	Pflicht
Workload gesamt (h):	180 Stunden	ECTS-Punkte:	6
-> Präsenzzeit (h):	144 Stunden	TWS:	6 Stunden
-> Selbststudium (h):	36 Stunden		

Modulbestandteile	12981	Elektrische Antriebe für die Satellitentechnik (Vorlesung (WP) - 2 TWS)
	12982	Seminar elektrische Antriebe für die Satellitentechnik (Seminar (WP) - 2 TWS)
	12983	Projekt elektrische Antriebe für die Satellitentechnik (Projekt (WP) - 2 TWS)

Modulverantwortlicher Prof. Dr.-Ing. Jochen Schein

Inhalt	<ul style="list-style-type: none"> • Grundlegende Begriffe der Antriebstechnik: Geschichte der Antriebsentwicklung, Was ist Schub, Raketengleichung von Tsiolkowski, Definition spezifischer Impuls, deltaV. • Anwendungen der Grundlagen: Mehrstufige- Raketen, Orbitale und Flugbahnen. • Chemische Antriebstechnik: Funktionsprinzip, Unterscheidungen der Systeme. • Elektrische Antriebstechnik: Plasma - 4th state of Matter, Glimmentladung bis zur Bogenentladung, physikalische Prozesse in einem elektrodengebundenen Plasma, Begriff der Temperatur; Elektrophotische Antriebe (Resistojet und arcjet: Funktionsprinzip und Unterscheidungen der Systeme); Elektrostatische Antriebe (Ionenthruster, MPD und Hall: Funktionsprinzip und Unterscheidungen der Systeme); Miniaturisierung von Systemen, Anwendungen und Probleme. • Anwendung abhängig von Missionsparametern. • Lernziele sind: Plasmaphysikalisches Verständnis, verstehen und erlernen von Grundbegriffen der Antriebstechnik. selbstständige Berechnung und Dimensionierung einfacher elektrischer Antriebssysteme
--------	---

Qualifikationsziele	<p>Der/die Student,-in soll nach erfolgreichem Besuch dieses Kurses in der Lage sein, die Probleme der Antriebstechnik als Teil eines Gesamtsystems zu sehen und einzuordnen. Er soll mit Grundbegriffen der Satellitenantriebstechnik umgehen können und die Unterschiede verschiedener Systeme erkennen und bewerten. Der Satellitenantrieb als Beispiel für eine technologische Entwicklung, die durch bestimmte Randparameter, wie Gewicht, Lebensdauer, Energieverbrauch, Schubanforderungen, eingegrenzt wird, ist typisch für eine industrielle Entwicklung. Es sollen die Grundlagen dafür gelegt werden eine solche Aufgabe zu lösen, und das bestmögliche System für eine bestimmte Anwendung zu finden. Dieser Studiengang erweitert das physikalische Basiswissen der Studenten in den Bereich der Plasmaphysik, und er-</p>
---------------------	--

weitert den Horizont der EIT Studenten in Bezug auf die Transparenz der Ingenieurwissenschaften. Es wird gezeigt, wie sehr die Elektrotechnik auch z. B. Teil der Raumfahrttechnik ist.

Voraussetzungen

keine

Verwendbarkeit

Pflichtmodul für die Vertiefungsrichtung ME-EET sowie Wahlpflichtmodul für die Vertiefungsrichtungen ME-M, ME-PTM, ME-VSK des M.Sc.-Studiengangs ME. Wahlpflichtmodul für alle Vertiefungsrichtungen des M.Sc.-Studiengangs EIT.

Leistungsnachweis

Schriftliche Prüfung 90 Minuten (sP-90) oder mündliche Prüfung 30 Minuten (mP-30) sowie Notenschein (NS)

- Referat (Seminar),
- Übungsprojekt (Projekt),
- Take home exam (Vorlesung)

Literatur

- R. G. Jahn: "Physics of Electrical Propulsion", Dover Publications, 2006

Dauer und Häufigkeit

Das Modul dauert 2 Trimester.
Das Modul beginnt jedes Studienjahr jeweils im Herbsttrimester.
Als Startzeitpunkt ist das Herbsttrimester im 1. Studienjahr vorgesehen.

Modul 1303 Embedded Systems mit Studienprojekt Microcontroller

zugeordnet zu: Wahlpflichtmodule Vertiefungsrichtung: Mechatronik

Studiengang:	Mathematical Engineering	Modultyp:	Wahlpflicht
Workload gesamt (h):	180 Stunden	ECTS-Punkte:	6
-> Präsenzzeit (h):	60 Stunden	TWS:	5 Stunden
-> Selbststudium (h):	120 Stunden		

Modulbestandteile	13031	Embedded Systems (Vorlesung (WP) - 2 TWS)
	13032	Embedded Systems (Übung (WP) - 1 TWS)
	13033	Microcontroller-Anwendung in der Prozessdatenverarbeitung (Studienprojekt (WP) - 2 TWS)

Modulverantwortlicher Priv.-Doz. Dr.-Ing. Gerhard Staude

Inhalt

Embedded Systems sind meist microcontrollerbasierte Strukturen, die in Gegenstände unseres täglichen Lebens integriert sind und dort komplexe Steuerungs-, Regelungs- und Datenverarbeitungsaufgaben übernehmen. Sie treten in der Regel nicht als Computersysteme mit den klassischen Bedienschnittstellen in Erscheinung. Die daraus resultierenden Einschränkungen und Besonderheiten im Aufbau und der Programmierung dieser Systeme sind Gegenstand der Vorlesung "Embedded Systems". Im Rahmen des Studienprojekts "Microcontroller-Anwendung in der Prozessdatenverarbeitung" können die Studierenden dann nach einer kurzen theoretischen Einführung diese Lehrinhalte selbständig und in freier Zeiteinteilung in der praktischen Anwendung vertiefen.

a) Lehrveranstaltung **Embedded Systems** (PD Dr.-Ing. Staude):

In der Vorlesung "Embedded Systems" werden folgende Themen behandelt:

- Einsatzgebiete für eingebettete Systeme
- Merkmale von reaktiven Systemen
- Sensoren und Aktoren
- Architekturen ausgewählter Mikrocontroller und -prozessoren
- Vertiefung spezieller Hardwarekomponenten (Speicher, Timer, Watchdog, UART, ...)
- Entwicklungstools und Simulationstechniken
- Hardwareanforderungen an Realzeitsysteme
- Echtzeitbetriebssysteme für Embedded-Architekturen
- Schnittstellen und Bussysteme, Middleware
- Hybride und verteilte eingebettete Systeme
- Safety Critical Systems

b) Studienprojekt **Microcontroller-Anwendung in der Prozessdatenverarbeitung** (Prof. Wolf)

In dieser Lehrveranstaltung wird zur Einführung auf den prinzipiellen Aufbau und die Wirkungsweise eines Microcontrollers (MCU) am Beispiel des Mikrocontrollers MC912DG128A eingegangen, bevor die Studierenden zur Vertiefung dieser Grundkenntnisse dann anhand von exemplarischen Beispielen (z.B. Drehzahlregelung eines Gleichstrommotors, Werkzeugmaschinensteuerung, Ablaufsteuerung einer Reaktionszeitmessung) diese vertiefen. Die Programmierung erfolgt in Assembler, da dies den direkten Einblick in die MCU erlaubt. Dabei ist auch der Programmtest mit Hilfe des Debugging eingeschlossen. Für diesen Teil der Lehrveranstaltung steht ein Entwicklungssystem in einem Praktikumsraum zur Verfügung, an dem die Studierenden diese Lehrinhalte selbständig und in freier Zeiteinteilung erarbeiten sollen.

Qualifikationsziele

Ziel der Modulveranstaltung ist es, ein Verständnis der grundlegenden Probleme eingebetteter Systeme, die sich aus der Vorhersagbarkeit des Systemverhaltens, der Beschränkung von Ressourcen und den Besonderheiten der Echtzeitanforderung ergeben, zu vermitteln und in der praktischen Anwendung zu vertiefen.

Die Studierenden sollen nach dieser Modulveranstaltung folgende Kernkompetenzen erworben haben:

- Grundlegendes methodisches Wissen im Bereich des Embedded System Designs in der Mess-, Regel-, und Kommunikationstechnik
- Fähigkeit zur fundierten Technologiebewertung und -auswahl
- Grundkenntnisse im systematischen Entwurf (Modellierung), der Implementierung und der Verifizierung von eingebetteten Systemen
- Verständnis der speziellen Anforderungen und Lösungsansätze von Embedded-Realzeit-Applikationen
- Erwerb von grundlegendem methodischen Wissen zum Bereich Prozessdatenverarbeitung (PDV)
- Erwerb von vertieften Kenntnissen zur Anwendung von Microcontrollern in der Automatisierungstechnik als Kernanwendung in der PDV
- Selbständiges problemorientiertes Erlernen mit Hilfe moderner Medien.

Voraussetzungen

- Grundkenntnisse der Digitalen Schaltungstechnik und der Programmierung

Verwendbarkeit

- Wahlpflichtmodul für alle Vertiefungsrichtungen der Studiengänge Elektrotechnik und Informationstechnik (M. Sc.) und Mathematical Engineering (M. Sc.)

Hinweis : Das Modul ist nur dann verwendbar, wenn keine der zugehörigen Lehrveranstaltungen im Rahmen eines anderen Moduls eingebracht wird!

Leistungsnachweis

Schriftliche Prüfung von 60 Minuten Dauer am Ende der Lehrveranstaltung Embedded Systems und Notenschein für das Studienprojekt

(sP-60 + NoS). Voraussetzung für den Erhalt des Notenscheins ist die erfolgreiche Erstellung einer schriftlichen Projektdokumentation und ihre Präsentation in Form eines Seminarvortrags von 30 Minuten Dauer.

Die Prüfungsergebnisse zu beiden Lehrveranstaltungen gehen zu gleichen Teilen in die Modulnote ein. Die Modulprüfung ist bestanden, wenn jede der beiden Lehrveranstaltungen mindestens mit „ausreichend“ (4.0) bewertet wurde.

Sonstige Bemerkungen

Die Lehreinheiten des Studienprojekts werden von den Studierenden in weitgehend freier Zeiteinteilung aktiv im Versuchslabor erarbeitet.

Literatur

Vahid F. and Givargis T.: Embedded System Design: A Unified Hardware/Software Introduction, John Wiley & Sons, 2002

Peter Marwedel: Eingebettete Systeme, Springer Berlin Heidelberg, 2008

Kupris G., Thamm O.: Mikrocontroller- Design. Hard- und Softwareentwicklung mit dem 68HC12/HCS12. Hanser, 2003

Ungerer T., Brinkschulte U.: Mikrocontroller und Mikroprozessoren. Springer, 2007

http://www.freescale.com/files/microcontrollers/doc/data_sheet/MC912DT128A.pdf

Jacobson E.: Einführung in die Prozeßdatenverarbeitung, Hanser, 1996

Reißenweber B: Prozessdatenverarbeitung, Oldenbourg, 1995, Signatur: /I-LB785

Dauer und Häufigkeit

- Das Modul dauert 2 Trimester.
- Das Modul beginnt jedes Studienjahr jeweils im Frühjahrstrimester.
- Als Startzeitpunkt ist das Frühjahrstrimester des 1. Studienjahrs vorgesehen

Modul 1304 Embedded Systems mit Studienprojekt SPS

zugeordnet zu: Wahlpflichtmodule Vertiefungsrichtung: Mechatronik

Studiengang:	Mathematical Engineering	Modultyp:	Wahlpflicht
Workload gesamt (h):	180 Stunden	ECTS-Punkte:	6
-> Präsenzzeit (h):	60 Stunden	TWS:	5 Stunden
-> Selbststudium (h):	120 Stunden		

Modulbestandteile	13041	Embedded Systems (Vorlesung (WP) - 2 TWS)
	13042	Embedded Systems (Übung (WP) - 1 TWS)
	13043	SPS-Ein Studienprojekt aus der Automatisierungstechnik (Studienprojekt (WP) - 2 TWS)

Modulverantwortlicher Priv.-Doz. Dr.-Ing. Gerhard Staude

Inhalt

Embedded Systems sind meist microcontrollerbasierte Strukturen, die in Gegenstände unseres täglichen Lebens integriert sind und dort komplexe Steuerungs-, Regelungs- und Datenverarbeitungsaufgaben übernehmen. Sie treten in der Regel nicht als Computersysteme mit den klassischen Bedienschnittstellen in Erscheinung. Die daraus resultierenden Einschränkungen und Besonderheiten im Aufbau und der Programmierung dieser Systeme sind Gegenstand der Vorlesung "Embedded Systems". Im Rahmen des Studienprojekts "SPS - Ein Studienprojekt aus der Automatisierungstechnik" können die Studierenden dann nach einer kurzen theoretischen Einführung diese Lehrinhalte selbständig und in freier Zeiteinteilung in der praktischen Anwendung vertiefen.

a) Lehrveranstaltung **Embedded Systems** (PD Dr.-Ing. Staude):

In der Vorlesung "Embedded Systems" werden folgende Themen behandelt:

- Einsatzgebiete für eingebettete Systeme
- Merkmale von reaktiven Systemen
- Sensoren und Aktoren
- Architekturen ausgewählter Mikrocontroller und -prozessoren
- Vertiefung spezieller Hardwarekomponenten (Speicher, Timer, Watchdog, UART, ...)
- Entwicklungstools und Simulationstechniken
- Hardwareanforderungen an Realzeitsysteme
- Echtzeitbetriebssysteme für Embedded-Architekturen
- Schnittstellen und Bussysteme, Middleware
- Hybride und verteilte eingebettete Systeme
- Safety Critical Systems

b) **Studienprojekt SPS - Ein Studienprojekt aus der Automatisierungstechnik** (Prof. Wolf)

Eine Speicherprogrammierbare Steuerung (SPS) ist eine elektronische Baugruppe, die in der Automatisierungstechnik für Steuerungs- und Regelungsaufgaben eingesetzt wird. Im Prinzip handelt es sich dabei um ein Computersystem mit spezialisierten Eingabe- und Ausgabe-Schnittstellen. Über diese ist die SPS mit Sensoren und Aktuatoren verbunden und kann so Fertigungsprozesse überwachen und beeinflussen. Wesentlich ist bei der SPS, dass sie programmierbar ist und damit jederzeit flexibel Produkt-, Ablauf- oder Fertigungsveränderungen angepasst werden kann.

Diese Wahlpflichtvorlesung baut auf grundlegendem Wissen zur SPS-Programmierung auf und vermittelt weitergehendes Wissen sowie dessen praktische Anwendung in einem Studienprojekt. Dieses umfasst die Ablaufsteuerung von komplexen Fertigungsprozessen unter Einbeziehung von Modellaufbauten. Methodisch werden dann vorwiegend Werkzeuge des Blended-Learnings eingesetzt

Qualifikationsziele

Ziel der Modulveranstaltung ist es, ein Verständnis der grundlegenden Probleme eingebetteter Systeme, die sich aus der Vorhersagbarkeit des Systemverhaltens, der Beschränkung von Ressourcen und den Besonderheiten der Echtzeitanforderung ergeben, zu vermitteln und in der praktischen Anwendung zu vertiefen.

Die Studierenden sollen nach dieser Modulveranstaltung folgende Kernkompetenzen erworben haben:

- Grundlegendes methodisches Wissen im Bereich des Embedded System Designs in der Mess-, Regel-, und Kommunikationstechnik
- Fähigkeit zur fundierten Technologiebewertung und -auswahl
- Grundkenntnisse im systematischen Entwurf (Modellierung), der Implementierung und der Verifizierung von eingebetteten Systemen
- Verständnis der speziellen Anforderungen und Lösungsansätze von Embedded-Realzeit-Applikationen
- Erwerb von erweitertem methodischen Wissen zum Bereich Speicherprogrammierbare Steuerungen (SPS) und ihrer Anwendung in der Automatisierungstechnik.
- Sicheres Beherrschen der Programmierung mit SPS-Step7 und der entsprechenden Programmierumgebung
- Training on Job der Step7 Programmierung anhand einer komplexen Anwendung (Projekt)
- Selbständiges problemorientiertes Erlernen mit Hilfe moderner Medien.

Voraussetzungen

- SPS Basiswissen, z.B. aus dem B. Sc. Wahlpflichtmodul "SPS - Eine Einführung in das Konzept und die Programmierung von Speicherprogrammierbaren Steuerungen"
- Wegen der studentenzentrierten Ausrichtung muss die Teilnehmerzahl für diese Veranstaltung auf 6 Teilnehmer beschränkt werden.

Verwendbarkeit	<ul style="list-style-type: none">• Wahlpflichtmodul für alle Vertiefungsrichtungen der Studiengänge Elektrotechnik und Informationstechnik (M. Sc.) und Mathematical Engineering (M. Sc.) <p>Hinweis: Das Modul ist nur dann verwendbar, wenn keine der zugehörigen Lehrveranstaltungen im Rahmen eines anderen Moduls eingebracht wird!</p>
Leistungsnachweis	<p>Schriftliche Prüfung von 60 Minuten Dauer am Ende der Lehrveranstaltung Embedded Systems und Notenschein für das Studienprojekt (sP-60 + NoS). Voraussetzung für den Erhalt des Notenscheins ist die erfolgreiche Erstellung einer schriftlichen Projektdokumentation und ihre Präsentation in Form eines Seminarvortrags von 30 Minuten Dauer.</p> <p>Die Prüfungsergebnisse zu beiden Lehrveranstaltungen gehen zu gleichen Teilen in die Modulnote ein. Die Modulprüfung ist bestanden, wenn jede der beiden Lehrveranstaltungen mindestens mit „ausreichend“ (4.0) bewertet wurde.</p>
Sonstige Bemerkungen	<p>Die Lehreinheiten des Studienprojekts werden von den Studierenden in weitgehend freier Zeiteinteilung aktiv im Versuchslabor erarbeitet.</p>
Literatur	<p>Vahid F. and Givargis T.: Embedded System Design: A Unified Hardware/Software Introduction, John Wiley & Sons, 2002</p> <p>Peter Marwedel: Eingebettete Systeme, Springer Berlin Heidelberg, 2008</p> <p>G. Wellenreuther, D. Zastrow: Automatisieren mit SPS - Theorie und Praxis. Vieweg-Verlag, 2008.</p>
Dauer und Häufigkeit	<p>Das Modul dauert 2 Trimester.</p> <p>Das Modul beginnt jedes Studienjahr jeweils im Frühjahrstrimester. Als Startzeitpunkt ist das Frühjahrstrimester des 1. Studienjahrs vorgesehen</p>

Modul 1379 Embedded Systems und Kryptologie

zugeordnet zu: Wahlpflichtmodule Vertiefungsrichtung: Mechatronik

Studiengang:	Mathematical Engineering	Modultyp:	Pflicht
Workload gesamt (h):	180 Stunden	ECTS-Punkte:	6
-> Präsenzzeit (h):	72 Stunden	TWS:	6 Stunden
-> Selbststudium (h):	108 Stunden		

Modulbestandteile	13791	Embedded Systems (Vorlesung (PF) - 2 TWS)
	13792	Embedded Systems (Übung (PF) - 1 TWS)
	13793	Ausgewählte mathematische Methoden in Kryptographie und Codierungstheorie (Vorlesung (PF) - 2 TWS)
	13794	Ausgewählte mathematische Methoden in Kryptographie und Codierungstheorie (Übung (PF) - 1 TWS)

Modulverantwortlicher Priv.-Doz. Dr.-Ing. Gerhard Staude

Inhalt

a) Lehrveranstaltung **Embedded Systems** :

Embedded Systems sind meist microcontrollerbasierte Strukturen, die in Gegenstände unseres täglichen Lebens integriert sind und dort komplexe Steuerungs-, Regelungs- und Datenverarbeitungsaufgaben übernehmen. Sie treten in der Regel nicht als Computersysteme mit den klassischen Bedienschnittstellen in Erscheinung. Die daraus resultierenden Einschränkungen und Besonderheiten im Aufbau und der Programmierung dieser Systeme sind Gegenstand der Vorlesung.

In der Lehrveranstaltung "Embedded Systems" werden folgende Themen behandelt:

- Einsatzgebiete für eingebettete Systeme
- Merkmale von reaktiven Systemen
- Sensoren und Aktoren
- Architekturen ausgewählter Mikrocontroller und -prozessoren
- Vertiefung spezieller Hardwarekomponenten (Speicher, Timer, Watchdog, UART, ...)
- Entwicklungstools und Simulationstechniken
- Hardwareanforderungen an Realzeitsysteme
- Echtzeitbetriebssysteme für Embedded-Architekturen
- Schnittstellen und Bussysteme, Middleware
- Hybride und verteilte eingebettete Systeme
- Safety Critical Systems

b) Lehrveranstaltung **Ausgewählte mathematische Methoden in Kryptographie und Codierungstheorie** :

Die Veranstaltung "Ausgewählte mathematische Methoden der Kryptographie und Codierungstheorie" befasst sich mit ausgewählten und fortgeschrittenen Themen aus der Kryptographie und/oder der Codierungstheorie. Hierhin gehören kryptographische Verfahren, die auf

zahlentheoretischen Ergebnissen aufsetzen, und "gute" Codes, die man mit Hilfe von algebraischen Kurven gefunden hat. Sowohl kryptographische als auch codierungstheoretische Inhalte sind vorgesehen; die Gewichtung zwischen diesen beiden Gebieten kann aber variieren.

Qualifikationsziele

a) Lehrveranstaltung **Embedded Systems** :

Ziel der Lehrveranstaltung "Embedded Systems" ist es, ein Verständnis der grundlegenden Probleme eingebetteter Systeme, die sich aus der Vorhersagbarkeit des Systemverhaltens, der Beschränkung von Ressourcen und den Besonderheiten der Echtzeitanforderung ergeben, zu vermitteln.

Die Studierenden sollen nach der Lehrveranstaltung Embedded Systems folgende Kernkompetenzen erworben haben:

- Grundlegendes methodisches Wissen im Bereich des Embedded System Designs in der Mess-, Regel-, und Kommunikationstechnik
- Fähigkeit zur fundierten Technologiebewertung und –auswahl
- Grundkenntnisse im systematischen Entwurf (Modellierung), der Implementierung und der Verifizierung von eingebetteten Systemen
- Verständnis der speziellen Anforderungen und Lösungsansätze von Embedded-Realzeit-Applikationen

b) Lehrveranstaltung **Ausgewählte mathematische Methoden der Kryptographie und Codierungstheorie** :

- Einerseits hinreichende Vertrautheit mit den theoretischen Grundlagen; andererseits die Fähigkeit, bestehende Verfahren korrekt zu beurteilen und einzuordnen, und eventuell bei der Entwicklung neuer Verfahren zu assistieren

Voraussetzungen

Generelles Interesse an Mathematik und Theorie. Es ist nützlich, Modul "Elementare Zahlentheorie und Kryptographie" absolviert zu haben, aber bei entsprechender Einsatzbereitschaft nicht unbedingt notwendig.

Verwendbarkeit

- Pflichtmodul in der Vertiefungsrichtung ME-VSK des Studiengangs Mathematical Engineering (M. Sc.)
- Wahlpflichtmodul in den Vertiefungsrichtungen ME-EET, ME-PTM und ME-Mechatronik des Studiengangs Mathematical Engineering (M. Sc.)

Hinweis: Das Modul ist nur dann verwendbar, wenn keine der zugehörigen Lehrveranstaltungen im Rahmen eines anderen Moduls eingebracht wird!

Leistungsnachweis	Schriftliche Prüfung von 90 Minuten Dauer oder mündliche Prüfung von 30 Minuten Dauer (sp-90 oder mP-30). Die genauer Art der Prüfung wird zu Beginn der Lehrveranstaltung bekanntgegeben.
Modulnote	Für die Modulnote werden die Leistungen der Lehrveranstaltungen "Embedded Systems" und "Ausgewählte mathematische Methoden in Kryptographie und Codierungstheorie" im Verhältnis 1:1 gewertet. Die Modulprüfung ist bestanden, wenn jede der beiden Lehrveranstaltungen mindestens mit "ausreichend" (4.0) bewertet wurde.
Literatur	Vahid F. and Givargis T.: Embedded System Design: A Unified Hardware/Software Introduction, John Wiley & Sons, 2002 Peter Marwedel: Eingebettete Systeme, Springer Berlin Heidelberg, 2008
Dauer und Häufigkeit	Das Modul dauert 2 Trimester. Der Modulteil 1 Embedded Systems findet jedes Studienjahr im Frühjahrstrimester statt. Der Modulteil 2 Kryptologie findet jedes Studienjahr im Wintertrimester statt. Als Beginn ist das Frühjahrstrimester im 1. Studienjahr vorgesehen.

Modul 1385 Empfänger und Messtechnik für digitale Kommunikationssysteme

zugeordnet zu: Wahlpflichtmodule Vertiefungsrichtung: Mechatronik

Studiengang:	Mathematical Engineering	Modultyp:	Wahlpflicht
Workload gesamt (h):	150 Stunden	ECTS-Punkte:	5
-> Präsenzzeit (h):	60 Stunden	TWS:	5 Stunden
-> Selbststudium (h):	90 Stunden		

Modulverantwortlicher Priv.-Doz. Dr.-Ing. Gerhard Staude

Inhalt

- Mehrträgerübertragungssysteme auf Basis von orthogonalem Frequenzmultiplex (OFDM)
- Grundlagen von OFDM wie Signalgenerierung, Spektrum, Eigenschaften der FFT, etc.
- Modellierung der Störgrößen des Übertragungskanals
- Orthogonalitätsverlust am Empfänger
- Empfängeraufbau und grundlegende Komponenten
- Zeit- und Frequenzsynchronisation
- Kanalschätzung und Entzerrung
- Einflüsse von realen Oszillatoren und Verstärkern auf das Empfangssignal
- Spektrale Auswirkungen von Clipping und Spitzenwertreduktion
- Übertragung von OFDM Signalen über Mehrantennensysteme
- Qualitätsmessung für Sendesignale und Messvorschriften
- Einflüsse von Störgrößen auf die Signalqualität
- Exemplarische Betrachtung von WirelessLAN IEEE 802.11n

Qualifikationsziele

- Überblick über standardisierte digitale Übertragungsverfahren
- Prinzipaufbau digitaler Empfänger
- Modellierung von Übertragungskanal und Störgrößen
- Grundlegende Empfangsalgorithmen
- Grundlagen der Empfänger messtechnik

Voraussetzungen

- Module Mathematik A, Mathematik B und Mathematik C.
- Grundkenntnisse von Systemtheorie und Kommunikationstechnik wie sie in den Lehrveranstaltungen Signale und Kommunikationssysteme sowie Kommunikationstechnik I (BA-Modul „Kommunikationstechnik“) und Kommunikationstechnik II (MA-Modul „Informationsverarbeitung und Kommunikationstechnik“ oder „Kommunikationstechnik B“) vermittelt werden.

Verwendbarkeit

- Wahlpflichtfach in allen Vertiefungsrichtungen des Studiengangs "Elektrotechnik und Informationstechnik (M. Sc.)"
- Wahlpflichtmodul in allen Studienrichtungen des Studiengangs „Mathematical Engineering (M. Sc.)“

- Wahlpflichtmodul in allen Studienrichtungen des Studiengangs
„Computer Aided Engineering (M. Sc.)“

Leistungsnachweis

Schriftliche Prüfung von 60 min Dauer (sP-60) am Ende des Herbsttrimesters oder mündliche Prüfung von 30 min (mP-30). Wiederholungsmöglichkeit am Ende des Wintertrimesters. Die genaue Art der Prüfung wird zu Beginn des Moduls bekannt gegeben.

Literatur

- K.-D. Kammeyer: "Nachrichtenübertragung", Teubner.
- H. Meyr, M. Moeneclaey, S. Fechtel: "Digital Communication Receivers: Synchronization, Channel Estimation, and Signal Processing.", Wiley.

Dauer und Häufigkeit

Das Modul dauert ein Trimester und beginnt jedes Studienjahr jeweils im Herbsttrimester. Als Startzeitpunkt ist das Herbsttrimester im 2. Studienjahr vorgesehen.

Modul 1055 Erdbeobachtung

zugeordnet zu: Wahlpflichtmodule Vertiefungsrichtung: Mechatronik

Studiengang:	Mathematical Engineering	Modultyp:	Wahlpflicht
Workload gesamt (h):	150 Stunden	ECTS-Punkte:	5
-> Präsenzzeit (h):	72 Stunden	TWS:	6 Stunden
-> Selbststudium (h):	78 Stunden		

Modulbestandteile	10551	Optische Fernerkundung (Vorlesung (PF) - 2 TWS)
	10552	Interferometrische SAR-Methoden (Vorlesung (PF) - 1 TWS)
	10553	Interferometrische SAR-Methoden (Übung (PF) - 1 TWS)
	10554	Radar- und Lasermethoden (Vorlesung (PF) - 2 TWS)

Modulverantwortlicher Prof. Dr.-Ing. Bernd Eissfeller

Inhalt

Optische Fernerkundung

(Prof.Dr. Helmut Mayer, Fakultät für Informatik)

Die Vorlesung Optische Fernerkundung legt zuerst Grundlagen der Bilderzeugung insbesondere in Bezug auf die Blickrichtungsabhängigkeit der Rückstrahlung. Dies führt zu optischen Sensoren auf Flugzeugen

und Satelliten im sichtbaren und im infraroten Bereich sowie zu Hyperspektralsensoren. Vor allem Erstere sind die Grundlage für die photographische Stereoauswertung, für die Eigenschaften und Produkte beschrieben werden, sowie für die geometrische Bildentzerrung (Orthophotogenerierung). Für die Auswertung der spektralen Information der Sensoren werden Techniken der überwachten und unüberwachten Klassifikation, wie z.B. Maximum Likelihood, Support Vector Machines (SVM) und Clusteranalyse vorgestellt. Als weitere Datenquelle für GIS werden sowohl luft- als auch bodengestützte Laserscanner eingeführt und es werden Orientierung, Systeme und Anwendungen präsentiert.

Radar- und Lasermethoden

(Honorarprofessor Dr. Helmut Süß, DLR, Oberpfaffenhofen)

- Einleitung und allgemeiner Überblick
- Maxwell'sche Gleichungen / Elektromagnetische Wellen an Grenzflächen
- Streuung elektromag. Wellen an künstlichen und natürlichen Objekten
- Radartechnik
- SAR-Prinzip
- SAR-Systeme
- SAR - Interferometrie (Überblick/Einführung)
- Lasermethoden

Interferometrische SAR-Methoden

(Honorarprofessor Dr. Helmut Süß, DLR, Oberpfaffenhofen)

- InSAR: Interferometrisches SAR (Generierung digitaler Höhenmodelle)
- Verwendung optischer Daten zur Höhenmodellierung (Exkurs)
- DInSAR: Differentielles interferometrisches SAR (Deformationsdetektion)
- PSInSAR/IPTA: Persistent Scatterer Methoden

Qualifikationsziele

- Die Absolventen besitzen grundlegende Kenntnisse über die Erdbeobachtung bzw. über moderne Fernerkundungsverfahren und -sensoren inkl. der synthetischen abbildenden Radarsysteme (SAR).
- Sie kennen die Systemtechniken und die wesentlichen Auswerteverfahren unter Anwendung der digitalen Datenverarbeitung.
- Ihnen sind die vielfältigen Anwendungen wie auch der militärischen Nutzung dieser Technologien (bspw. hyperspektrale Zielpunktidentifikation, militärische Radarfernerkundung) bekannt.
- Sie haben einen Einblick in die innovativen Verfahren der Phasenauswertung bei SAR mit ihren Möglichkeiten zur Ableitung digitaler Höhenmodelle aus Bildpaaren und zur Detektion von Oberflächenänderungen (Deformationsanalyse) mit Hilfe von Bild-Stapeln (Stacks) erhalten. Damit verstehen sie die Voraussetzungen, die notwendigen Planungsschritte und die gesamte Auswertekette, die zur Ableitung hochwertiger Geo-Endprodukte notwendig sind.
- Die Studierenden erhalten in der Vorlesung und Übung Optische Fernerkundung eine Übersicht über Sensoren und Techniken der optischen Fernerkundung. Ein Schwerpunkt liegt im Bereich der photogrammetrischen zwei- (2D) und dreidimensionale (3D) Erfassung von Objekten für Geoinformationssysteme (GIS), wie z.B. Straßen, Gebäude, Vegetation, aus Luftbildern. Es wird ein Überblick über verfügbare Sensorsystem für Flugzeuge und auf Satelliten gegeben. Es wird aufgezeigt, wie mittels überwachter oder unüberwachter Klassifikation die spektrale Bildinformation genutzt werden kann, um Objektarten, wie z.B. Wald, Wiese oder Siedlung, zu unterscheiden. Für alle Sensoren und Techniken wird die praktische Anwendbarkeit herausgehoben.

Voraussetzungen

Mathematik, Experimentalphysik, Messtechnik, Programmierkenntnisse.

Verwendbarkeit

Erweiterung des Grundwissens auf den Gebieten optische, multispektrale, hyperspektrale sowie Radar-Fernerkundung und anderer Erdbeobachtungsverfahren. Verständnis der Auswerteprozesse und Anwendungen bei der militärischen und zivilen Nutzung der Fernerkundung. Erarbeitung von Spezialwissen auf dem Gebiet der interferometrischen SAR-Verfahren bspw. zur Ableitung von digitalen Höhenmo-

dellen als wesentliche zivile und militärische Planungs- und Karten-
grundlage.

Leistungsnachweis

Einführung in die Erdbeobachtung und Interferometrische SAR-Methoden wird gemeinsam geprüft: schriftliche Prüfung 90 Minuten oder mündliche Prüfung 30 Minuten. Radar- und Lasermethoden: mündliche Prüfung 30 Minuten oder schriftliche Prüfung 60 Minuten. In die Gesamtmodulnote geht die Prüfung "Einführung in die Erdbeobachtung und Interferometrische SAR-Methoden" zu 2/3 und die Prüfung "Radar- und Lasermethoden" zu 1/3 ein.

Sonstige Bemerkungen

Dieses Modul kann auch als Munich-Aerospace-Partnermodul belegt werden.
Zuordnung zu den Studienschwerpunkten siehe Tabelle am Anfang des Dokumentes.

Literatur

- Albertz J.: Einführung in die Fernerkundung. Darmstadt: Wissenschaftliche Buchgesellschaft, 2001. (Standardlehrbuch für die Veranstaltung "Einführung in die Erdbeobachtung").
- Lillesand T.M., Kiefer R.W.: Remote Sensing and Image Interpretation. John Wiley & Sons Inc, 2008. (wichtige Ergänzung für die Veranstaltung "Einführung in die Erdbeobachtung?").
- Efford N.: Digital Image Processing. Addison-Wesley, 2000. (Ergänzungen für die Veranstaltung "Einführung in die Erdbeobachtung").
- CEOS - Committee on Earth Observation Satellites: The Earth Observation Handbook. ESA Special Publication SP-1315. June, 2008. (Online-Version: <http://www.eohandbook.com>).
- Borengasser M., Hungate W.S., Watkins R.: Hyperspectral Remote Sensing. Principles and Applications. CRC Press, 2007.
- Kalacska M.; Sanchez-Azofeifa G.A. (editors): Hyperspectral Remote Sensing of Tropical and Sub-Tropical Forests. CRC Press, 2008.
- Massonet D.; Souyris J.-C.: Imaging with Synthetic Aperture Radar. 1. Auflage, EPFL Press, 2008. (Lehrbuch für die Veranstaltungen "Radar- und Lasermethoden" sowie "Interferometrische SAR-Methoden?").
- Ferretti A., Monti-Guarnieri A., Prat, C., Rocca F. Massonet D.: InSAR Principles-Guidelines for SAR Interferometry Processing and Interpretation. ESA technical publication TM-19, February, 2007. (Standardlehrbuch für die Veranstaltung "Interferometrische SAR-Methoden").

Dauer und Häufigkeit

Das Modul dauert zwei Trimester, es beginnt im Wintertrimester des 1. Master-Studienjahres.

Modul 1366 Explorative Statistik

zugeordnet zu: Wahlpflichtmodule Vertiefungsrichtung: Mechatronik

Studiengang:	Mathematical Engineering	Modultyp:	Wahlpflicht
Workload gesamt (h):	150 Stunden	ECTS-Punkte:	5
-> Präsenzzeit (h):	48 Stunden	TWS:	4 Stunden
-> Selbststudium (h):	102 Stunden		

Modulbestandteile	13661	Explorative Statistik (Vorlesung (WP) - 3 TWS)
	13662	Explorative Statistik (Übung (WP) - 1 TWS)

Modulverantwortlicher Prof. Dr. rer. nat. Dr.-Ing. Stefan Schäffler

Inhalt

Zuerst werden Grundlagen der deskriptiven Statistik erläutert. Dabei werden die zentralen Begriffe des Merkmals und Merkmalsträgers definiert und es wird geklärt, welche Möglichkeiten es zur Beschreibung auf Basis statistischer Kenngrößen gibt. Hierbei kommt es auch darauf an, Merkmale bzw. Merkmalsträger zu vergleichen und voneinander zu differenzieren. Der Teil liefert das statistische Handwerkzeug für die weiteren Methoden und Verfahren. Im zweiten Teil werden Methoden der explorativen Datenanalyse vorgestellt. Hierbei geht es vor allen Dingen um die interaktive statistische Graphik. Die statistische Graphik ermöglicht die visuelle Beschreibung und Untersuchung von gegebenen Daten. Die Graphiken beschreiben die mit Mitteln der deskriptiven Statistik aufbereiteten Daten. Ein Kernaspekt bei der Exploration stellt die Interaktivität dar. Dabei geht es vor allen Dingen um die unabdingbare spezielle softwaretechnische Unterstützung beim Prozess der Exploration der Daten. Verschiedene Techniken werden dazu vorgestellt. Mit dem letzten Teil werden Verfahren der explorativen Datenanalyse betrachtet. Wenn Merkmale aufgrund der beobachteten Daten auf latente Merkmale hin untersucht werden, kann die Faktorenanalyse Unterstützung liefern. Sollen dagegen Merkmalsträger auf Basis der beobachteten Daten gruppiert werden, ist die Clusteranalyse ein probates Mittel. Bei beiden Verfahren werden Strukturen in den Daten aufgedeckt. Im Gegensatz dazu wird beim letzten beschriebenen Verfahren der Regressionsanalyse ein hypothetisches Modell überprüft und auf seine Plausibilität untersucht. Alle drei Verfahren nutzen die beschriebenen explorativen Methoden und deskriptiven

Kenngößen. Sämtliche Inhalte werden parallel zur theoretischen Vermittlung rechnerisch und mit realen Anwendungsdaten geübt. Jeder Studierende erhält bestimmte Übungsaufgaben zur Datenanalyse, die er in Eigenarbeit durchführen und deren Ergebnisse er in einer kurzen Vorführung präsentieren soll.

Qualifikationsziele	<ul style="list-style-type: none">• Fähigkeit zur Klassierung von Daten anhand des Merkmalstyps.• Fähigkeit zur Beschreibung und Bestimmung von uni- und multivariaten Kenngößen von Merkmalsträgern und Merkmalen.• Fähigkeit zur uni- und multivariaten graphischen Darstellung von Merkmalen und Merkmalsträgern.• Fähigkeit zum Umgang mit fehlenden Werten in Daten.• Fähigkeit zur Anwendung von Techniken der interaktiven statistischen Graphik zur Exploration von Daten.• Fähigkeit anhand der gegebenen Daten und Fragestellung entsprechende Verfahren der explorativen Datenanalyse anzuwenden.• Fähigkeit zum Umgang mit anerkannter Software im Bereich der Datenanalyse.• Fähigkeit zur Interpretation der Ergebnisse aus Klassierung, Beschreibung, Kenngößenbestimmung, graphischen Darstellung, Exploration und Verfahrensanwendung.• Fähigkeit zur Einordnung und Bewertung der Klassierung, Beschreibung, Kenngößenbestimmung, graphischen Darstellung, Exploration und Verfahrensanwendung auf Basis des dafür notwendigen mathematischen Hintergrunds.• Fähigkeit zum Transfer auf reale Situationen.• Fähigkeit zur Präsentation eigener Datenanalyse-Ergebnisse.
Voraussetzungen	<ul style="list-style-type: none">• Kenntnisse<ul style="list-style-type: none">o in den Modulen „Mathematik A“, „Mathematik B“ und „Mathematik C“ odero im Modul „Mathematische Statistik“o in einer Programmiersprache (z.B. JAVA)
Verwendbarkeit	Wahlpflichtmodul in sämtlichen Vertiefungsrichtungen der Masterstudiengänge EIT, ME, CAE, INF.
Leistungsnachweis	Schriftlich Prüfung von 75 min Dauer (sP-75) oder mündliche Prüfung von 30 min Dauer (mP-30). Die genaue Art der Prüfung wird zu Beginn des Moduls bekannt gegeben.
Dauer und Häufigkeit	Häufigkeit des Angebots: jedes Studienjahr im WT. vorgesehener Startzeitpunkt innerhalb des Studiengangs im 1. Jahr im Masterstudiengang

Modul 1341 Faserverbundkonstruktionen

zugeordnet zu: Wahlpflichtmodule Vertiefungsrichtung: Mechatronik

Studiengang:	Mathematical Engineering	Modultyp:	Wahlpflicht
Workload gesamt (h):	150 Stunden	ECTS-Punkte:	5
-> Präsenzzeit (h):	72 Stunden	TWS:	5 Stunden
-> Selbststudium (h):	78 Stunden		

Modulbestandteile

Modulverantwortlicher Prof. Dr.-Ing. habil. Norbert Gebbeken

Inhalt Grundlagen der Faserverbundtechnologie (Prof. Gebbeken):

- Werkstoffgesetze und Materialmodelle
- Tragverhalten und Berechnung von inhomogenen Stäben und Balken
- Berechnung dickwandiger Bauteile
- Festigkeitsnachweis und Versagenskriterien

Netztheorie (Prof. Gebbeken):

- Auslegung und Optimierung von Laminaten
- Berechnung von Sandwichstrukturen
- Feuchte- und Temperatureinflüsse
- Berechnung geklebter Strukturen

Nachweismethodik bzgl. Lebensdauer und Schadenstoleranz (Prof. Gebbeken)

Qualifikationsziele Die Studierenden kennen grundlegende Unterschiede zwischen isotropen und orthotropen sowie anisotropen Werkstoffgesetzen. Sie wissen um die Vor- und Nachteile der Faserverbundtechnologie, verstehen das Tragverhalten von Faserverbundkonstruktionen und können dieses analytisch und numerisch berechnen.

Voraussetzungen Grundkenntnisse ebener Flächentragwerke, z.B. aus dem Modul Statik III

Verwendbarkeit Moderne Werkstoffe wie Faserverbundwerkstoffe haben in der Bauindustrie in den letzten Jahren erheblich an Bedeutung gewonnen. Doch auch in anderen Ingenieurwissenschaften werden Faserverbundmaterialien eingesetzt. Dieses Modul vermittelt Grundlagen und zeigt Anwendungsmöglichkeiten auf.

Leistungsnachweis Schriftliche Prüfung 60 Minuten oder mündliche Prüfung 20 Minuten.

Sonstige Bemerkungen Das Modul wird nicht in jedem Studienjahr angeboten.

Dauer und Häufigkeit Das Modul dauert 1 Trimester.
Das Modul beginnt im Herbsttrimester.

Modul 1223 FEM in der Antriebstechnik

zugeordnet zu: Wahlpflichtmodule Vertiefungsrichtung: Mechatronik

Studiengang:	Mathematical Engineering	Modultyp:	Wahlpflicht
Workload gesamt (h):	150 Stunden	ECTS-Punkte:	5
-> Präsenzzeit (h):	60 Stunden	TWS:	5 Stunden
-> Selbststudium (h):	90 Stunden		

Modulbestandteile	12231	FEM in der Antriebstechnik (Vorlesung (WP) - 2 TWS)
	12232	FEM in der Antriebstechnik (Übung (WP) - 3 TWS)

Modulverantwortlicher Prof. Dr.-Ing. Dieter Gerling

Inhalt

- Einführung in die Methode der Finiten Elemente (FEM),
- Maxwell'sche Gleichungen,
- Vorstellung verschiedener FEM-Software-Produkte (ANSYS, OPERA),
- Berechnung des magnetischen Kreises von elektrischen Maschinen,
- Berechnung von Temperaturverläufen in elektrischen Maschinen,
- Modellbildung,
- Erstellung des Gitternetzes,
- Berücksichtigung nichtlinearer Materialeigenschaften,
- Berechnung wichtiger Auslegungsgrößen (Induktion, Drehmoment, Erwärmung),
- Anwendungsbeispiele: hochausgenutzte elektrische Maschinen für Elektrofahrzeuge (permanentmagneterregte Synchronmaschinen, geschaltete Reluktanzmaschinen).

Qualifikationsziele

- Kenntnisse numerischer Berechnungsverfahren mit Hilfe der Methode der Finiten Elemente (FEM),
- Einführung in spezielle FEM-Software-Produkte (ANSYS, OPERA),
- Lösungsstrategien für elektromagnetische, thermische und akustische Problemstellungen,
- Beurteilung und Darstellung der Ergebnisse aus numerischen Berechnungen.

Voraussetzungen

Kenntnisse in „Elektrische Maschinen und Antriebe“, wie sie z.B. in einem der Module „Elektrische Maschinen und Antriebe (EIT)“, „Energietechnik B“ (EIT) oder „Elektrische Maschinen und Antriebe (ME)“ aus den jeweiligen B.Sc.-Studiengängen vermittelt werden.

Verwendbarkeit

Wahlpflichtmodul aus dem allgemeinen Wahlpflichtmodulkatalog nach den zugehörigen Modulhandbüchern für die Master-Studiengänge:

- Elektrotechnik und Informationstechnik (M.Sc.) - Vertiefungsrichtungen „Energietechnische Systeme“,

- „Kommunikationstechnik“ oder „Sicherheitstechnik“;
- Mathematical Engineering (M.Sc.) - Vertiefungsrichtung „Mechatronik“

Leistungsnachweis

Schriftliche Prüfung von 45 - 120 min. Dauer (sP-45-120) oder mündliche Prüfung von 15 - 40 min. Dauer (mP-15-40), kombinierbar mit Notenschein (NoS) oder Teilnahmechein (TS) oder Notenschein (NoS). Die genaue Art der Prüfung wird zu Beginn des Moduls bekannt gegeben.

Literatur

G. Dajaku: Vorlesungsskript „FEM in der Antriebstechnik“, UniBw München, EAA, 2010
W. Schätzing: „FEM für Praktiker - Band 4: Elektrotechnik“, 2. Auflage, Expert-Verlag, Renningen, 2009

Dauer und Häufigkeit

Das Modul dauert 1 Trimester.
Das Modul beginnt jedes Studienjahr jeweils im Frühjahrstrimester. Als Startzeitpunkt ist das Frühjahrstrimester im 1. Studienjahr vorgesehen.

Modul 1056 Filter- u Schätzverfahren

zugeordnet zu: Wahlpflichtmodule Vertiefungsrichtung: Mechatronik

Studiengang:	Mathematical Engineering	Modultyp:	Wahlpflicht
Workload gesamt (h):	150 Stunden	ECTS-Punkte:	5
-> Präsenzzeit (h):	48 Stunden	TWS:	4 Stunden
-> Selbststudium (h):	102 Stunden		

Modulbestandteile	10561	Filter- und Schätzverfahren (Vorlesung (PF) - 2 TWS)
	10562	Filter- und Schätzverfahren (Übung (PF) - 2 TWS)

Modulverantwortlicher Prof. Dr.-Ing. Hans-Joachim Wünsche

Inhalt Die Studierenden erwerben im Modul Filter- und Schätzverfahren einen detaillierten Einblick in Methoden zur optimalen Schätzung von nicht direkt oder nur schlecht messbaren Zustandsgrößen aus verrauschten Messgrößen.

Ausgehend von einer Wiederholung von Grundlagen der Stochastik werden Verfahren zur Filterung verrauschter Messdaten und zur Schätzung nicht messbarer Zustandsgrößen aus verrauschten Messdaten vorgestellt.

Im Einzelnen werden folgende Themen behandelt:

- 1) Einführung: Wiederholung zur Darstellung linearer, zeitdiskreter Systeme im Zustandsraum und zur Beobachtbarkeit. Auffrischung von Grundlagen der Stochastik und der Fehlermodellierung. Wahl von Koordinatensystemen.
- 2) Lineare Schätzer: Lineare Ausgleichsrechnung (mehr Gleichungen als Unbekannte) und lineare, gewichtete Ausgleichsrechnung. Hieraus Ableitung des Gauss-Markov-Schätzers sowie des rekursiven Gauss-Markov-Schätzers.
- 3) Wiederholung des Luenberger Beobachters im Zustandsraum
- 4) Kalman-Filter: Ausgehend vom regulären, diskreten Kalman Filter werden das erweiterte Kalman Filter sowie das stabilisierte Kalman Filter behandelt. Filter-Tuning, Genauigkeit, Vergleich mit dem Beobachter. Sequentielle Innovation.
- 5) Einführung in die Square Root Filter. Der UD-faktorierte Kalman Filter.
- 6) Unscented Kalman Filter.
- 7) Partikel filter
- 8) Spezielle Themen der Filter- und Schätztheorie:
 - Verarbeitung von Messwerten aus unterschiedlichen Zeitpunkten.
 - Zuordnung realer Messwerte zu vorhergesagten Messwerten (welcher Messwert gehört zu welchem Objekt?).
 - Datenfusion

Qualifikationsziele	<p>Die Studierenden</p> <ol style="list-style-type: none">1) kennen die wesentlichen Verfahren zur Filterung verrauschter Messdaten und zur Schätzung unbekannter Zustandsgrößen aus solchen Daten.2) verstehen die wesentlichen Unterschiede zwischen den einzelnen Verfahren und kennen ihre Vor- und Nachteile3) können die erlernten Kenntnisse im darauf folgenden Praktikum „Autonome Systeme“ beim Aufbau eines autonomen Modell-Fahrzeugs anwenden. Dabei wird eine einfache „Fahrbahn“ über eine ins Fahrzeug eingebaute Kamera erfasst, woraus über die erlernten Schätzverfahren der Bewegungszustand des Fahrzeugs geschätzt wird. Im Wettbewerb optimieren Studenten-Teams diese Zustandschätzer und dazu entwickelte Zustandsregler zur Erzielung optimaler Rundenzeiten.
Voraussetzungen	Notwendig sind gute Kenntnisse der in den Modulen „Digitale Regelung“ und „Moderne Methoden der Regelungstechnik“ vermittelten Kenntnisse (vor allem zeitdiskrete Zustandsraumdarstellung), sowie Grundkenntnisse in Stochastik und höherer Mathematik.
Verwendbarkeit	<p>Sehr viele ingenieurtechnische Aufgaben erfordern die Rekonstruktion oder Filterung von Daten aus verrauschten Sensordaten oder Messwerten. Anwendungen reichen von der Schätzung der Trajektorie von Flugkörpern oder der Bahn von Satelliten oder anderer Fahrzeuge bis zur Bestimmung der eigenen Lage z.B. über GPS Laufzeitmessungen.</p> <p>Darüberhinaus sind viele regelungstechnische Aufgaben erst nach Beobachtung oder Schätzung nicht direkt messbarer Zustandsgrößen lösbar, z.B. nach Schätzung der Position des eigenen Fahrzeugs oder Flugzeugs im 3D-Raum aus den 2D-Bildern einer on-board Kamera oder eines Laserscanners.</p>
Leistungsnachweis	Schriftliche Prüfung 75 Minuten oder mündliche Prüfung 30 Minuten
Sonstige Bemerkungen	<p>Dieses Modul kann auch als Munich-Aerospace-Partnermodul belegt werden.</p> <p>Zuordnung zu den Studienschwerpunkten siehe Tabelle am Anfang des Dokumentes.</p>
Dauer und Häufigkeit	Das Modul dauert 1 Trimester, es findet im Herbsttrimester des 1. Master-Studienjahres statt.

Modul 1348 Finite Methoden und Stoffgesetze Hochdynamik

zugeordnet zu: Wahlpflichtmodule Vertiefungsrichtung: Mechatronik

Studiengang:	Mathematical Engineering	Modultyp:	Wahlpflicht
Workload gesamt (h):	150 Stunden	ECTS-Punkte:	5
-> Präsenzzeit (h):	60 Stunden	TWS:	4 Stunden
-> Selbststudium (h):	90 Stunden		

Modulbestandteile	13481	Numerische Simulationsverfahren (Vorlesung (PF) - 1 TWS)
	13482	Werkstoffcharakterisierung (Vorlesung (PF) - 1 TWS)
	13483	Laborpraktikum (Praktikum (PF) - 2 TWS)

Modulverantwortlicher Prof. Dr.-Ing. habil. Norbert Gebbeken

Inhalt

Werkstoffcharakterisierung (Prof. Hiermaier):

- Vorstellung ratenabhängiger Werkstoffeigenschaften
- Anforderungen an einen gültigen Versuch zur Parameteridentifikation
- Spezielle Probleme bei dynamischen Materialtests
- Ratenabhängige Elastizität, Plastizität und Versagen bei uniaxialem Zug
- Generalisierung im Hauptspannungsraum
- Mathematische Modelle zur Beschreibung ratenabhängiger Plastizität
- Phänomenologische Einführung in die Physik der Stoßwellen
- Bedeutung des nichtlinearen Zusammenhangs zwischen Druck und Dichte für die Entstehung und Ausbreitung von Stoßwellen
- Zerlegung des Spannungstensors in Deviator und Hydrostatischen Druck
- Formulierung einer nichtlinearen Zustandsgleichung für Metalle

Numerische Simulationsverfahren (Dr.-Ing. Martin Sauer):

- Wellenausbreitung als der Mechanismus zur Erreichung von Gleichgewichtszuständen in Statik und Dynamik
- Notwendigkeit einer zeitaufgelösten Untersuchung bei dynamischen Belastungsarten
- Beschreibung eines Deformationsprozesses in Festkörpern mittels Erhaltungsgleichungen und konstitutiver Gleichungen
- Zeitabhängigkeit der zu lösenden Gleichungen
- Diskretisierung der Gleichungen mit Finiten Elementen
- Alternative Diskretisierung mit Finiten Differenzen
- Optionen netzfreier Verfahren
- Zeitliche Diskretisierung mit Finiten Differenzen
- Implizite und explizite Zeitintegration: Vor- und Nachteile

Qualifikationsziele	Erkennen der Abhängigkeit mechanischer Eigenschaften von der Belastungsgeschwindigkeit. Fähigkeit, einen Materialtest von einem Validierungsversuch zu unterscheiden, d.h. Einsicht in die Notwendigkeit wohl definierter Spannungs- und Verzerrungszustände beim Versuch. Einblick in die Durchführung und typische Ergebnisse uniaxialer Zugversuche bei variierenden Verzerrungsraten. Fähigkeit einer Zuordnung von Termen in einfachen ratenabhängigen Modellen zum vorher experimentell identifizierten Verhalten. Verständnis der Stoßwelle als Welle mit sprunghafter Druckänderung, die im Festkörper nur auftritt, wenn ein nichtlinearer Zusammenhang zwischen Druck und Dichte besteht. Einsicht in die Notwendigkeit einer nichtlinearen Zustandsgleichung und deren Berücksichtigung durch die Zerlegung des Spannungstensors. Einsicht in Gemeinsamkeit und Unterschiede zwischen quasi-statischen und dynamischen Belastungen. Erkennen der Erhaltungsgleichungen für Masse, Impuls und Energie als Alternative zur bekannten Beschreibung von Gleichgewichtszuständen. Verständnis der Grundidee von Diskretisierung. Übertragung der bekannten Methoden räumlicher Diskretisierung auf den Aspekt der zeitlichen Auflösung. Fähigkeit, die gewonnenen Erkenntnisse in einem expliziten Solver anzuwenden.
Voraussetzungen	Kenntnisse der Kontinuumsmechanik und Werkstoffmodelle
Verwendbarkeit	Dieses Modul eröffnet allgemein auslegenden Ingenieuren ein breites Anwendungsgebiet im Bereich dynamisch belasteter Strukturen - insbesondere auch außerhalb des Bauingenieurwesens (z.B. in der Automobilindustrie bei Crash-Berechnungen oder in Bereichen des Maschinenbaus sowie der Luft- und Raumfahrtindustrie).
Leistungsnachweis	Mündliche Prüfung 30 Minuten oder schriftliche Prüfung 90 Minuten.
Dauer und Häufigkeit	Das Modul dauert 1 Trimester. Das Modul beginnt jedes Studienjahr jeweils im Wintertrimester.

Modul 1061 Flugsystemtechnik I

zugeordnet zu: Wahlpflichtmodule Vertiefungsrichtung: Mechatronik

Studiengang:	Mathematical Engineering	Modultyp:	Pflicht
Workload gesamt (h):	150 Stunden	ECTS-Punkte:	5
-> Präsenzzeit (h):	48 Stunden	TWS:	4 Stunden
-> Selbststudium (h):	102 Stunden		

Modulbestandteile 10611 Flugsystemtechnik I (Vorlesung (PF) - 4 TWS)

Modulverantwortlicher Prof. Dr.-Ing. Peter Stütz

Inhalt

Nachdem im Bachelor-Modul „Luftfahrtsysteme“ das Gesamtsystem „Luftfahrt“ bestehend aus Luftfahrzeug, Betreiber, Nutzer und Öffentlichkeit skizziert und Luftfahrzeuge in ihren konfigurativen Merkmalen und wesentlichen, den Phänotyp bestimmenden Baugruppen beschrieben wurden, wird im Modul „Luftfahrtsysteme I“ detaillierter auf einzelne Teilsysteme eines Luftfahrzeuges eingegangen. Die Betrachtung erfolgt dabei sowohl von funktionaler als auch systemtechnischer Sicht. Die dabei vorgenommenen Betrachtungen gelten dabei sowohl für Flächenflugzeuge als auch Drehflügler.

Der erste Teil der Lehrveranstaltung befasst sich zunächst mit den Subsystemen, deren Aufgabe die Bereitstellung, Umformung und Weiterleitung verschiedener Energieformen ist. Dazu wird zunächst auf das

- Antriebssystem

und darauf auch die sogenannten Grundsysteme

- Hydraulik,
- Elektrik,
- Pneumatik und
- Kraftstoff

eingegangen. Anschließend wird das, darauf aufbauende

- Flugsteuerungssystem

behandelt.

Der zweite Teil der Lehrveranstaltung befasst sich dann mit dem generellen Design und der Analyse sogenannter Sicherheitskritischer Systeme. Um die Bedeutung und spezifischen Anforderungen im Luftfahrtbereich in dieser Hinsicht zu verstehen, wird zudem auf die grundlegenden luftfahrttechnischen Regularien und Definitionen sowie auf die Durchführung einer systematischen Sicherheitsbeurteilung in den einzelnen Phasen des System-Entwurfs von Luftfahrzeugen eingegangen. Als Einstieg in die Thematik erfolgt einleitend die Definition und Abgrenzung wichtiger Begriffe wie Sicherheit, Zuverlässigkeit und Verfügbarkeit. Grundlegend für die weiteren Betrachtungen wird an-

schließlich auf das Ausfallverhalten von Bauteilen, deren Ausfallwahrscheinlichkeiten, Ausfallraten und die mathematische Beschreibung mittels Weibull-Verteilungen eingegangen. Im Weiteren werden Designansätze zur Erhöhung der Sicherheit und Zuverlässigkeit, wie

- Redundanz und
- Diversität

vorgelegt sowie Analysemethoden wie

- Failure Hazard Analyses,
- Failure Mode and Effects Analysis,
- Fault Tree Analyses,
- Dependence Diagram
- Markov Analyses

diskutiert und an einem Beispiel angewendet.

Qualifikationsziele	<ol style="list-style-type: none">1) Der/die Studierende hat vertiefte Kenntnisse der einzelnen Baugruppen und Subsysteme eines Luftfahrzeuges.2) Der/die Studierende kennt Aufgaben und Leistungsgrenzen der grundlegenden Luftfahrzeugsysteme und kann unterschiedliche technische Varianten vergleichen.3) Der/die Studierende ist in der Lage, Auswirkungen des Ausfalls bzw. der Fehlfunktion bestimmter Subsysteme und Komponenten hinsichtlich ihrer Relevanz für die Missionserfolg und insbesondere Flugsicherheit zu beurteilen.4) Der/die Studierende kennt die Anforderungen und den Ablauf eines Safety Assessments in der Luftfahrt und kann die wesentlichen, dazu notwendigen Methoden anwenden.
Voraussetzungen	Luftfahrtsysteme
Verwendbarkeit	Es wird grundlegendes Fach- und Methodenwissen für die spätere Tätigkeit als System- und Entwicklungsingenieur vermittelt.
Leistungsnachweis	Schriftliche Prüfung 120 Minuten oder mündliche Prüfung 30 Minuten
Sonstige Bemerkungen	Zuordnung zu den Studienschwerpunkten siehe Tabelle am Anfang des Dokumentes.
Literatur	<ul style="list-style-type: none">• Moir I.; Seabridge A.: Aircraft Systems; Wiley, 2008.• Langton R. (Ed.); Aircraft Fuel Systems; Wiley, 2009.• Birrolini; Zuverlässigkeit von Geräten und Systemen; Springer, Berlin, 1997• SAE ARP 4761; Guidelines and Methods for Conducting the Safety Assessment Process on Civil Airborne Systems and Equipment

Dauer und Häufigkeit

Das Modul dauert ein Trimester, es findet im Herbsttrimester des 1. Master-Studienjahres statt.

Modul 1062 Flugsystemtechnik II

zugeordnet zu: Wahlpflichtmodule Vertiefungsrichtung: Mechatronik

Studiengang:	Mathematical Engineering	Modultyp:	Pflicht
Workload gesamt (h):	150 Stunden	ECTS-Punkte:	5
-> Präsenzzeit (h):	48 Stunden	TWS:	4 Stunden
-> Selbststudium (h):	102 Stunden		

Modulbestandteile	10621	Flugsystemtechnik II (Vorlesung (PF) - 3 TWS)
	10622	Flugsystemtechnik II (Seminar (PF) - 1 TWS)

Modulverantwortlicher Prof. Dr.-Ing. Peter Stütz

Inhalt

Nachdem im Master-Modul "Flugsystemtechnik I" auf die Grundsysteme eines Luftfahrzeuges eingegangen wurde, vertieft das Modul "Flugsystemtechnik II" die Kenntnisse in weiteren, zum Großteil elektronisch dominierten Teilsystemen und Komponenten.

Da in heutigen Luftfahrzeugen die Vernetzung der einzelnen Subsysteme sowie der jeweiligen funktionalen Domänen in hohem Grade zunimmt, wird im ersten Teil der Lehrveranstaltung "Avionik" auf die IT-technische Infrastruktur eingegangen und dabei die

- Grundlagen eingebetteter Rechnersysteme und -strukturen,
- digitale Bussysteme sowie die sog.
- "Integrierte Modulare Avionik"

angesprochen.

Anschließend werden weitere, darauf aufbauende Subsysteme wie

- Kommunikations- und Datalinksysteme
- Missionssensorsysteme sowie
- Bewaffnung / ECM / ESM / DASS.

behandelt.

Abschließend werden durch die Studierenden ausgewählte Einzelthemen, die an den behandelten Inhalt angelagert sind, aufbereitet und in Form von Kurzpräsentationen vorgetragen.

Qualifikationsziele

- 1) Der/die Studierende hat vertiefte Kenntnisse der IT-technische Infrastruktur an Bord eines Luftfahrzeugs.
- 2) Der/die Studierende kennt Aufgaben und Leistungsgrenzen der wesentlichen Kommunikations- und Datalinksysteme als Schnittstelle zum Boden.
- 3) Der/die Studierende kennt die Stärken und Schwächen verschiedener Missionssensorsysteme, kann die unterschiedlichen techni-

schen Varianten vergleichen und hat vertiefte Kenntnisse über deren Funktionsprinzip.

Voraussetzungen

Luftfahrtsysteme, Flugsystemtechnik I

Verwendbarkeit

Es wird grundlegendes Fach- und Methodenwissen für die spätere Tätigkeit als System- und Entwicklungsingenieur vermittelt.

Leistungsnachweis

Benoteter Schein

Die Erstellung der Kurzpräsentationen erfolgt als Gruppenarbeit. Der Schein setzt sich zusammen aus der bewerteten Kurzpräsentation und einer weiteren mündlichen/schriftlichen Wissensabfrage.

Sonstige Bemerkungen

Dieses Modul kann auch als Munich-Aerospace-Partnermodul belegt werden.

Zuordnung zu den Studienschwerpunkten siehe Tabelle am Anfang des Dokumentes.

Literatur

- Moir; Seabridge; Civil Avionics Systems; Wiley, 2003.
- Tooley; Aircraft Digital Electronics and Computer Systems; Elsevier, 2007
- Flühr; Avionik und Flugsicherungstechnik; Springer, 2009

Dauer und Häufigkeit

Das Modul dauert ein Trimester, es findet im Wintertrimester des 2. Master-Studienjahres statt.

Modul 1063 Flugzeugaerodynamik

zugeordnet zu: Wahlpflichtmodule Vertiefungsrichtung: Mechatronik

Studiengang:	Mathematical Engineering	Modultyp:	Pflicht
Workload gesamt (h):	150 Stunden	ECTS-Punkte:	5
-> Präsenzzeit (h):	48 Stunden	TWS:	4 Stunden
-> Selbststudium (h):	102 Stunden		

Modulbestandteile	10631	Flugzeugaerodynamik (Vorlesung (PF) - 2 TWS)
	10632	Flugzeugaerodynamik (Übung (PF) - 2 TWS)

Modulverantwortlicher Prof. Dr. rer. nat. habil. Christian Kähler

Inhalt	<ul style="list-style-type: none"> • Kompressible Strömung/Aerodynamik • Pfeilflügel • Hochauftriebshilfen • Reine Überschallaerodynamik • Theorie schlanker Körper • Aerodynamik des Triebwerkeinlaufs • Rumpfaerodynamik • Flügel-Rumpf-Kombination
--------	---

Qualifikationsziele	<p>Die Studierenden sind in der Lage, dem Einfluss der Kompressibilität auf die Profilaerodynamik Rechnung zu tragen.</p> <p>Die Studierenden beherrschen die Anwendung der Potentialgleichung bei kompressibler Strömung.</p> <p>Die Schwierigkeiten des Flügels in der Transonik sind den Studierenden bekannt.</p> <p>Die Studierenden wissen um die Auswirkung der Flügel Pfeilung.</p> <p>Die Studierenden kennen die Varianten mechanischer Hochauftriebshilfen und deren potentialtheoretische Berechnungsmethodik.</p> <p>Den Studierenden ist die Berechnung von Strömungen an Verdichtungsstößen bzw. Expansionsfächern geläufig. Die Berechnung aerodynamischer Beiwerte an Profilen sowie die Grundzüge der Flächenregeln sind verstanden.</p> <p>Die Studierenden verstehen die Aerodynamik des Triebwerkeinlaufs.</p> <p>Die Studierenden können die Umströmung einfacher Rumpfgeometrien mit Hilfe der Potentialtheorie nachvollziehen und kennen die mit reibungsbehafteter Strömung verbundenen Probleme und Gegenmaßnahmen.</p>
---------------------	---

Voraussetzungen	Vorausgesetzt werden Kenntnisse aus den Modulen „Höhere Mathematik“, „Strömungsmechanik“ und „Grundlagen der Aerodynamik“
-----------------	---

Verwendbarkeit	Die Flugzeugaerodynamik stellt die Voraussetzung für die aerodynamische Auslegung von Fluggeräten in allen Machzahlbereichen zur Verfügung.
Leistungsnachweis	Schriftliche Prüfung 75 Minuten oder mündliche Prüfung 30 Minuten
Sonstige Bemerkungen	Die Vorlesung ist für die Beamer-Projektion konzipiert. In der Übung werden unter Einbeziehung der Studierenden Aufgaben vorgerechnet. Zuordnung zu den Studienschwerpunkten siehe Tabelle am Anfang des Dokumentes.
Literatur	<ul style="list-style-type: none">• Schlichting H., Truckenbrodt E.A.: Aerodynamik des Flugzeuges. Band 1. Springer Verlag, 2000.• Schlichting H., Truckenbrodt E.A.: Aerodynamik des Flugzeuges. Band 2. Springer Verlag, 2000.• Bertin J.J., Smith M.L.: Aerodynamics for Engineers. Prentice-Hall, 1989.• Anderson J.D.: Fundamentals of Aerodynamics. McGraw-Hill Book Company, 1984.
Dauer und Häufigkeit	Das Modul dauert 1 Trimester. Es findet im Wintertrimester des 1. Master-Studienjahres statt.

Modul 1064 Flugzeugentwurf

zugeordnet zu: Wahlpflichtmodule Vertiefungsrichtung: Mechatronik

Studiengang:	Mathematical Engineering	Modultyp:	Pflicht
Workload gesamt (h):	150 Stunden	ECTS-Punkte:	5
-> Präsenzzeit (h):	60 Stunden	TWS:	5 Stunden
-> Selbststudium (h):	90 Stunden		

Modulbestandteile	10641	Flugzeugentwurf (Vorlesung, Übung (PF) - 5 TWS)
-------------------	-------	--

Modulverantwortlicher	Prof. Dr.-Ing. Peter Stütz
-----------------------	----------------------------

Inhalt

Das Modul "Flugzeugentwurf" liefert die Grundlagen für den konzeptionellen Vorentwurf von Flächenflugzeugen. Hierbei sollen die Studenten in die Lage versetzt werden, anhand vorgegebener Randbedingungen einen Basisentwurf zu generieren.

Im Einführungskapitel wird der Entwicklungsprozess als Teil des Produktlebensdauerzyklus dargestellt. Weiterhin werden die Interessen und Einflüsse sämtlicher an einem Projekt beteiligten Parteien beleuchtet. In diesem Zusammenhang wird auch auf relevante Zulassungsvorschriften eingegangen. Im weiteren Verlauf beschränken sich die Betrachtungen auf den Konzeptentwurf als Teil des Vorentwurfs.

Zunächst wird das Auslegungsdiagramm, in welchem die grundsätzlichen Entwurfsparameter "Schub/Gewichtsverhältnis" F/G über "Flächenbelastung" G/S aufgetragen sind, allgemein vorgestellt. Im weiteren Verlauf werden aus gestellten Leistungsforderungen Grenzen des Auslegungsdiagramms entwickelt.

Im ersten Schritt werden die Punkteleistungen (Steigfähigkeit, Beschleunigungsfähigkeit, max. Fluggeschwindigkeit, Dienstgipfelhöhe, durchgehaltene und maximale Wenderaten) hergeleitet, sowie die daraus entstehenden Grenzen im Auslegungsdiagramm bestimmt.

Die Betrachtung der Missionsleistungen erfordert zunächst eine Darstellung möglicher Missionsarten, sowie die Gliederung einer Mission in Missionssegmente.

Im weiteren Verlauf werden Start- und Landestrecke betrachtet. Eine Aufteilung in Teilsegmente erlaubt die Abschätzung der benötigten Roll- und Gesamtstrecken. Anschließend werden die sich aus dieser Betrachtung ergebenden Grenzen im Auslegungsdiagramm bestimmt. Weitere Grenzen wie z.B. Böenlastvielfache, Mindeststeigwinkel bei Triebwerksausfall etc. werden behandelt und dem Auslegungsdiagramm hinzugefügt. Abschließend ergibt sich ein Auslegungsbereich möglicher Kombinationen der Parameter G/S und F/G in dem der Auslegungspunkt gewählt werden muss.

Anschließend an die Behandlung des Auslegungsdiagramms werden Reichweiten- und Warteflug, sowie die Reichweitenoptimierung behandelt.

Mithilfe der nun bekannten Zusammenhänge für Reichweiten-, Warte-, Steig- und Kurvenflug sowie einiger empirischer Ansätze für weitere Flugabschnitte wird mit der Fuel-Fraction-Methode eine Möglichkeit zur Bestimmung des Treibstoffbedarfs für eine vorgegebene Mission vorgestellt. Hiermit ergibt sich auch die Möglichkeit zur Bestimmung des Nutzlast-Reichweiten-Diagramms.

Durch iterative Anwendung der Fuel-Fraction-Methode ist nun eine Bestimmung der Abflugmasse für eine Auslegungsmission möglich. Somit können aus der Wahl des Auslegungspunkts die Größen für die Flügelfläche und den installierten Schub bestimmt werden.

Die bisherigen Betrachtungen hatten zum Ziel, die Grundlegenden Größen für die Erstellung einer Dreiseitenansicht zu bestimmen. In den weiteren Kapiteln werden die Auslegung von Flügel und Rumpf, die Dimensionierung von Leitwerk und Fahrwerk, sowie die Integration von Fahrwerk und Triebwerk behandelt. Hierbei wird insbesondere auf geometrische Randbedingungen sowie die Schwerpunktlage eingegangen.

Im nächsten Schritt wird die Bestimmung der Leermasse anhand von empirischen Formeln behandelt. Hierbei werden Teilmassen für einzelne Baugruppen bestimmt, so dass eine Festlegung des Gesamtschwerpunkts möglich wird.

Abschließend werden die bei einem Projekt entstehenden Kosten behandelt, welche für eine Wirtschaftlichkeitsprognose abgeschätzt werden müssen. Hierfür wird auf ein parametrisches Modell zurückgegriffen.

Qualifikationsziele

- 1) Der/die Studierende kennt den Produkt-Lebensdauerzyklus eines Luftfahrzeugs, sowie die Einbindung des Konzept- und Vorentwurfs.
- 2) Der/die Studierende kennt den Ablauf der Arbeitsschritte im Konzeptentwurf.
- 3) Der/die Studierende kennt die für den Konzeptentwurf wichtigen Auszüge der Zulassungsvorschriften.
- 4) Der/die Studierende kann die Punkteleistungen für ein Fluggerät berechnen und kennt die Einflüsse der konstruktiven Parameter.
- 5) Der/die Studierende kennt die unterschiedlichen Arten von Flugmissionen sowie die Unterteilung in Missionssegmente.
- 6) Der/die Studierende kann die Start- und Landestrecke berechnen und kennt die Einflüsse der konstruktiven Parameter.
- 7) Der/die Studierende kann die Reichweite einer Konfiguration sowie den reichweitenoptimalen Betriebspunkt bestimmen und daraus ein Nutzlast-Reichweitendiagramm erstellen.
- 8) Der/die Studierende kann mit Hilfe des Auslegungsdiagramms anhand vorgegebener Randbedingungen den optimalen Auslegungspunkt für eine Flugzeugkonfiguration bestimmen.
- 9) Der/die Studierende kennt die Grundlagen der Erstellung statistischer Formeln für die Massenabschätzung.
- 10) Der/die Studierende kann mit Hilfe der iterativen Anwendung der Fuel-Fraction-Methode das Abfluggewicht eines Konzeptes abschätzen, sowie die Sensitivitäten bezüglich der Eingangsparameter und der gestellten Anforderungen bestimmen.

- 11) Der/die Studierende kennt die Randbedingungen für die Auslegung von Flügel, Rumpf, Leitwerk und Fahrwerk sowie deren Integration.
- 12) Der/die Studierende kennt die Aufteilung der Gesamt- sowie der Betriebsleermasse in Teilmassen sowie Verfahren zur statistischen Leermasseabschätzung.
- 13) Der/die Studierende kennt die Aufteilung der bei einem Flugzeugprojekt entstehenden Kosten.

Voraussetzungen

Grundlagen der Flugmechanik und Luftfahrttechnik

Verwendbarkeit

Die Inhalte des Moduls liefern die Grundlagen zur Analyse und Synthese von Flächenflugzeugen.

Leistungsnachweis

Benoteter Schein
Die Übung erfolgt als Entwurfsaufgabe in Gruppenarbeit.
Der Schein setzt sich zusammen aus der bewerteten Gruppenarbeit und einer weiteren mündlichen/schriftlichen Wissensabfrage.

Sonstige Bemerkungen

Zuordnung zu den Studienschwerpunkten siehe Tabelle am Anfang des Dokumentes.

Literatur

- Anderson J.D.: Aircraft performance and design. Boston, 1999
- Fielding, J.P.: Introduction to aircraft design. Cambridge, 2003
- Howe, D.: Aircraft Conceptual Design. Suffolk, 2000
- Raymer, D.P.: Aircraft Design: A conceptual Approach. AIAA Education Series, 1992
- Roskam J.: Airplane Design. Parts I-VIII. Kansas, 1989
- Torenbeek, E.: Synthesis of subsonic Airplane Design. Delft, 1982

Dauer und Häufigkeit

Das Modul dauert ein Trimester, es findet im Frühjahrstrimester des 1. Master-Studienjahres statt.

Modul 1364 Fortgeschrittene Methoden der Regelungstechnik

zugeordnet zu: Wahlpflichtmodule Vertiefungsrichtung: Mechatronik

Studiengang:	Mathematical Engineering	Modultyp:	Wahlpflicht
Workload gesamt (h):	180 Stunden	ECTS-Punkte:	6
-> Präsenzzeit (h):	72 Stunden	TWS:	6 Stunden
-> Selbststudium (h):	108 Stunden		

Modulbestandteile	13641	Fortgeschrittene lineare Regelung (Vorlesung (WP) - 2 TWS)
	13642	Fortgeschrittene lineare Regelung (Übung (WP) - 1 TWS)
	13643	Nichtlineare Systeme (Vorlesung (WP) - 2 TWS)
	13644	Nichtlineare Systeme (Übung (WP) - 1 TWS)

Modulverantwortlicher Prof. Dr.-Ing. habil. Felix Antritter

Inhalt	<p>Lehrveranstaltung a): Fortgeschrittene Lineare Regelung</p> <ul style="list-style-type: none"> • Im ersten Abschnitt der Vorlesung wird die Algebraischen Struktur linearer Systeme geklärt, dies erlaubt unter anderem <ul style="list-style-type: none"> o die Parametrierung aller einen Regelkreis stabilisierenden Regler o Aussagen über Prinzipielle Grenzen des Reglerentwurfs • Der zweite Teil der Vorlesung beschäftigt sich mit der Formulierung von Anforderungen an einen geschlossenen Regelkreis mittels Funktionennormen. Durch die im ersten Abschnitt gewonnen Erkenntnisse können systemmatisch Regler entworfen werden, die neben der geforderten Stabilität des Regelkreises bestimmte Anforderungen optimal erfüllen (z.B. Minimierung der benötigten Stellenergie). <p>Lehrveranstaltung b): Nichtlineare Systeme</p> <ul style="list-style-type: none"> • Modell- und Darstellungsformen dynamischer Systeme (Eingangs-/Ausgangs-Differentialgleichung, Zustandsraum-Beschreibung, Blockschaltbilder) • Ruhelagenbegriff bei nichtlinearen Systemen • Phasendifferentialgleichung • Linearisierung nichtlinearer Systeme • Stabilitätsbegriff nach Lyapunov • Untersuchung des nichtlinearen Standardregelkreises
--------	--

Qualifikationsziele	<ul style="list-style-type: none"> • Der Hörer kennt grundsätzliche Grenzen der linearen Regelungstheorie und kann damit die Lösbarkeit verschiedenster Aufgabenstellungen einschätzen. Er kennt zudem zahlreiche Begriffe der fortgeschrittenen linearen Theorie und kann sich nach Abschluß des Moduls selbständig in verschiedene fortgeschrittene Methoden einlesen. • Fähigkeit, die Unterschiede zwischen einem nichtlinearen Systemmodell und seiner Linearisierung zu kennen und damit die Gültigkeit einer linearisierten Systembeschreibung beurteilen zu können
---------------------	--

- Beherrschung der Analyse der Eigenschaften eines nichtlinearen Systems

Voraussetzungen

Modul „Systemtheorie“ bzw. vergleichbare Veranstaltungen

Verwendbarkeit

- Wahlpflichtmodul aus dem allgemeinen Wahlpflichtmodulkatalog EIT, verwendbar für alle drei Vertiefungsrichtungen, „Energietechnische Systeme“, „Kommunikationstechnik“ und Sicherheitstechnik
- Wahlpflichtmodul aus dem allgemeinen Wahlpflichtmodulkatalog „Mathematical Engineering“; dort verwendbar für alle Vertiefungsrichtungen

Leistungsnachweis

Schriftliche Prüfung von 90 min Dauer (sP-90) oder mündliche Prüfung von 30 min Dauer (mP-30) am Ende des Moduls, in der der Inhalt beider Vorlesungen abgefragt wird.

Literatur

zu Lehrveranstaltung a):

- M. Vidyasagar: "Control System Synthesis, A Factorization Approach", MIT Press, 1985,
- K. Meyberg: "Algebra, Teil 1", Hanser Verlag, 1980,
- R. Unbehauen: "Systemtheorie 1", Oldenbourg Verlag, 2002.

zu Lehrveranstaltung b):

- Föllinger, O.: Nichtlineare Regelungen I und II, Oldenbourg Verlag, 1993
- Slotine, J.-E. E. und Li, W.: Applied Nonlinear Control, Prentice Hall, 1991
- Unbehauen, R.: Systemtheorie 2, Oldenbourg Verlag, 1998
- Engell, S. (Hrsg.): Entwurf nichtlinearer Regelungen, Oldenbourg Verlag, 1995

Modul 1326 Fragen der Mikro- und Nanosystemtechnik

zugeordnet zu: Wahlpflichtmodule Vertiefungsrichtung: Mechatronik

Studiengang:	Mathematical Engineering	Modultyp:	Wahlpflicht
Workload gesamt (h):	180 Stunden	ECTS-Punkte:	6
-> Präsenzzeit (h):	72 Stunden	TWS:	2 Stunden
-> Selbststudium (h):	108 Stunden		

Modulbestandteile	13261	Fragen der Mikro- und Nanosystemtechnik (Seminar (WP) - 2 TWS)
-------------------	-------	---

Modulverantwortlicher	Prof. Dr.-Ing. Hermann Baumgärtner
-----------------------	------------------------------------

Inhalt	Mitglieder des Instituts für Physik als auch externe Gäste aus Industrie und Forschungseinrichtungen berichten über aktuelle Herausforderungen und Ergebnisse aus Forschung und Entwicklung auf den Gebieten der Mikro- und Nanosystemtechnik
--------	---

Qualifikationsziele	Die Studierenden erhalten einen Überblick über den aktuellen Stand der Forschung und Entwicklung in der Industrie und öffentlichen Forschungseinrichtungen.
---------------------	---

Voraussetzungen	Die Module Technologie der Halbleiter und Mikrosysteme, Werkstoffe der Elektrotechnik und Nanotechnologie sind hilfreich, aber nicht zwingend vorausgesetzt.
-----------------	--

Verwendbarkeit	Wahlpflichtmodul für Vertiefungsrichtungen der Masterstudiengänge EIT, ME, INF Anwendungsfach Elektrotechnik.
----------------	---

Leistungsnachweis	Regelmäßige Teilnahme über 3 Trimester für den Erhalt eines Teilnahme Scheins. oder Regelmäßige Teilnahme über 3 Trimester und ein 45 min. Vortrag für einen benoteten Schein
-------------------	---

Literatur	Handout der Vortragenden
-----------	--------------------------

Dauer und Häufigkeit	Das Modul erstreckt sich über 3 Trimester <ul style="list-style-type: none"> • Häufigkeit des Angebots: jedes Studienjahr in allen Trimestern • vorgesehener Startzeitpunkt: Jedes Trimester, spätestens 3 Trimester vor Studiumsende
----------------------	---

Modul 1065 FVW-Strukturen

zugeordnet zu: Wahlpflichtmodule Vertiefungsrichtung: Mechatronik

Studiengang:	Mathematical Engineering	Modultyp:	Pflicht
Workload gesamt (h):	150 Stunden	ECTS-Punkte:	5
-> Präsenzzeit (h):	48 Stunden	TWS:	4 Stunden
-> Selbststudium (h):	102 Stunden		

Modulbestandteile	10651	FVW-Strukturen (Vorlesung, Übung (PF) - 4 TWS)
-------------------	-------	---

Modulverantwortlicher	Prof. Dr.-Ing. Helmut Rapp
-----------------------	----------------------------

Inhalt

Die Studierenden erhalten im Modul „FVW-Strukturen“ einführende Kenntnisse über das Verhalten und die Berechnung von Strukturen aus Faserverbundwerkstoffen (FVW). Schwerpunkt bildet die Einführung in die klassische Laminattheorie sowie anzuwendende Versagenshypothesen. Hinweise zur Analyse von Faserverbundstrukturen mittels analytischer und numerischer (FE-) Methoden sowie zur konstruktiven Gestaltung und zur Herstellung runden das Modul ab. Das Modul gliedert sich in folgende Abschnitte:

- Materialien
Faserwerkstoffe,
Matrixwerkstoffe.
- Unidirektionalschicht (UD-Schicht)
Eigenschaften der UD-Schicht,
Werkstoffgesetz der UD-Schicht,
Matrixschumpf und Feuchtaufnahme.
- Mehrschichtverbunde (klassische Laminattheorie)
Transformation der UD-Schicht,
Werkstoffgesetz der geschichteten Platte,
Berechnung von Spannungen in den Einzellagen,
Schubspannungen infolge Querkraft der geschichteten Platte.
- Versagenkriterien
Maximale Spannung, maximale Dehnung,
Versagenkriterien von Hoffmann, Tsai-Wu, Puck.
- Berechnung von FVW-Strukturen
Auslegung und Optimierung von Laminaten,
Stabartige Elemente,
3D-Laminattheorie,
Krafteinleitungen (Bolzen, Schlaufen, Klebung).
- Hinweise zur Fertigung

Qualifikationsziele	<ol style="list-style-type: none"> 1) Die Studierenden kennen die Einzelkomponenten von Faserverbundwerkstoffen und deren Eigenschaften. Sie wissen, wie diese Werkstoffkomponenten im Verbund zusammenwirken. 2) Die Studierenden verstehen das Verhalten orthotroper und anisotroper Werkstoffe, sie können das Versagen solcher Werkstoffe an Hand von verschiedenen Bruchkriterien beurteilen.
----------------------------	--

- 3) Die Studierenden sind in der Lage, die Eigenschaften beliebig aufgebauter Lamine rechnerisch zu ermitteln und deren Eigenschaften im Hinblick auf zu konstruierende Strukturen zu beurteilen.
- 4) Die Studierenden kennen die Stärken, aber auch die Schwächen des Faserverbundwerkstoffes beim Einsatz in tragenden Strukturen.
- 5) Die Studierenden wissen, wie Strukturen aus Faserverbundwerkstoffen hergestellt werden können und welche fertigungsabhängigen Eigenschaften beachtet werden müssen.

Voraussetzungen

Vorausgesetzt werden Kenntnisse in "Festigkeitslehre"

Verwendbarkeit

Das Modul vermittelt die Grundlagen der Konstruktion und der Berechnung von Strukturen aus Faserverbundwerkstoffen. Diese Kenntnisse sind von Bedeutung für alle Strukturen aus Faserverbundwerkstoffen, nicht nur aus dem Bereich der Luft- und Raumfahrttechnik, sondern auch der Automobil- und Windenergietechnik sowie dem allgemeinen Maschinenbau bis hin zu Sportgeräten.

Leistungsnachweis

Schriftliche Prüfung 90 Minuten (30 Minuten Fragenteil ohne Hilfsmittel, 60 Minuten Aufgabenteil mit allen Hilfsmitteln) oder mündliche Prüfung 30 Minuten (ohne Hilfsmittel)

Sonstige Bemerkungen

Zuordnung zu den Studienschwerpunkten siehe Tabelle am Anfang des Dokumentes.

Literatur

- Schürmann H.: Konstruieren mit Faser-Kunststoff-Verbunden. Berlin: Springer-Verlag, 2005.
- Moser K.: Faser-Kunststoff-Verbund. Entwurfs- und Berechnungsgrundlagen. Düsseldorf: VDI-Verlag, 1992.
- Puck A.: Festigkeitsanalyse von Faser-Matrix-Laminaten. Carl Hanser Verlag: München, 1996.
- Tsai S.W., Hahn T.: Introduction to Composite Materials. Westport/Conn.: Technomic Publishing Company, 1980.
- Vinson J.R., Sierakowski R.L., The behavior of Structures Composed of Composite Materials. Kluwer Academic Publishers, Dordrecht, 2002

Dauer und Häufigkeit

Das Modul dauert ein Trimester, es findet im Wintertrimester des 2. Master-Studienjahres statt.

Modul 1066 Gasdynamik

zugeordnet zu: Wahlpflichtmodule Vertiefungsrichtung: Mechatronik

Studiengang:	Mathematical Engineering	Modultyp:	Pflicht
Workload gesamt (h):	150 Stunden	ECTS-Punkte:	5
-> Präsenzzeit (h):	48 Stunden	TWS:	4 Stunden
-> Selbststudium (h):	102 Stunden		

Modulbestandteile	10661	Gasdynamik (Vorlesung (PF) - 2 TWS)
	10662	Gasdynamik (Übung (PF) - 2 TWS)

Modulverantwortlicher Prof. Dr. rer. nat. habil. Christian Kähler

Inhalt	<ul style="list-style-type: none">• Thermodynamische Grundlagen der Gasdynamik• Überschallströmung: Lavaldüsenströmung, kritische Strömungsgrößen, senkrechter Verdichtungsstoß• Schiefer Verdichtungsstoß, anliegende/abgelöste Stoßformen• Prandtl-Meyer-Strömung• Gasdynamische Grundgleichung• Charakteristikenverfahren• Schallnahe Strömung• Hyperschallströmung• Reibungseffekte• Realgaseffekte• Versuchsanlagen und Messmethoden der Gasdynamik
--------	--

Qualifikationsziele	<ul style="list-style-type: none">• Die Studierenden können Form und Lage auftretender Verdichtungsstöße vorhersagen• Die Studierenden kennen die aerodynamischen Probleme im Unter- und Überschall und beherrschen deren mathematische Behandlung• Die Studierenden sind mit Effekten der Schallnahen Strömung und der Hyperschallströmung vertraut• Die Studierenden beherrschen die Anwendung des Charakteristikenverfahrens• Die Studierenden sind mit der Erzeugung von Überschallströmung und mit der wesentlichen Messtechnik zur Analyse kompressibler Strömung vertraut
---------------------	--

Voraussetzungen	Grundkenntnisse aus Höherer Mathematik und Physik sowie Kenntnisse, wie sie im Modul "Strömungsmechanik und Aerodynamik" vermittelt werden.
-----------------	---

Verwendbarkeit	Die Inhalte der Vorlesung liefern die theoretischen Grundlagen und das notwendige Verständnis zur Analyse und Vorhersage von kompressiblen Strömungen. Die erworbenen Kenntnisse über transsonische, supersonische und hypersonische Strömung bilden die Grundla-
----------------	---

ge für ein tieferes Verständnis der Strömungsphänomene in der Luft – und Raumfahrttechnik.

Leistungsnachweis

Schriftliche Prüfung 90 Minuten (Hilfsmittel: nicht-programmierbarer Taschenrechner) oder mündliche Prüfung 30 Minuten (ohne Hilfsmittel).

Sonstige Bemerkungen

Literatur

- Anderson J.D.: Modern Compressible Flow: With Historical Perspective. McGraw-Hill Series in Aeronautical & Aerospace Engineering, McGraw Hill Higher Education. 1990.
- Krause E.: Strömungslehre, Gasdynamik und Aerodynamisches Laboratorium. 208 Aufgaben mit Lösungen sowie 11 ausführlichen Versuchen im Aerodynamischen Laboratorium. Vieweg+Teubner, 2003.
- Oswatitsch K.: Grundlagen der Gasdynamik. Springer-Verlag GmbH, 1987.
- Oswatitsch K.: Spezialgebiete der Gasdynamik. Schallnähe, Überschall, Tragflächen, Wellenausbreitung. Springer-Verlag, 1982.
- Zierp J.: Theoretische Gasdynamik. Karlsruhe: G. Braun-Verlag, 1991.
- Landau L.D., Lifschitz, E.M.: Hydrodynamik. Bd. 6, 1990, Verlag Harri Deutsch

Dauer und Häufigkeit

Das Modul dauert 1 Trimester, es findet im Wintertrimester des 1. Master-Studienjahres statt.

Für Studierende der Vertiefungsrichtung ME-PTM-LRT des Studiengangs Mathematical Engineering (M.Sc.) ist das Modul im Wintertrimester des 2. Studienjahrs vorgesehen.

Modul 1278 Halbleiterproduktionstechnik

zugeordnet zu: Wahlpflichtmodule Vertiefungsrichtung: Mechatronik

Studiengang:	Mathematical Engineering	Modultyp:	Wahlpflicht
Workload gesamt (h):	210 Stunden	ECTS-Punkte:	7
-> Präsenzzeit (h):	84 Stunden	TWS:	7 Stunden
-> Selbststudium (h):	126 Stunden		

Modulbestandteile	12781	Halbleiterproduktionstechnik (Vorlesung (WP) - 3 TWS)
	12782	Halbleiterproduktionstechnik (Praktikum (WP) - 4 TWS)

Modulverantwortlicher Prof. Dr.-Ing. Walter Hansch

Inhalt

Vorlesung: Es werden die ökonomischen Produktionsbedingungen einer Halbleiterfabrik herausgearbeitet, Bewertungskriterien für die Effizienz der Produktion und Optimierungspotentiale diskutiert.

Detaillierter Inhalt Teil 1: Überblick zur Historie der Entwicklung von Halbleiterprodukten und deren Märkte; grundlegende Statistik für Wahrscheinlichkeitsberechnungen in der Produktion; Diskussion klassischer und moderner Produktionsmodelle wie Lagerhaltungsmodelle oder Just-in-Time; Überblick zur technologischen Herstellung des Produktes Halbleiter-IC; Diskussion von Produktionseigenheiten in Halbleiterfabriken wie Herstellung in Losen, Automatisierung, workflow; detaillierte Untersuchungen zur „Factory Dynamics“: Beschreibung des physikalischen Verhaltens einer Produktionslinie durch mathematische Gleichungen, 4 Partner Modell, Warteschlangentheorie, die Gesetze und Leistungsparameter (wie Kapazität, Auslastung, Durchlaufzeit, Materialbestand) zur Evaluierung der Produktivität; Träume und Alpträume von Managern; Overall Equipment und Factory Efficiency (OEE, OFE); Qualitätsmanagement, Maschinenfähigkeitsuntersuchungen, Design of Experiments, Statistische Prozeßkontrolle der Produktion und Optimierungspotentiale diskutiert

Praktikum: Es werden die Ergebnisse der Vorlesung in Versuchen nachvollzogen. Hierbei werden modernste Theorien wie DOE, SPC oder Produktivitätssoftware für die Studierenden zur Verfügung gestellt und deren Methoden an praktischen Beispielen vermittelt

Detailliert Inhalt Teil 2: Gruppenspiel zur Erfassung von Performanceparametern (Kapazität, Durchlaufzeiten, Betriebskennlinie) einer Produktionslinie ("Penny-Fab"); Software-Simulation und Optimierung von Produktionslinien; Software-Simulation zum Design-of-Experiments: Methoden des DOE, Parameter und notwendige Mindestanzahl von Versuchen zur Prozeßoptimierung, Auffinden des Optimums, Vertrauensbereich, Fluktuationen, Datenaufbereitung für Berichte; Experimente zum Design-of-Experiments: Aufstellen der Taguchi-Matrix, Trockenätzungen zum Veraschen von Photolack, Berechnung und

Verifizierung des Prozeßoptimums; Methoden des Qualitätsmanagement: Maschinenfähigkeitsuntersuchungen zur Partikeldichte im Reinraum, statistische Prozeßkontrolle: Prozeßbewertung, Eingriffsgrenzen

Qualifikationsziele	Die Studierenden sind nach dem Modul fähig die Methoden und Verfahren zur Erfassung und Reduzierung von Produkterstellungskosten, am Beispiel einer Halbleiterfabrik, anzuwenden. Hierzu gehören Kompetenzen in der Erfassung, Bewertung und Optimierung von Performance und Produktivitätsfaktoren einer Produktionslinie. Die erlernten Methoden zur Bestandsaufnahme, der Produktionszusammenhänge und der übergreifenden, kontinuierlichen Effizienzsteigerung stellen für die Studierenden eine fächerübergreifende, ingenieurwissenschaftliche Qualifikation dar.
Voraussetzungen	<ul style="list-style-type: none">• Kenntnisse in Integral- und Differentialrechnung, Statistik, Interesse an technischen und ökonomischen Zusammenhängen in einer Produktionslinie;
Verwendbarkeit	Wahlpflichtmodul für alle Vertiefungsrichtungen EIT
Leistungsnachweis	<ul style="list-style-type: none">• Nach der Vorlesung eine Prüfung, schriftlich, 60 min (=40%)• Praktikum: Eingangstest (=10%), Versuchsdurchführung (20%), Ausarbeitung (20%), Abschlussprüfung (10%)
Literatur	z.B. W.J.Hopp, M.L.Spearman: Factory Physics, McGraw-Hill, 2001; G.Linß: Qualitätsmanagement für Ingenieure, Fachbuchverlag Leipzig im Carl Hanser Verlag, 2005
Dauer und Häufigkeit	<ul style="list-style-type: none">• Das Modul dauert 2 Trimester.• Der Modulteil 1 findet jedes Studienjahr jeweils im Frühjahrstrimester statt, der Modulteil 2 im folgenden Herbsttrimester.• Als Startzeitpunkt ist das 9. Trimester (Frühjahr) vorgesehen.

Modul 1225 Industrielles Projekt- und Produktmanagement / Stromrichter für regenerative Energiequellen

zugeordnet zu: Wahlpflichtmodule Vertiefungsrichtung: Mechatronik

Studiengang:	Mathematical Engineering	Modultyp:	Wahlpflicht
Workload gesamt (h):	150 Stunden	ECTS-Punkte:	5
-> Präsenzzeit (h):	60 Stunden	TWS:	5 Stunden
-> Selbststudium (h):	90 Stunden		

Modulbestandteile	12251	Industrielles Projekt- und Produktmanagement (Vorlesung (WP) - 2 TWS)
	12252	Stromrichtertechnik für regenerative Energiequellen (Vorlesung, Übung (WP) - 2 TWS)
	12253	Stromrichtertechnik für regenerative Energiequellen (Übung (WP) - 1 TWS)

Modulverantwortlicher Prof. Dr.-Ing. Dieter Gerling

- Inhalt
- Einführung in das industrielle Projektgeschäft bei Projekten mit hoher Komplexität,
 - Einführung in das industrielle Produktgeschäft (Definition, Entwicklung, Herstellung, Vertrieb),
 - Aufgaben des Produktmanagements,
 - Markt- und Wettbewerbsbeobachtung,
 - Marken- und Portfoliostrategie,
 - Marketingmaßnahmen (Kataloge, Roadshows, Trainings),
 - Einsatz unterschiedlicher Methoden (QFD, TRIZ, Marketing Mix),
 - Einsatz verschiedener Prozesse und Tools (Requirements Engineering Process, Product Lifecycle Management Process),
 - Übersicht und Wiederholung Stromrichter allgemein,
 - Photovoltaic,
 - Windenergie,
 - Hochdrehende Biogasturbine,
 - Brennstoffzelle,
 - Wasserkraft.

- Qualifikationsziele
- Vermittlung von Methodenwissen am Beispiel ausgewählter industrieller Fragestellungen im Bereich der Elektrischen Antriebstechnik,
 - Kenntnisse im industriellen Projektgeschäft,
 - Kenntnisse im industriellen Produktmanagement,
 - Überblick Stromrichter,
 - Klassifizierung Stromrichter,
 - Anforderungen an Solarstromrichter, Windenergiestromrichter, Turbinenstromrichter,
 - Spezielle Problemstellungen bei Solarstromrichtern, Windenergiestromrichtern, Turbinenstromrichtern.

Voraussetzungen

keine

Verwendbarkeit

Wahlpflichtmodul aus dem allgemeinen Wahlpflichtmodulkatalog nach den zugehörigen Modulhandbüchern für die Master-Studiengänge:

- Elektrotechnik und Informationstechnik (M.Sc.) - Vertiefungsrichtungen „Energietechnische Systeme“, „Kommunikationstechnik“ oder „Sicherheitstechnik“;
- Mathematical Engineering (M.Sc.) - Vertiefungsrichtung „Mechatronik“

Leistungsnachweis

Schriftliche Prüfung von 45-120 min Dauer (sP-45-120) oder mündliche Prüfung von 15-40 min Dauer (mP-15-40) , kombinierbar mit Notenschein (NoS) oder Teilnahmechein (TS) oder Notenschein (NoS). Die genaue Art der Prüfung wird zu Beginn des Moduls bekannt gegeben

Literatur

R. Gesslein: Vorlesungsskript „Industrielles Projekt- und Produktmanagement“, UniBw München, EAA, 2010
E. Matys: „Praxishandbuch Produktmanagement: Grundlagen und Instrumente“, 4. Auflage, Campus-Verlag, Frankfurt, 2008
T. Hanisch: Vorlesungsskript „Stromrichter für regenerative Energiequellen“, UniBw München, EAA, 2011

Dauer und Häufigkeit

Das Modul dauert 2 Trimester.
Das Modul beginnt jedes Studienjahr jeweils im Frühjahrstrimester.
Als Startzeitpunkt ist das Frühjahrstrimester im 1. Studienjahr vorgesehen.

Modul 1412 Informationstechnik in der interdisziplinären Anwendung - Fahrerassistenz- und Sicherheitssysteme

zugeordnet zu: Wahlpflichtmodule Vertiefungsrichtung: Mechatronik

Studiengang:	Mathematical Engineering	Modultyp:	Wahlpflicht
Workload gesamt (h):	150 Stunden	ECTS-Punkte:	5
-> Präsenzzeit (h):	48 Stunden	TWS:	4 Stunden
-> Selbststudium (h):	102 Stunden		

Modulbestandteile	18463	Modellierung menschlichen Verhaltens in Informationssystemen (Vorlesung (WP) - 2 TWS)
	18464	Konzepte von Fahrerassistenzsystemen (Vorlesung (WP) - 2 TWS)

Modulverantwortlicher Priv.-Doz. Dr.-Ing. Gerhard Staude

Inhalt

Fahrerassistenzsysteme sind für die Automobilindustrie von großer Bedeutung, um das Fahren in Zukunft sicherer, komfortabler und energiesparender zu machen. Für die effiziente Entwicklung von Fahrerassistenzsystemen sind Methoden der Informationstechnik unverzichtbar, die anhand dieses durchgängigen Praxisbeispiels in der Lehrveranstaltung nahegebracht werden.

Die besondere Herausforderung in der Fahrerassistenz liegt in der Rolle des Fahrers, der nach wie vor die Verantwortung für die sichere Fahrzeugführung innehat. Die informationstechnischen Verfahren müssen daher stets sowohl technische als auch psychophysiologische Aspekte berücksichtigen und erfordern Wissen und Einsatz von Konzepten des menschlichen Verhaltens. Deshalb besteht dieses Modul aus den zwei Komponenten "Modellierung menschlichen Verhaltens" und "Konzepte von Fahrerassistenzsystemen".

a) Lehrveranstaltung Modellierung menschlichen Verhaltens in Informationssystemen
(Dr.-Ing. Michael Dambier)

Die Lehrveranstaltung „Modellierung menschlichen Verhaltens in Informationssystemen“ befasst sich mit Konzepten der menschlichen Informationsverarbeitung und der menschlichen Physiologie und deren Abbildung in Informationssystemen. Ausgehend von Beispielen der Fahrermodellierung und der Modellierung menschlichen Verhaltens in Sicherheitssystemen werden grundlegende Modellierungsprinzipien und -vorgehensweisen erläutert. Die informationstechnischen Verfahren werden in den Beispieldomänen um menschliche Verhaltensaspekte erweitert. Schwerpunkte der Vorlesung sind:

- Grundlagen der Modellierung
- „Funktionsweise“ des Menschen
- Sensortechnologie
- Modellierung des Menschen als Regelelement

- Modellierung von menschlichem Verhalten in Sicherheitssystemen

b) Lehrveranstaltung Konzepte von Fahrerassistenzsystemen
(Dr. rer. nat. Dietrich Manstetten)

Die Lehrveranstaltung "Konzepte von Fahrerassistenzsystemen" konzentriert sich auf den Kontext der Rolle des Menschen in der Fahrzeugführung und die zur Unterstützung dieser Aufgabe entwickelten technischen Systeme. Aktuelle Fahrerassistenzsysteme (Elektronisches Stabilitäts Programm ESP, Adaptive Cruise Control ACC, Notbremsysteme, Spurhalteunterstützung, Nachtsichtsysteme) werden aus Unfallforschung und Verkehrstheorie motiviert und im Detail erläutert. Die Implikationen für die sich ändernde Rolle des Fahrers werden dargestellt und anhand von informationstechnischen Technologien der Mensch-Maschine-Schnittstelle bzw. der Fahrerzustandserkennung konkretisiert. Schwerpunkthemen der Vorlesung sind:

- Aufgaben der Fahrzeugführung
- Beispiele für Fahrerassistenzsysteme
- Unfallforschung und Verkehrstheorie
- Umfelderkennung und Sensortechnologie
- Gestaltung der Mensch-Maschine Schnittstelle
- Ermittlung des Fahrerzustandes
- Modellierung des Fahrerverhaltens
- Systemtest mit Fahrsimulatoren und auf Teststrecken
- Der Weg zum Autonomen Fahren

Qualifikationsziele

Die Studierenden sollen nach dieser Lehrveranstaltung folgende Kernkompetenzen erworben haben:

- Grundkenntnisse im Bereich Mensch-Maschine-Interaktion (interdisziplinäre Schlüsseltechnologie)
- Grundkenntnisse der Fahrerassistenzsysteme
- Grundkenntnisse der Modellierung menschlichen Verhaltens
- Konzepte zur Anwendung des Informationstechnik-Wissens auf die Informationsverarbeitung eines Bedieners
- Kenntnisse über aktuelle Entwicklungen im Bereich "Fahrerassistenzsysteme"

Voraussetzungen

Die Lehrveranstaltungen erfordern keine über das B.Sc.-Studium hinausgehenden Vorkenntnisse

Verwendbarkeit

- Wahlpflichtmodul für alle Vertiefungsrichtungen der Studiengänge Elektrotechnik und Informationstechnik (M. Sc.) und Mathematical Engineering (M. Sc.)
- Wahlpflichtmodul für den Studiengang Computer Aided Engineering (M. E.)
- Vorbereitung von Masterarbeiten auf dem Gebiet der Informationssysteme in Fahrzeugen und Sicherheitssystemen

Hinweis: Das Modul ist nur dann verwendbar, wenn keine der zugehörigen Lehrveranstaltungen im Rahmen eines anderen Moduls eingebracht wird!

Leistungsnachweis

Jährlich werden zwei Termine angeboten, an denen alle Teilveranstaltungen des Moduls gemeinsam geprüft werden. Voraussetzung für die Zulassung zur Prüfung ist die Bearbeitung einer Hausaufgabe mit abschließender Ergebnispräsentation.

Für dieses Modul ist eine schriftliche Prüfung von 40 Minuten Dauer (sP-40) vorgesehen. Die Prüfungsergebnisse zu beiden Lehrveranstaltungen gehen zu gleichen Teilen in die Modulnote ein. Die Modulprüfung ist bestanden, wenn jede der in die Modulnote eingehenden Lehrveranstaltungen mindestens mit „ausreichend“ (4.0) bewertet wurde.

Sonstige Bemerkungen

Die Lehrveranstaltungen werden in Absprache jeweils zu Blöcken zusammengefasst. Die Studierenden können Ihre Matlab-Kenntnisse in die Hausaufgabe der Lehrveranstaltung „Modellierung menschlichen Verhaltens in Informationssystemen“ mit einbringen. Weitere Informationen zu diesem Modul gibt es auf der Internet-Seite des Instituts EIT3.2.

Literatur

- H. Winner, S. Hakuli, G. Wolf, „Handbuch Fahrerassistenzsysteme: Grundlagen, Komponenten und Systeme für aktive Sicherheit und Komfort“. Verlag Vieweg&Teubner, 2009
- H. J. Bungartz, S. Zimmer, M. Buchholz, D. Pflüger, „Modellbildung und Simulation - Eine anwendungsorientierte Einführung“. Verlag Springer, 2009.
- B. Schneider, „Die Simulation menschlichen Panikverhaltens - Ein Agenten-basierter Ansatz“. Verlag Vieweg&Teubner, Wiesbaden, 2011

Dauer und Häufigkeit

Das Modul dauert 2 Semester.
Das Modul beginnt jedes Studienjahr jeweils im Wintersemester.

Modul 1037 Informations- und Codierungstheorie

zugeordnet zu: Wahlpflichtmodule Vertiefungsrichtung: Mechatronik

Studiengang:	Mathematical Engineering	Modultyp:	Wahlpflicht
Workload gesamt (h):	180 Stunden	ECTS-Punkte:	6
-> Präsenzzeit (h):	60 Stunden	TWS:	5 Stunden
-> Selbststudium (h):	120 Stunden		

Modulbestandteile	1037	Informations- und Codierungstheorie (Vorlesung, Übung (WP) - 5 TWS)
-------------------	------	--

Modulverantwortlicher	Prof. Dr. Peter Hertling
-----------------------	--------------------------

Inhalt	<p>Grundlegende Fragen der Informationsverarbeitung sind, wieviel Information man in einen Bitstrom hineincodieren kann und wieviel Information man durch das Senden eines Bitstroms in einer bestimmten Zeit von einem Ort zu einem anderen Ort übertragen kann, wenn der Bitstrom nur mit einer bestimmten Geschwindigkeit gesendet werden kann und die Sendung womöglich noch gestört wird. Diese Fragen werden in der Shannonschen Informationstheorie behandelt, die Inhalt dieser Veranstaltung ist. Dazu werden Grundbegriffe zu Codes eingeführt, der Begriff der Entropie, Nachrichtenquellen und Kanäle. Ziele sind der Quellencodierungssatz und der Kanalcodierungssatz von Shannon.</p> <p>Anschließend werden in der Praxis wichtige Codierungsmethoden behandelt z.B. lineare Codes und Faltungscodes. Es werden Algorithmen und Ergebnisse zu derartigen Codierungsmethoden und zur Decodierung und Fehlerkorrektur einer übertragenen, codierten, aber möglicherweise gestörten Nachricht behandelt werden. Am Ende soll noch eine kurze Einführung in die algorithmische Informationstheorie gegeben werden.</p>
--------	--

Qualifikationsziele	<p>Die Studierenden lernen einerseits grundlegende theoretische Begriffe zur Übertragung von Information durch einen Bitstrom kennen, sowie prinzipielle Grenzen der Informationsübertragung.</p> <p>Andererseits lernen sie wichtige Codierungsmethoden kennen, die in der digitalen elektronischen Datenübertragung verwendet werden. Sie lernen zu beurteilen, welche Codierungsmethoden in welcher Situation vorzuziehen sind. Außerdem sollen sie selbst Algorithmen zur Codierung und Decodierung (auch Fehlerkorrektur) implementieren können.</p>
---------------------	---

Voraussetzungen	Es werden Grundkenntnisse in Analysis, linearer Algebra und Wahrscheinlichkeitstheorie vorausgesetzt.
-----------------	---

Verwendbarkeit

Das Modul kann als Wahlpflichtfach im Vertiefungsfach Theoretische Informatik gewählt werden.

Die Kenntnis der Inhalte dieses Moduls ist sehr nützlich für eine spätere Beschäftigung mit Datenübertragung und elektronischen Kommunikationssystemen

Leistungsnachweis

Schriftliche Prüfung von 60 Minuten Dauer oder mündliche Prüfung von 30 Minuten Dauer. Die Art der Prüfung wird zu Beginn des Moduls bekannt gegeben.

Dauer und Häufigkeit

Das Modul dauert 1 Trimester.

Das Modul wird jedes zweite Studienjahr angeboten und beginnt jeweils im Wintertrimester.

Modul 1455 Integralgleichung und Randelemente

zugeordnet zu: Wahlpflichtmodule Vertiefungsrichtung: Mechatronik

Studiengang:	Mathematical Engineering	Modultyp:	Wahlpflicht
Workload gesamt (h):	90 Stunden	ECTS-Punkte:	3
-> Präsenzzeit (h):	36 Stunden	TWS:	3 Stunden
-> Selbststudium (h):	54 Stunden		

Modulbestandteile	14551	Integralgleichungen und Randelemente (Vorlesung (PF) - 3 TWS)
-------------------	-------	--

Modulverantwortlicher	Prof. Dr.sc.math.habil. Joachim Gwinner
-----------------------	---

Inhalt	<ul style="list-style-type: none"> Potentialgleichung: Außen- und Innenrandwertaufgaben Integraldarstellungsformel; Einfach- und Doppelschichtpotential Randintegraloperatoren Variationelle Randformulierungen gemischter Randwertprobleme: Gebietsformulierungen, Randformulierungen) Galerkin-Verfahren; vereinfachte Methode der Finiten Elemente auf dem Rand: „Randelemente“, Approximation mit periodischen Spline-Funktionen Fehlerabschätzungen, Aubin-Nitsche-Trick, Superapproximation Numerische Integration, Kollokationsmethode Hypersinguläre Integrale und ihre Regularisierung
--------	---

Qualifikationsziele	<ul style="list-style-type: none"> Aufbau von Wissen durch Einführung in ein aktuelles Gebiet der angewandten und numerischen Mathematik Kompetenz zum Wissenstransfer aus der mathematischen Forschung in die ingenieurwissenschaftliche Anwendung Fähigkeit zu selbständigem Studium der weiterführenden > englischsprachigen Fachliteratur Vorbereitung auf eine einschlägige Master-Arbeit
---------------------	---

Voraussetzungen	<ul style="list-style-type: none"> unabdingbar: Kenntnisse aus der Linearen Algebra, der Differential- und Integralrechnung für Funktionen mehrerer Veränderlicher und der Numerischen Mathematik empfohlen: Kenntnisse in Partiellen Differentialgleichungen
-----------------	---

Verwendbarkeit	Anwendung des erlangten Wissens in der Masterarbeit und in Modulen aus den Bereichen Numerische Simulation – Computer Aided Engineering.
----------------	--

Leistungsnachweis	Am Ende der Veranstaltung wird eine mündliche Prüfung mit 30 Minuten Dauer abgehalten.
-------------------	--

Sonstige Bemerkungen

Die Veranstaltung kann bei Bedarf in englischer Sprache angeboten werden.

Literatur

- H. Gründemann: Randelementmethoden in der Festkörpermechanik, Fachbuchverlag Leipzig 1991.
- J. Gwinner, E.P. Stephan: Numerical Analysis of Boundary Value Problems and First Kind Integral Equations, Book manuscript.
- G.C. Hsiao, W.L. Wendland, Boundary Integral equations, Springer, Berlin, 2008.
- S. Sauter, C. Schwab: Randelementmethoden, Teubner-Verlag Stuttgart 2004.

Es werden umfangreiche Unterlagen in Form eines Ordners mit Vorlesungs- und Übungsinhalten und weiterführende Inhalte zur Verfügung gestellt.

Dauer und Häufigkeit

Das Modul dauert ein Trimester, es findet im Frühjahrstrimester des 1. Master-Studienjahres statt.

Modul 1350 Konstruktiver Ingenieurbau III (Stahlbau)

zugeordnet zu: Wahlpflichtmodule Vertiefungsrichtung: Mechatronik

Studiengang:	Mathematical Engineering	Modultyp:	Wahlpflicht
Workload gesamt (h):	150 Stunden	ECTS-Punkte:	5
-> Präsenzzeit (h):	72 Stunden	TWS:	6 Stunden
-> Selbststudium (h):	78 Stunden		

Modulbestandteile	13501	Ingenieurholzbau (Vorlesung (PF) - 2 TWS)
	13502	Stahl- und Verbundkonstruktionen (Vorlesung (PF) - 2 TWS)
	13503	Stahl- und Verbundkonstruktionen (Übung (PF) - 2 TWS)

Modulverantwortlicher Prof. Dr.-Ing. Ingbert Mangerig

Inhalt Ingenieurholzbau (Prof. Mangerig):

- Tragsturen aus Holzelementen
- Brettschichtholz, Herstellung, Werkstoffkenngrößen
- Dimensionierungsgrundsätze
- Gekrümmte Holzleimkonstruktionen
- Rahmentragwerke
- Detailgestaltung
- Holzschutz
- Tafelbauweise
- Hallentragwerke
- Holzbrücken, Pionierbrücken
- Gegenüberstellung Berechnungsansätze Holzbau - Stahlbau

Stahl- und Verbundkonstruktionen (Prof. Mangerig):

- Grenzzustände der Tragfähigkeit und der Gebrauchstauglichkeit
- St. Venant Torsion
- Wölbkrafttorsion
- Stabilisierung elastisch gebetteter Stabsysteme
- Schubfeldtheorie
- Beulen
- Interaktion Knicken/Beulen
- Theorie der Verbundkonstruktionen
- Gestaltung der Verbundfuge
- Zeitabhängiges Materialverhalten
- Anschlusstechnik im Stahl- und Verbundbau

Qualifikationsziele Im Rahmen des Moduls Konstruktiver Ingenieurbau III erwerben die Studierenden vertiefte Kenntnisse in den Fächern Ingenieurholzbau sowie Stahl- und Verbundbau. Insbesondere entwickeln sie Fähigkeiten zur Analyse des Tragverhaltens der genannten Bauweisen und

zur anwendungsorientierten Übersetzung der Berechnungsergebnisse in ausführbare Konstruktionen.

Voraussetzungen

Voraussetzung für die Teilnahme an der Veranstaltung sind fundierte Kenntnisse in der Mechanik, der Baustatik, dem Verhalten der Werkstoffe des Bauwesens sowie dem Stahlbau und dem Holzbau.

Verwendbarkeit

Das Modul ist Voraussetzung für die Teilnahme an den Modulen Brücken- und Ingenieurbau sowie Projekt Konstruktiver Ingenieurbau.

Leistungsnachweis

Schriftliche Prüfung 120 Minuten oder mündliche Prüfung 30 Minuten.

Dauer und Häufigkeit

Das Modul dauert 1 Trimester.
Das Modul beginnt jedes Studienjahr jeweils im Wintertrimester.

Modul 1351 Konstruktiver Ingenieurbau IV (Massivbau)

zugeordnet zu: Wahlpflichtmodule Vertiefungsrichtung: Mechatronik

Studiengang:	Mathematical Engineering	Modultyp:	Wahlpflicht
Workload gesamt (h):	150 Stunden	ECTS-Punkte:	5
-> Präsenzzeit (h):	72 Stunden	TWS:	6 Stunden
-> Selbststudium (h):	78 Stunden		

Modulbestandteile	13511	Hoch- und Industriebau (Vorlesung (PF) - 2 TWS)
	13512	Spannbetonbau (Vorlesung (PF) - 2 TWS)
	13513	Spannbetonbau (Übung (PF) - 2 TWS)

Modulverantwortlicher Prof. Dr.-Ing. Manfred Keuser

Inhalt

Spannbetonbau (Prof. Keuser):
 In der Vorlesung Spannbetonbau werden nach einem geschichtlichen Rückblick die Vorspanntechnologien vorgestellt und die Berechnung der Vorspannung statisch bestimmter und statisch unbestimmter Systeme hergeleitet. Anschließend folgen die Darstellung der Auswirkung des zeitabhängigen Materialverhaltens von Beton und Stahl auf das Tragverhalten sowie die Berechnung von Spannkraftverlusten. Nach der Bemessung vorgespannter Bauteile im Grenzzustand der Tragfähigkeit und der Gebrauchstauglichkeit schließt eine Zusammenfassung mit der Darstellung von Entwurfsgrundsätzen diese Lehrveranstaltung ab. In der zugehörigen Übung wird ein Beispiel vorgestellt und umfassend bearbeitet.

Hoch- und Industriebau (Prof. Keuser):
 In der Vorlesung Hoch- und Industriebau wird die Anwendung der Massivbauweise im Hoch- und Industriebau, sowohl bei Fertigteile- als auch bei Ortbetonkonstruktionen behandelt. Daneben werden Spezialthemen wie z.B. WU-Konstruktionen, Betontragwerke für Hochhäuser, Heißbemessung von Massivbauteilen etc. behandelt.

Qualifikationsziele

Im Modul "KI IV" erwerben die Studierenden die Kenntnisse der Grundlagen und der Berechnungsverfahren der Spannbetonbauweise sowie die Fähigkeit zur Umsetzung der Grundlagen des Massivbaus im Hoch- und Industriebau.

Voraussetzungen Fundierte Kenntnisse der Statik, Mechanik und Werkstoffe.

Verwendbarkeit

Das Modul ist empfohlene Voraussetzung für die Teilnahme an den Modulen:

- Brücken- und Ingenieurbau

- Projekt Konstruktiver Ingenieurbau

Leistungsnachweis

Schriftliche Prüfung 120 Minuten oder mündliche Prüfung 30 Minuten.

Dauer und Häufigkeit

Das Modul dauert 1 Trimester.

Das Modul beginnt jedes Studienjahr jeweils im Wintertrimester.

Modul 1334 Kontinuumsmechanik und Werkstoffmodelle

zugeordnet zu: Wahlpflichtmodule Vertiefungsrichtung: Mechatronik

Studiengang:	Mathematical Engineering	Modultyp:	Pflicht
Workload gesamt (h):	150 Stunden	ECTS-Punkte:	5
-> Präsenzzeit (h):	60 Stunden	TWS:	5 Stunden
-> Selbststudium (h):	90 Stunden		

Modulbestandteile	13341	Kontinuumsmechanik (Vorlesung (PF) - 2 TWS)
	13342	Modellbildung in der Werkstoffmechanik (Vorlesung (PF) - 2 TWS)
	13343	Tensorrechnung (Vorlesung (PF) - 1 TWS)

Modulverantwortlicher Prof. Dr.-Ing. habil. Michael Brüning

Inhalt	<p>Tensorrechnung (Prof. Apel):</p> <ul style="list-style-type: none"> • Vektoren, ko- und kontravariante Basis • Tensoren zweiter und höherer Stufe • Rechenoperationen mit Tensoren • krummlinige Koordinaten • Differentiale und der Gradient einer skalaren Funktion • Nabla-Kalkül für Tensorfelder • Christoffel-Symbole <p>Kontinuumsmechanik (Prof. Brüning):</p> <ul style="list-style-type: none"> • Kinematik des Kontinuums • Kräfte und Spannungen • Bilanz- und Erhaltungssätze • Materialgleichungen • Variationsprinzip <p>Modellbildung in der Werkstoffmechanik (Prof. Brüning):</p> <ul style="list-style-type: none"> • Elastisches Werkstoffverhalten • Plastisches Werkstoffverhalten • Raten- und Temperaturabhängigkeiten • Schädigungsmodelle • Rissentwicklung und Versagen
--------	--

Qualifikationsziele	<p>Die Studierenden beherrschen die Grundlagen der Tensorrechnung in symbolischer Darstellung. Sie besitzen ein fundiertes Wissen über unterschiedliche Spannung und Verzerrungstensoren und erhalten Einblicke in die Struktur und Bedeutung der Erhaltungsgleichungen und der Hauptsätze der Thermodynamik. Fundierte Kenntnisse über inelastische Stoffgesetze, Schädigungsentwicklungen und Versagensmechanismen von Werkstoffen erlauben eine realistische Prognose des</p>
---------------------	--

Deformations- und Versagensverhaltens von Bauteilen und Strukturen.

Voraussetzungen

Bachelor-Studium

Verwendbarkeit

- "Finite Methoden und Stoffgesetze in der Hochdynamik", Modulnummer:1348
- Konstruktive Fächer

Leistungsnachweis

Mündliche Prüfung 30 Minuten oder schriftliche Prüfung 90 Minuten.

Dauer und Häufigkeit

Das Modul dauert 1 Trimester.
Das Modul beginnt jedes Studienjahr jeweils im Wintertrimester.

Modul 1068 Leichtbaustrukturen

zugeordnet zu: Wahlpflichtmodule Vertiefungsrichtung: Mechatronik

Studiengang:	Mathematical Engineering	Modultyp:	Pflicht
Workload gesamt (h):	150 Stunden	ECTS-Punkte:	5
-> Präsenzzeit (h):	48 Stunden	TWS:	4 Stunden
-> Selbststudium (h):	102 Stunden		

Modulbestandteile 10681 Leichtbaustrukturen (Vorlesung, Übung (PF) - 4 TWS)

Modulverantwortlicher Prof. Dr.-Ing. Helmut Rapp

Inhalt

Die Studierenden erhalten im Modul „Leichtbaustrukturen“ vertiefende Kenntnisse über Leichtbaustrukturen. Besondere Berücksichtigung finden Phänomene der Krafteinleitung und der Stabilität dünnwandiger Strukturen. Ein erster Einblick in die Funktionsweise und Berechnung von Membrankreiszyinderschalen wird gegeben. Das Modul gliedert sich in folgende Abschnitte:

- Lastein-/umleitungen, Dreigurtscheibe, analytische Lösung, Shear-Lag Theorie.
- Stabilität von Leichtbaustrukturen
 - + Stab-Feder-Systeme
 - Verzweigungsproblem,
 - Durchschlagsproblem,
 - Systeme mit mehreren Freiheitsgraden,
 - kombinierte Beanspruchungen (Interaktionsformeln).
 - + Elastische Tragwerke
 - druckbelasteter Balken mit Vorverformung,
 - Näherungsverfahren für den Balken,
 - elastisch gebetteter Balken, Sandwichknittern,
 - Biegedrillknicken,
 - Kippen,
 - Plattenbeulen,
 - Teilschaleninstabilitäten,
 - Beulen von Kreiszyinderschalen,
 - Konzept der mitttragenden Breite und des Zugfeldes.
- Statik der Kreiszyinderschalen
 - Übertragungsmatrix der Membranschale,
 - Umfangsbiegesteife Kreiszyinderschale,
 - Spantmatrix.

Qualifikationsziele

1) Die Studierenden kennen die wesentlichen Mechanismen, die bei der Einleitung konzentrierter Kräfte in dünnwandige Strukturen wirken. Sie können die dabei auftretenden Spannungen ermitteln und ihre Auswirkungen auf praktische Problemstellungen beurteilen.

- 2) Die Studierenden erwerben die Fähigkeit, Stabilitätsprobleme dünnwandiger stabartiger Tragwerke zu klassifizieren. Sie können die stabilitätskritischen Lasten für einfache dünnwandige Tragwerke ermitteln.
- 3) Die Studierenden besitzen ein grundlegendes Verständnis für die Wirkungsweise von Membrankreiszyinderschalen ohne und mit Umfangsversteifungen (Spante).

Voraussetzungen	Vorausgesetzt werden Kenntnisse in „Festigkeitslehre“ und „Leichtbau“
Leistungsnachweis	Schriftliche Prüfung 90 Minuten (30 Minuten Fragenteil ohne Hilfsmittel, 60 Minuten Aufgabenteil mit allen Hilfsmitteln) oder mündliche Prüfung 30 Minuten (ohne Hilfsmittel)
Sonstige Bemerkungen	Zuordnung zu den Studienschwerpunkten siehe Tabelle am Anfang des Dokumentes.
Literatur	<ul style="list-style-type: none">• Kossira H.: Grundlagen des Leichtbaus. Einführung in die Theorie dünnwandiger stabförmiger Tragwerke. Berlin Heidelberg: Springer Verlag, 1996.• Wiedemann J.: Leichtbau. Elemente und Konstruktion. Berlin: Springer Verlag, 2007.• Pflüger A.: Stabilitätsprobleme der Elastostatik. Berlin: Springer-Verlag, 1975.• Niu M.C.Y.: Airframe Stress Analysis and Sizing. Hong Kong: Hong Kong Conmilit Press Ltd., 1999.
Dauer und Häufigkeit	Das Modul dauert ein Trimester, es findet im Frühjahrstrimester des 1. Master-Studienjahres statt.

Modul 1069 Luftfahrtantriebe

zugeordnet zu: Wahlpflichtmodule Vertiefungsrichtung: Mechatronik

Studiengang:	Mathematical Engineering	Modultyp:	Pflicht
Workload gesamt (h):	150 Stunden	ECTS-Punkte:	5
-> Präsenzzeit (h):	48 Stunden	TWS:	4 Stunden
-> Selbststudium (h):	102 Stunden		

Modulbestandteile	10691	Luftfahrtantriebe (Vorlesung (PF) - 2 TWS)
	10692	Luftfahrtantriebe (Übung (PF) - 2 TWS)

Modulverantwortlicher	Prof. Dr.-Ing. Reinhard Niehuis
-----------------------	---------------------------------

Inhalt	<p>Die Studierenden erwerben im Modul Luftfahrtantriebe ein vertieftes Grundlagenwissen über die verschiedenen Arten und Bauweisen von Antriebssystemen für unterschiedliche Anwendungen in der Luftfahrt:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Die Studierenden erhalten nach einer kurzen Wiederholung wesentlicher Aspekte der Gasdynamik eine Einführung in das Betriebsverhalten von TL-Triebwerken anhand von Verdichter- und Triebwerks-Kennfeldern. Dabei werden auch Aspekte der Regelung, die Formulierung von geeigneten Ähnlichkeitskenngrößen sowie das instationäre Betriebsverhalten behandelt. • Der Zweck und die Vorteile der Mehrwellenbauart werden für TL-Triebwerke dargestellt und es wird dabei auf die aerodynamischen Zusammenhänge sowie einige Aspekte zum Betriebsverhalten von TL-Triebwerken in Zweiwellenbauart eingegangen. • In ausführlicher Form wird auf die heute übliche Bauweise, das sogenannte ZTL-Triebwerk eingegangen. Dabei lernen die Studierenden die Einsatzbereiche und Bauarten sowie die aerothermodynamischen Zusammenhänge kennen. Neben der Definition von Kennzahlen werden die Grundlagen zur Berechnung von Schub, spezifischen Brennstoffverbrauch und Wirkungsgraden vorgestellt sowie Optimierungsaspekte angesprochen. Abgerundet wird dies mit der Darstellung der besonderen Gestaltungsanforderungen des Fans. • Danach werden die Studierenden mit den Einsatzbereichen und dem Aufbau von PTL-Triebwerken und Turbomotoren vertraut gemacht. Vermittelt werden die aerothermodynamischen Zusammenhänge, Kennzahlen und Ähnlichkeitskenngrößen, der Einfluss der Hauptauslegungsparameter auf Schub und spezifischen Brennstoffverbrauch sowie Aspekte von Teillast und Regelung. Nach der Darstellung der Bauarten von PTL-Triebwerken werden aktuelle Tendenzen und so genannte Propfan-Triebwerkskonzepte erläutert. • Das Modul schließt mit einer Darstellung von Triebwerken für den Überschallflug. Die Studierenden lernen die speziellen Anforderungen kennen, wobei insbesondere auf Überschalleinlaufdiffusoren, die Schubdüsegestaltung für den Überschallflug sowie Triebwerke mit Nachverbrennung eingegangen wird.
--------	--

Qualifikationsziele	<ul style="list-style-type: none">• Die Studierenden besitzen ein vertieftes Verständnis der verschiedenen Triebwerksarten, deren spezielle Bauweise und Einsatzbereiche in der Luftfahrt.• Die Studierenden besitzen die Fähigkeit, mithilfe des vermittelten Grundwissens verschiedene Triebwerksarten und deren unterschiedliche Anwendungsbereiche richtig einzuordnen und zu bewerten. Sie sind in der Lage, einfache Prozessrechnungen selbst vorzunehmen.• Die Studierenden sind fähig, geeignete Antriebssysteme für unterschiedlichste Luftfahrzeuge in Abhängigkeit der Flugmission auszuwählen und zu definieren.• Die Studierenden erhalten einen Überblick über die speziellen Anforderungen der Triebwerke für den überschallflug• Für einfache Triebwerksarten (TL-Triebwerke) können die Studierenden anhand der grundlegenden Zusammenhänge das Betriebsverhalten verstehen und nachvollziehen.
Voraussetzungen	Vorausgesetzt werden Kenntnisse aus den Modulen "Strömungsmechanik", "Gasdynamik", "Thermodynamik" und "Antriebssysteme".
Verwendbarkeit	Voraussetzung für Auswahl und Projektierung von Antriebskomponenten für unterschiedliche Anwendungsbereiche, für wissenschaftliche Grundlagenuntersuchungen und angewandte Forschung und Entwicklung auf dem Gebiet der Flugantriebe und Turbomaschinen.
Leistungsnachweis	Schriftliche Prüfung 90 Minuten
Sonstige Bemerkungen	Zuordnung zu den Studienschwerpunkten siehe Tabelle am Anfang des Dokumentes.
Literatur	<ul style="list-style-type: none">• Bräunling W.: Flugzeugtriebwerke. Springer Verlag, 2004.• Hagen H.: Fluggasturbinen und ihre Leistungen. Karlsruhe: Verlag G. Braun, 1982.• Hünecke K.: Flugtriebwerke. Stuttgart: Verlag Motorbuch, 1978.• Müller R.: Luftstrahltriebwerke. Grundlagen, Charakteristiken, Arbeitsverhalten. Braunschweig: Vieweg, 1997.• Münzberg H.G.: Flugantriebe. Berlin: Springer-Verlag, 1972.
Dauer und Häufigkeit	Das Modul dauert 1 Trimester, es findet im Frühjahrstrimester des 1. Master-Studienjahres statt.

Modul 1404 Mathematik der Information

zugeordnet zu: Wahlpflichtmodule Vertiefungsrichtung: Mechatronik

Studiengang:	Mathematical Engineering	Modultyp:	Wahlpflicht
Workload gesamt (h):	150 Stunden	ECTS-Punkte:	5
-> Präsenzzeit (h):	48 Stunden	TWS:	4 Stunden
-> Selbststudium (h):	102 Stunden		

Modulbestandteile 14041 Mathematik der Information (Vorlesung (WP) - 4 TWS)

Modulverantwortlicher Prof. Dr. rer. nat. Dr.-Ing. Stefan Schäffler

Inhalt Wahrscheinlichkeitstheorie
 o Maß- und Integrationstheorie
 o Zufallsvariablen
 Math. Informationstheorie
 o Quellen und Kanäle
 o Sätze von Shannon

Qualifikationsziele Grundlagen aus der Stochastik und Grundkenntnisse in Math. Informationstheorie.

Voraussetzungen Bachelor EIT, ME

Verwendbarkeit Für alle Module und Masterarbeiten, die Stochastik und/oder Informationstheorie benötigen.

Leistungsnachweis Eine schriftliche Prüfung von 45 Minuten oder eine mündliche Prüfung von 20 Minuten.
 Die Art der Prüfung wird zu Beginn des Trimesters bekanntgegeben.

Literatur P. Billingsley: "Ergodic Theory and Information", Wiley & Sons.
 Skriptum

Dauer und Häufigkeit Das Modul dauert 1 Trimester.
 Das Modul findet optional in jedem Studienjahr im Frühjahrstrimester statt.
 Als Startzeitpunkt ist das Frühjahrstrimester im 2. Studienjahr des Masterstudiengangs EIT und ME vorgesehen.

Modul 1302 MATLAB advanced

zugeordnet zu: Wahlpflichtmodule Vertiefungsrichtung: Mechatronik

Studiengang:	Mathematical Engineering	Modultyp:	Wahlpflicht
Workload gesamt (h):	150 Stunden	ECTS-Punkte:	5
-> Präsenzzeit (h):	48 Stunden	TWS:	4 Stunden
-> Selbststudium (h):	102 Stunden		

Modulbestandteile 13021 MATLAB advanced (Seminar (WP) - 2 TWS)

Modulverantwortlicher Priv.-Doz. Dr.-Ing. Gerhard Staude

Inhalt

MATLAB ist ein interaktives, matrixorientiertes Programmpaket zur Berechnung, Visualisierung und Programmierung wissenschaftlich-technischer Fragestellungen. Aufbauend auf Grundkenntnissen der matrixorientierten Programmierung mit MATLAB bietet die Lehrveranstaltung "MATLAB advanced" einen weiterführenden und vertiefenden Einblick in dieses vielseitige, in den Ingenieurwissenschaften weit verbreitete, Werkzeug mit den Schwerpunkten

- Erweiterte Grafikfunktionen
- Modulare und rekursive Programmierung
- Eingebettete und verschachtelte Funktionen
- Flexible Parameterübergabe über Parameter-Value Kombinationen
- Erstellen interaktiver Benutzeroberflächen (Callbacks)
- Datenimport und -export
- Erfassung und Verarbeitung von Daten in Echtzeit
- Objektorientierte Methoden
- Konzepte zur Parallelverarbeitung
- Nutzung von Toolboxes

Die Lehrveranstaltung ist als Blended-Learning Kurs angelegt und verknüpft eine Selbstlernkomponente mit Vorlesungsanteilen im Seminarstil. Anhand eines ausführlichen Skripts erarbeiten Teams von zwei bis drei Studierenden die einzelnen Lehreinheiten in weitgehend freier Zeiteinteilung selbständig am eigenen Rechner. Ein internet-basiertes Lernportal stellt dabei den Kontakt zum Dozenten und zu den anderen Kursteilnehmern sicher. In den begleitenden Seminarveranstaltungen werden die erarbeiteten Lösungen dann präsentiert, Problemstellen und alternative Lösungsansätze diskutiert und die Inhalte weiter vertieft.

Qualifikationsziele

Die Studierenden sollen nach der Lehrveranstaltung "MATLAB advanced" folgende Kernkompetenzen erworben haben:

- Sicheres Beherrschen von Schlüsseltechniken der matrixorientierten Programmierung

- Kenntnis spezieller und weiterführender Programmierkonzepte
- Fähigkeit zur Realisierung auch komplexerer interaktiver Benutzerschnittstellen
- Grundkenntnisse in der objektorientierten Programmierung mit MATLAB
- Fähigkeit zur algorithmischen Umsetzung ingenieurstypischer Problemstellungen
- Sicherheit im selbständigen Erarbeiten von Problemlösungen im Team

Voraussetzungen

- MATLAB Basiswissen ist von Vorteil, kann aber in einer optionalen Lehreinheit nachgeholt bzw. aufgefrischt werden
- Bereitschaft zur eigenmotivierten aktiven Mitarbeit in kleinen Teams
- Wegen der studentenzentrierten Ausrichtung muss die Teilnehmerzahl für diese Veranstaltung auf 21 beschränkt werden.

Verwendbarkeit

- Wahlpflichtmodul für alle Vertiefungsrichtungen der Studiengänge Elektrotechnik und Informationstechnik (M. Sc.) und Mathematical Engineering (M. Sc.)
- Wahlpflichtmodul für das Anwendungsfach Elektrotechnik im Studiengang Informatik (M. Sc.)
- Ergänzung von Vorlesungen und Übungen mit MATLAB Anteilen sowie zur Vorbereitung auf Masterarbeiten

Leistungsnachweis

- Schriftliche Prüfung von 90 Minuten Dauer (sP-90)

Sonstige Bemerkungen

Weitere Lehreinheiten im Umfang von 2 TWS werden von den Studierenden in weitgehend freier Zeiteinteilung aktiv am eigenen Rechner erarbeitet.

Literatur

Skript: Matlab - advanced

Wolfgang Schweizer: MATLAB kompakt. 3. Auflage. München, Oldenburg Verlag, 2008

Dauer und Häufigkeit

Das Modul dauert 1 Trimester.
Das Modul beginnt jedes Studienjahr jeweils im Frühjahrstrimester.
Bei Bedarf wird das Modul zusätzlich auch im Herbsttrimester angeboten.

Modul 1380 Mehrantennensysteme (MIMO-Systeme)

zugeordnet zu: Wahlpflichtmodule Vertiefungsrichtung: Mechatronik

Studiengang:	Mathematical Engineering	Modultyp:	Wahlpflicht
Workload gesamt (h):	150 Stunden	ECTS-Punkte:	5
-> Präsenzzeit (h):	60 Stunden	TWS:	5 Stunden
-> Selbststudium (h):	90 Stunden		

Modulbestandteile	13801	Mehrantennensysteme (MIMO) (Vorlesung (WP) - 3 TWS)
	13802	Mehrantennensysteme (MIMO) (Übung (WP) - 2 TWS)

Modulverantwortlicher Priv.-Doz. Dr.-Ing. Gerhard Staude

Inhalt	<ul style="list-style-type: none"> • Grundlagen: <ul style="list-style-type: none"> o Kanalkapazität, Codierung, Turbo-Prinzip o Multiple-Input Multiple-Output (MIMO) Kanalmodelle o Grundlagen von Orthogonalem Frequenzmultiplex (OFDM) • MIMO Kanalkapazität • Grundlegende MIMO-Übertragungsverfahren <ul style="list-style-type: none"> o Beamforming o Space-Time Trellis Codes o Sendeantennen-Diversity mit orthogonalen Space-Time Blockcodes o Spatial Multiplexing o Cyclic Delay Diversity o Nicht-kohärente MIMO-Übertragungsverfahren o Vergleich von MIMO Übertragungsverfahren o Einführung in das Konzept des Dirty Paper Coding o Spatial multiplexing mit räumlicher Signalverarbeitung am Empfänger oder Sender (Precoding) • Multiuser MIMO • MIMO in kommerziellen drahtlosen Kommunikationssystemen (WLAN, zellulärer Mobilfunk)
--------	---

Qualifikationsziele	<ul style="list-style-type: none"> • Grundkenntnisse der informationstheoretischen Grundlagen von MIMO Systemen • Kenntnis der Übertragungseigenschaften und Modellierung von Funkkanälen mit mehreren Antennen • Grundkenntnisse von Codierverfahren für drahtlose Kommunikationssysteme • Verständnis der grundlegenden MIMO-Übertragungsverfahren • Kenntnis der in kommerziellen Systemen angewendeten MIMO-Verfahren • Verständnis der praktischen Probleme bei der Nutzung von MIMO-Verfahren in kommerziellen Systemen • Fähigkeiten in der Anwendung von Matrizenrechnung am Beispiel von MIMO-Systemen
---------------------	--

- Fähigkeiten in der Anwendung stochastischer Methoden am Beispiel von MIMO-Systemen

Voraussetzungen

- Mathematik A, B,C
- Wünschenswert sind Kenntnisse der Signalverarbeitung (z.B. Module „Signalverarbeitung und Informationsverarbeitung digitale Regelung und Sensornetze" oder „Signalverarbeitung und Übertragungssysteme der Hochfrequenztechnik" oder „Digitale Signalverarbeitung")
- Wünschenswert sind Kenntnisse der Mobilkommunikation
- Wünschenswert sind Kenntnisse der Kommunikationstechnik, wie sie in den Vorlesungen „Signale und Kommunikationssysteme" und „Kommunikationstechnik I" (BA-Modul „Kommunikationstechnik") und „Kommunikationstechnik II" (MA-Modul „Informationsverarbeitung und Kommunikationstechnik" oder „Kommunikationstechnik B") vermittelt werden

Verwendbarkeit

- Wahlpflichtmodul für alle Vertiefungsrichtungen der Masterstudiengänge EIT und ME

Leistungsnachweis

Mündliche Modulprüfung von 30min Dauer (mP-30) oder schriftliche Prüfung von 60min Dauer (sP-60)

Dauer und Häufigkeit

Das Modul dauert 1 Trimester, beginnt jedes Studienjahr, als Startzeitpunkt ist das 10. Trimester vorgesehen (HT im 2. Studienjahr)

Modul 1192 Mensch-Maschine Interaktion

zugeordnet zu: Wahlpflichtmodule Vertiefungsrichtung: Mechatronik

Studiengang:	Mathematical Engineering	Modultyp:	Wahlpflicht
Workload gesamt (h):	90 Stunden	ECTS-Punkte:	3
-> Präsenzzeit (h):	48 Stunden	TWS:	4 Stunden
-> Selbststudium (h):	42 Stunden		

Modulbestandteile	11921	Mensch-Maschine Interaktion (Vorlesung (PF) - 2 TWS)
	11922	Mensch-Maschine Interaktion (Übung (PF) - 2 TWS)

Modulverantwortlicher Prof. Dr.-Ing. habil. Michael Popp

Inhalt Die Studierenden erwerben im Modul "Mensch-Maschine Interaktion" einen detaillierten Einblick in die theoretischen Grundlagen und Möglichkeiten der Gestaltung, sowie die Vor- und Nachteile konkreter Realisationen solcher Schnittstellen. Dies erfolgt auf der Basis der Vermittlung von Grundlagen und Modellen der menschlichen Wahrnehmung, Kognition und Informationsverarbeitung. Der Vorlesungsstoff wird an konkreten Beispielen verdeutlicht und in praktischen Übungen vertieft.

- Zu Beginn erfolgt eine Einführung in die menschliche Informationsverarbeitung mit Beispielen von aktuellen Aufmerksamkeitstheorien, Kognitions- und Gedächtnismodellen.
- Eine vollständige Darstellung der menschliche sensorischen Wahrnehmung mit besonderer Betonung der visuellen Wahrnehmung verdeutlicht die zugrunde liegenden physiologischen und die mit ihnen einhergehenden mentalen Prozesse. Aus beiden entsteht ein Verständnis für die Komplexität der wechselseitigen Interaktion an Schnittstellen. Schon daraus lässt sich ableiten, wie gute Schnittstellen konstruiert werden müssen.
- Es werden alle Leistungsparameter einer guten, erfolgreichen Schnittstellengestaltung angesprochen. Dabei wird besonderer Wert auf die Vermittlung von wissenschaftlichen Methoden und Experimentalverfahren zur Schnittstellenbewertung gelegt.
- Neben den bisherigen, teilweise rein technisch, teilweise noch mechanisch arbeitenden Schnittstellen gewinnen überwiegend oder reine Softwarelösungen für Schnittstellen immer mehr an Bedeutung. Aus diesem Grund wird in Vorlesung und Übung besonderer Wert auf die Vermittlung auch von Kenntnissen in Software-Ergonomie bis hin zu allerneuesten entsprechenden Technologien gelegt.
- Im praxisorientierten Teil werden konkrete Anzeigen und Bedienelemente einzeln und als Funktionsgruppen betrachtet, ihre Entwicklung bis heute vorgestellt und diskutiert. Die Veranstaltung schließt mit einer Darstellung und Diskussion moderner Schnittstellenlösungen von komplexen Flugzeugarbeitsplätzen bis hin zu Fahrerassistenzsystemen des Automobilsektors.

Qualifikationsziele	<ul style="list-style-type: none">• Die Studierenden kennen die relevanten Gestaltungsparameter auf beiden Seiten einer Mensch-Maschine Interaktion und ihre wechselseitige Abhängigkeit.• Sie besitzen das Basiswissen über die relevanten Aspekte der menschlichen Wahrnehmung, der Gedächtnisleistungen, der kognitiven Fähigkeiten und der Biomechanik des Menschen.• Sie kennen die bisher in der Technik und Informatik erarbeiteten Schnittstellenlösungen in Hard- und Software, Ihre Vor- und Nachteile.• Sie können bei gegebenen Anforderungen und Randbedingungen eigenständig einfache neue Schnittstellen entwerfen und verfügen über das Methodenwissen, diese im Vergleich zu anderen Lösungen experimentell und theoretisch fundiert zu bewerten.
Voraussetzungen	keine
Verwendbarkeit	Die Gestaltung wirksamer Schnittstellen zur Interaktion zwischen Benutzer und technischen Systemen gehört zu praktisch allen Aspekten ingenieurtechnischen, konstruktiven Arbeitens. Absolventen des Master-Studiengangs Luft- und Raumfahrttechnik werden immer vor der Frage stehen, wie Systemzustände einem Nutzer/Operator angezeigt werden und auf welche Art und Weise dieser dem System seine Wünsche/Direktiven mitteilen soll. Auch die ständig steigende Flexibilität der Reaktionsmöglichkeiten technischer Systeme auf variable Anforderungen und Einsatzszenarios macht die gute Gestaltung der Schnittstelle zu einer herausfordernden und anspruchsvollen Aufgabe, die mit "common sense" bzw. herkömmlich Lösungen nicht mehr befriedigend bewältigt werden kann.
Leistungsnachweis	Schriftliche Prüfung 60 Minuten (ohne Hilfsmittel) oder mündliche Prüfung 30 Minuten (ohne Hilfsmittel)
Sonstige Bemerkungen	Dieses Modul kann auch als Munich-Aerospace-Partnermodul belegt werden.
Literatur	<ul style="list-style-type: none">• Birbaumer N., Schmidt R.F.: Biologische Psychologie. Heidelberg: Springer Medizin Verlag, 2006.• Bruce V., Green P.R.: Visual Perception. London: Lawrence Erlbaum Associates, 1992.• Charwat H.J.: Lexikon der Mensch-Maschine-Kommunikation. München: Oldenbourg Verlag, 1992.• Jukes M.: Aircraft Display Systems. London: Professional Engineering Publishing Limited, 2004.• Reason J.: Human Error. Cambridge: University Press, 1990.• Schmidtke H.: Lehrbuch der Ergonomie. München: Hanser Verlag, 1981.
Dauer und Häufigkeit	Das Modul dauert ein Trimester, es findet jährlich im Frühjahrstrimester statt.

Modul 1413 Mensch-Maschine Interaktion ab Jahrgang 2013 ff

zugeordnet zu: Wahlpflichtmodule Vertiefungsrichtung: Mechatronik

Studiengang:	Mathematical Engineering	Modultyp:	Wahlpflicht
Workload gesamt (h):	150 Stunden	ECTS-Punkte:	5
-> Präsenzzeit (h):	48 Stunden	TWS:	4 Stunden
-> Selbststudium (h):	102 Stunden		

Modulbestandteile	14131	Mensch-Maschine Interaktion (Vorlesung (PF) - 2 TWS)
	14132	Mensch-Maschine Interaktion (Übung (PF) - 2 TWS)

Modulverantwortlicher Prof. Dr.-Ing. habil. Michael Popp

Inhalt

Die Studierenden erwerben im Modul "Mensch-Maschine Interaktion" einen detaillierten Einblick in die theoretischen Grundlagen und Möglichkeiten der Gestaltung, sowie die Vor- und Nachteile konkreter Realisationen solcher Schnittstellen. Dies erfolgt auf der Basis der Vermittlung von Grundlagen und Modellen der menschlichen Wahrnehmung, Kognition und Informationsverarbeitung. Der Vorlesungsstoff wird an konkreten Beispielen verdeutlicht und in praktischen Übungen vertieft.

- Zu Beginn erfolgt eine Einführung in die menschliche Informationsverarbeitung mit Beispielen von aktuellen Aufmerksamkeitstheorien, Kognitions- und Gedächtnismodellen.
- Eine vollständige Darstellung der menschlichen sensorischen Wahrnehmung mit besonderer Betonung der visuellen Wahrnehmung verdeutlicht die zugrunde liegenden physiologischen und die mit ihnen einhergehenden mentalen Prozesse. Aus beiden entsteht ein Verständnis für die Komplexität der wechselseitigen Interaktion an Schnittstellen. Schon daraus lässt sich ableiten, wie gute Schnittstellen konstruiert werden müssen.
- Es werden alle Leistungsparameter einer guten, erfolgreichen Schnittstellengestaltung angesprochen. Dabei wird besonderer Wert auf die Vermittlung von wissenschaftlichen Methoden und Experimentalverfahren zur Schnittstellenbewertung gelegt.
- Neben den bisherigen, teilweise rein technisch, teilweise noch mechanisch arbeitenden Schnittstellen gewinnen überwiegend oder reine Softwarelösungen für Schnittstellen immer mehr an Bedeutung. Aus diesem Grund wird in Vorlesung und Übung besonderer Wert auf die Vermittlung auch von Kenntnissen in Software-Ergonomie bis hin zu allerneuesten entsprechenden Technologien gelegt.
- Im praxisorientierten Teil werden konkrete Anzeigen und Bedienelemente einzeln und als Funktionsgruppen betrachtet, ihre Entwicklung bis heute vorgestellt und diskutiert. Die Veranstaltung schließt mit einer Darstellung und Diskussion moderner Schnittstellenlösungen von komplexen Flugzeugarbeitsplätzen bis hin zu Fahrerassistenzsystemen des Automobilsektors.

Qualifikationsziele	<ul style="list-style-type: none">• Die Studierenden kennen die relevanten Gestaltungsparameter auf beiden Seiten einer Mensch-Maschine Interaktion und ihre wechselseitige Abhängigkeit.• Sie besitzen das Basiswissen über die relevanten Aspekte der menschlichen Wahrnehmung, der Gedächtnisleistungen, der kognitiven Fähigkeiten und der Biomechanik des Menschen.• Sie kennen die bisher in der Technik und Informatik erarbeiteten Schnittstellenlösungen in Hard- und Software, Ihre Vor- und Nachteile.• Sie können bei gegebenen Anforderungen und Randbedingungen eigenständig einfache neue Schnittstellen entwerfen und verfügen über das Methodenwissen, diese im Vergleich zu anderen Lösungen experimentell und theoretisch fundiert zu bewerten.
Voraussetzungen	keine
Verwendbarkeit	Die Gestaltung wirksamer Schnittstellen zur Interaktion zwischen Benutzer und technischen Systemen gehört zu praktisch allen Aspekten ingenieurtechnischen, konstruktiven Arbeitens. Absolventen des Master-Studiengangs Luft- und Raumfahrttechnik werden immer vor der Frage stehen, wie Systemzustände einem Nutzer/Operator angezeigt werden und auf welche Art und Weise dieser dem System seine Wünsche/Direktiven mitteilen soll. Auch die ständig steigende Flexibilität der Reaktionsmöglichkeiten technischer Systeme auf variable Anforderungen und Einsatzszenarios macht die gute Gestaltung der Schnittstelle zu einer herausfordernden und anspruchsvollen Aufgabe, die mit "common sense" bzw. herkömmlich Lösungen nicht mehr befriedigend bewältigt werden kann.
Leistungsnachweis	Schriftliche Prüfung 60 Minuten (ohne Hilfsmittel) oder mündliche Prüfung 30 Minuten (ohne Hilfsmittel)
Sonstige Bemerkungen	Dieses Modul kann auch als Munich-Aerospace-Partnermodul belegt werden.
Literatur	<ul style="list-style-type: none">• Birbaumer N., Schmidt R.F.: Biologische Psychologie. Heidelberg: Springer Medizin Verlag, 2006.• Bruce V., Green P.R.: Visual Perception. London: Lawrence Erlbaum Associates, 1992.• Charwat H.J.: Lexikon der Mensch-Maschine-Kommunikation. München: Oldenbourg Verlag, 1992.• Jukes M.: Aircraft Display Systems. London: Professional Engineering Publishing Limited, 2004.• Reason J.: Human Error. Cambridge: University Press, 1990.• Schmidtke H.: Lehrbuch der Ergonomie. München: Hanser Verlag, 1981.
Dauer und Häufigkeit	Das Modul dauert ein Trimester, es findet jährlich im Frühjahrstrimester statt.

Modul 1072 Messmethoden in der Strömungsmechanik

zugeordnet zu: Wahlpflichtmodule Vertiefungsrichtung: Mechatronik

Studiengang:	Mathematical Engineering	Modultyp:	Pflicht
Workload gesamt (h):	150 Stunden	ECTS-Punkte:	5
-> Präsenzzeit (h):	48 Stunden	TWS:	4 Stunden
-> Selbststudium (h):	102 Stunden		

Modulbestandteile	10721	Messmethoden in der Strömungsmechanik (Vorlesung (PF) - 2 TWS)
	10722	Messmethoden in der Strömungsmechanik (Übung (PF) - 2 TWS)

Modulverantwortlicher Prof. Dr. rer. nat. habil. Christian Kähler

Inhalt

Bei strömungsmechanischen Entwurfsaufgaben spielt das Versuchswesen eine zentrale Rolle. Sei es an einem verkleinerten Modell im Windkanal oder an der Großausführung. Die dabei zur Verfügung stehenden diagnostischen Hilfsmittel haben sich ebenso rasant entwickelt, wie die Elektronik der schnellen Signalverarbeitung und besonders die Laseroptik.

Im Modul "Messmethoden in der Strömungsmechanik" werden die wichtigsten mechanischen, elektrischen und optischen Messverfahren behandelt, die heute in der Forschung und Entwicklung eingesetzt werden.

- Versuchsanlagen für Modelluntersuchungen
- Verfahren zur Visualisierung von Strömungen
- Druckmessverfahren
- Kraftmessung
- Hitzdrahttechnik
- Laser Zwei Fokus Anemometer (L2F)
- Laser Doppler Anemometrie (LDA)
- Doppler Global Velocimetry (DGV)
- Particle Image Velocimetry (PIV)
- Particle Tracking Velocimetry (PTV)
- Schlierenverfahren
- Interferometer
- Thermographie
- Pressure Sensitive Paint (PSP)

Qualifikationsziele

- Die Studierenden kennen das grundlegende Messprinzip der verschiedenen mechanischen, elektrischen und optischen Messverfahren.
- Die Studierenden kennen die Vor- und Nachteile der vorgestellten Messverfahren und sind in der Lage, bei einem gegebenen praktischen Problem die geeignete Messtechnik auszuwählen, die zur Beantwortung der strömungsmechanischen Fragestellung führt.

- Die Studierenden haben eine Vorstellung von den wirtschaftlichen Aspekten, d.h. welcher finanzielle und personelle Aufwand ist mit dem Einsatz eines bestimmten Messverfahrens unter Erhalt welcher strömungsmechanischen Erkenntnisse verbunden.

Voraussetzungen

Grundkenntnisse aus Physik und Messtechnik sowie die Vorlesung "Strömungsmechanik".

Verwendbarkeit

Die Inhalte des Moduls "Messmethoden in der Strömungsmechanik" vermitteln zentrale Begriffe der Messtechnik. Einige der vorgestellten Methoden werden in einer nachfolgenden Lehrveranstaltung, dem "Apparativen Praktikum Fluidodynamik", in den Laboren des Instituts für Strömungsmechanik in kleinen Gruppen angewendet. Zudem bereitet das Modul auf Messungen vor, die im Rahmen von Bachelor-/Masterarbeiten durchgeführt werden.

Leistungsnachweis

Schriftliche Prüfung 75 Minuten (Hilfsmittel: nicht-programmierbarer Taschenrechner) oder mündliche Prüfung 30 Minuten (ohne Hilfsmittel)

Sonstige Bemerkungen

Dieses Modul kann auch als Munich-Aerospace-Partnermodul belegt werden.

Zuordnung zu den Studienschwerpunkten siehe Tabelle am Anfang des Dokumentes.

Literatur

- Eckelmann H.: Einführung in die Strömungsmesstechnik. Teubner, 1997.
- Tropea C., Yarin A.L., Foss J.F.: Springer Handbook of Experimental Fluid Mechanics. Springer Verlag, 2007.
- Raffel M., Willert C., Wereley S., Kompenhans J.: Particle Image Velocimetry. Springer Verlag, 2007.

Dauer und Häufigkeit

Das Modul dauert ein Trimester, es findet im Frühjahrstrimester des 1. Master-Studienjahres statt.

Modul 1301 Methoden der künstlichen Intelligenz

zugeordnet zu: Wahlpflichtmodule Vertiefungsrichtung: Mechatronik

Studiengang:	Mathematical Engineering	Modultyp:	Wahlpflicht
Workload gesamt (h):	180 Stunden	ECTS-Punkte:	6
-> Präsenzzeit (h):	72 Stunden	TWS:	6 Stunden
-> Selbststudium (h):	108 Stunden		

Modulbestandteile	13011	Neuronale Netze (Vorlesung (WP) - 3 TWS)
	13012	Fuzzy Logic (Vorlesung (WP) - 3 TWS)

Modulverantwortlicher Priv.-Doz. Dr.-Ing. Gerhard Staudé

Inhalt

a) Lehrveranstaltung **Neuronale Netze** (Prof. Wolf)

Neuronale Netze als Alternative zur klassischen Wissensverarbeitung wurden erstmalig schon 1943 diskutiert, mit der allgemeinen Verfügbarkeit der ersten Computer um 1960 in Pilotexperimenten realisiert, aber erst nach der Entwicklung schneller SIMD-Rechner nach 1985 auf breiter Basis zur Signal- und Wissensverarbeitung eingesetzt. Anwendungsbereiche waren und sind insbesondere die Mustererkennung sowie die Regelungs- und Automatisierungstechnik. Die Neuronalen Netze sind den nichtlinearen Verfahren zuzuordnen und haben eine enge Beziehung zum Bereich "Expertensysteme" bzw. "Adaptive Systeme". In dieser Wahlpflichtvorlesung wird deshalb eine Einführung in diesen Problembereich und spezielle Anwendungsfälle angeboten, bevor das Grundkonzept der Neuronalen Netze besprochen wird. Zur Vertiefung der Grundkenntnisse sollen dann anhand von exemplarischen Aufgaben und Beispielen im Selbststudium (Projektlehre) Lösungsansätze mit Neuronalen Netzen erarbeitet werden. Werkzeug dazu ist die Signalverarbeitungssoftware MATLAB.

b) Lehrveranstaltung **Fuzzy Logic** (PD Dr. Staudé)

Fuzzy Logic als Alternative zur Booleschen Logik ist schon lange eingeführt, erlebt aber in den letzten Jahren insbesondere in der Mustererkennung sowie der Regel- und Automatisierungstechnik einen Boom. Sie ist den nichtlinearen Verfahren zuzuordnen und hat eine enge Beziehung zum Bereich "Expertensysteme". In dieser Wahlpflichtvorlesung wird deshalb eine Einführung in diesen Problembereich und spezielle Anwendungsfälle angeboten. Ausgehend von einer Übersicht über das Konzept der Fuzzy Logic werden die verschiedenen Aspekte der Fuzzifizierung und der Defuzzifizierung eingehend besprochen. Im zweiten Teil der Vorlesung, der zur Vertiefung dieser Grundkenntnisse dient, sollen dann anhand von exemplarischen Beispielen aus den Bereichen Automatisierungstechnik, Kommunikationstechnik und Medizintechnik Lösungsansätze unter Verwendung von Fuzzy Logic aufgezeigt werden.

Qualifikationsziele	<p>Die Studierenden sollen nach der Lehrveranstaltung Methoden der Künstlichen Intelligenz folgende Kernkompetenzen erworben haben:</p> <ul style="list-style-type: none">• Grundlegendes methodisches Wissen im Bereich Künstliche Intelligenz (KI)• Vernetzung des Wissens aus der klassischen Informationsverarbeitung mit dem aus dem KI-Bereich• Basiskenntnisse in Entwurf und Anwendung von Neuronalen Netzen und Fuzzy Inference Systemen• Sicherheit im selbständigen problemorientierten Arbeiten
Voraussetzungen	<ul style="list-style-type: none">• Die Vorlesung erfordert keine über das BSc-Studium hinausgehenden Vorkenntnisse, allerdings sollte man der Mathematik nicht abgeneigt sein.
Verwendbarkeit	<ul style="list-style-type: none">• Wahlpflichtmodul für alle Vertiefungsrichtungen der Studiengänge Elektrotechnik und Informationstechnik (M. Sc.) und Mathematical Engineering (M. Sc.)• Wahlpflichtmodul für das Anwendungsfach Elektrotechnik im Studiengang Informatik (M. Sc.)
Leistungsnachweis	<ul style="list-style-type: none">• Schriftliche Prüfung von 90 Minuten Dauer oder mündliche Prüfung von 30 Minuten Dauer (sP-90 oder mP-30). Die genauen Prüfungsmodalitäten werden zu Beginn der Lehrveranstaltung bekanntgegeben.
Modulnote	<p>Für die Modulnote werden die Leistungen der Lehrveranstaltungen "Neuronale Netze" und "Fuzzy Logic" im Verhältnis 1:1 gewertet. Die Modulprüfung ist bestanden, wenn jede der beiden Lehrveranstaltungen mindestens mit "ausreichend" (4.0) bewertet wurde.</p>
Literatur	<p>G. D. Rey, K. F. Wender, Neuronale Netze: Eine Einführung in die Grundlagen, Anwendungen und Datenauswertung. Verlag Huber, Bern, 2008.</p> <p>Constantin von Altrock: Fuzzy Logic. München, Oldenburg Verlag, 1993</p> <p>Senén Baro and Roque Marín (ed.): Fuzzy Logic in Medicine, Physica Verlag Heidelberg, 2002</p>
Dauer und Häufigkeit	<ul style="list-style-type: none">• Das Modul dauert 2 Trimester.• Das Modul beginnt jedes Studienjahr jeweils im Wintertrimester.

- Als Startzeitpunkt ist das Wintertrimester im ersten Studienjahr vorgesehen.

Modul 1074 Methoden in der Produktentwicklung

zugeordnet zu: Wahlpflichtmodule Vertiefungsrichtung: Mechatronik

Studiengang:	Mathematical Engineering	Modultyp:	Wahlpflicht
Workload gesamt (h):	150 Stunden	ECTS-Punkte:	5
-> Präsenzzeit (h):	72 Stunden	TWS:	6 Stunden
-> Selbststudium (h):	78 Stunden		

Modulbestandteile	10741	Methoden in der Produktentwicklung (Vorlesung (PF) - 4 TWS)
	10742	Methoden in der Produktentwicklung (Übung (PF) - 2 TWS)

Modulverantwortlicher Prof. Dr.-Ing. Kristin Paetzold

Inhalt	<p>Allgemeine Betrachtung</p> <ul style="list-style-type: none"> • Motivation; Bedeutung und Aufgabenfelder der Produktentwicklung • Einordnung der Produktentwicklung in Markt/Unternehmen/Gesellschaft • Systemtheoretische Ansätze zur Beschreibung technischer Systeme • Integrierte Produktentwicklung <p>Prozessgestaltung</p> <ul style="list-style-type: none"> • Strukturierung von Entwicklungsprozessen: operative und strategische Vorgehensmodelle • Prozessgestaltung für interdisziplinäre Entwicklungsaufgaben • Darstellung der Phasen und Beschreibung der typischen Handlungen im Produktentwicklungsprozess am Beispiel <p>Methodenunterstützung in der Produktentwicklung</p> <ul style="list-style-type: none"> • Strukturierung der Methoden auf Basis des Problemlösungszyklus • Darstellung von methodischem Vorgehen für Synthese, Analyse und Bewertung von technischen Lösungen • Aspekte und Bedeutung von DfX als Möglichkeit zum Wissensmanagement in der Entwicklung • Vorgehensweise und Methoden zum Variantenmanagement <p>Rechnerunterstützung in der Produktentwicklung</p> <ul style="list-style-type: none"> • Produktdatenmanagement: Methoden zur Aufbereitung und der Daten- und Informationsflüsse im Entwicklungsprozess • CAx-Werkzeugen zur Methodenunterstützung; Einordnung der CAx-Werkzeuge in den Produktentwicklungsprozess
--------	--

Qualifikationsziele • Vermittlung von Kenntnissen über Grundlagen der Entwicklungsmethodiken in den Ingenieurwissenschaften

- Erlernen einer methodischen, zielgerichteten Arbeitsweise zur Entwicklung technischer Systeme
- Neben der Vorstellung der Methoden werden Kenntnisse über geeignete Hilfsmittel und Werkzeuge zur Lösungsfindung bereitgestellt, die anhand praxisnaher Beispiele angewendet werden
- Die Lehrveranstaltung soll einen Überblick über die vielfältigen Möglichkeiten der Rechnerunterstützung in der Produktentwicklung und deren Grenzen aufzeigen

Voraussetzungen

keine

Verwendbarkeit

Das Modul **Methoden der Produktentwicklung** stellt die Grundlagen für ein strukturiertes Herangehen zur Lösung von komplexen Entwicklungsaufgaben sowohl für konstruktive Tätigkeiten während des Studiums als auch für spätere Einsatzgebiete im Bereich der Luft- und Raumfahrttechnik bereit.

Leistungsnachweis

Schriftliche Prüfung mit 90 Minuten Dauer am Ende des Herbsttrimesters.

Wiederholungsmöglichkeit zum Ende des 1. Quartals.

Für die Prüfung darf eine einseitig handbeschriebene DIN A4-Seite zur Unterstützung verwendet werden.

Sonstige Bemerkungen

Zuordnung zu den Studienschwerpunkten siehe Tabelle am Anfang des Dokumentes.

Literatur

- Pahl G., Beitz W., Feldhusen J., Gote H.: Pahl/Beitz Konstruktionslehre: Grundlagen erfolgreicher Produktentwicklung. Methoden und Anwendung. 7. Auflage. Berlin: Springer-Verlag, 2006.
- Ehrenspiel K.: Integrierte Produktentwicklung Denkabläufe, Methodeneinsatz, Zusammenarbeit. 3. Auflage. Hanser Fachbuchverlag, 2006.
- Lehner F.: Wissensmanagement. Grundlagen, Methoden und technische Unterstützung. 3. Auflage. Hanser Fachbuchverlag, 2009.
- Eigner M., Stelzer R.: Produktdatenmanagement-Systeme: Ein Leitfaden für Product Development und Life Cycle Management. 2. Auflage. Berlin: Springer Verlag, 2009.

Dauer und Häufigkeit

Das Modul dauert 1 Trimester, es findet im Herbsttrimester des 1. Master-Studienjahres statt.

Modul 1308 Microcontroller und SPS im Vergleich - ein Studienprojekt

zugeordnet zu: Wahlpflichtmodule Vertiefungsrichtung: Mechatronik

Studiengang:	Mathematical Engineering	Modultyp:	Wahlpflicht
Workload gesamt (h):	180 Stunden	ECTS-Punkte:	6
-> Präsenzzeit (h):	60 Stunden	TWS:	5 Stunden
-> Selbststudium (h):	120 Stunden		

Modulbestandteile	13081	Microcontroller und Speicherprogrammierbare Steuerungen (Vorlesung (WP) - 0.5 TWS)
	13082	Microcontroller und Speicherprogrammierbare Steuerungen (Studienprojekt (WP) - 4.5 TWS)
	13083	Studienprojekt Microcontroller vs SPS (Projekt (WP) - 10 TWS)

Modulverantwortlicher Prof. Dr.-Ing. Werner Wolf

Inhalt

Teil A:

Im Bereich der Rechneranwendungen nimmt Prozessdatenverarbeitung (PDV) bei der Rationalisierung und Automatisierung eine bedeutende Stellung ein, wobei technologisch vorwiegend Microcontroller (MCU) im Anwendungsbereich zum Einsatz kommen. Die grundsätzlichen Konzepte der MCU werden in der Vorlesung „embedded systems“ behandelt. In dieser Wahlpflichtlehrveranstaltung wird zur Einführung auf den prinzipiellen Aufbau und die Wirkungsweise der MCU am Beispiel des Mikrocontrollers MC912DG128A eingegangen, bevor die Studierenden zur Vertiefung dieser Grundkenntnisse dann anhand von exemplarischen Beispielen (z.B. Drehzahlregelung eines Gleichstrommotors, Werkzeugmaschinensteuerung, Ablaufsteuerung einer Reaktionszeitmessung) diese vertiefen. Die Programmierung erfolgt in Assembler, da dies den direkten Einblick in die MCU erlaubt. Dabei ist auch der Programmtest mit Hilfe des Debugging eingeschlossen. Für diesen Teil der Lehrveranstaltung steht ein Entwicklungssystem in einem Praktikumsraum zur Verfügung, an dem die Studierenden diese Lehrinhalte selbständig und in freier Zeiteinteilung erarbeiten sollen.

Teil B:

Eine Speicherprogrammierbare Steuerung (SPS) ist eine elektronische Baugruppe, die in der Automatisierungstechnik für Steuerungs- und Regelungsaufgaben eingesetzt wird. Im Prinzip handelt es sich dabei um ein Computersystem mit spezialisierten Eingabe und Ausgabe Schnittstellen. Über diese ist die SPS mit Sensoren und Aktuatoren verbunden und kann so Fertigungsprozesse überwachen und beeinflussen. Wesentlich ist bei der SPS, dass sie programmierbar ist und damit jederzeit flexibel Produkt-, Ablauf- oder Fertigungsveränderungen angepasst werden kann.

Diese Wahlpflichtvorlesung baut auf grundlegendem Wissen zur SPS-Programmierung auf und vermittelt weitergehendes Wissen sowie dessen praktische Anwendung in einem Studienprojekt. Dieses umfasst die Ablaufsteuerung von komplexen Fertigungsprozessen un-

ter Einbeziehung von Modellaufbauten. Methodisch werden auch hier vorwiegend Werkzeuge des Blended-Learnings eingesetzt.

Qualifikationsziele

- Erwerb von grundlegendem methodischen Wissen zum Bereich Prozessdatenverarbeitung (PDV)
- Erwerb von vertieften Kenntnissen zur Anwendung von Microcontrollern in der Automatisierungstechnik als Kernanwendung in der PDV
- Erwerb von erweitertem methodischen Wissen zum Bereich Speicherprogrammierbare Steuerungen (SPS) und ihrer Anwendung in der Automatisierungstechnik.
- Sicheres Beherrschen der Programmierung des Microcontrollers mit Assembler sowie der SPS mit Step7 und den entsprechenden Programmierumgebungen
- Training on Job der Programmierung anhand einer komplexen Anwendung (Projekt)
- Selbständiges problemorientiertes Erlernen mit Hilfe moderner Medien.
- Training der Problemlösung in Team-Arbeit.

Voraussetzungen

- Grundkenntnisse der Digitalen Schaltungstechnik und der Programmierung
- SPS Basiswissen, z.B. aus dem B. Sc. Wahlpflichtmodul 'SPS - Eine Einführung in das Konzept und die Programmierung von Speicherprogrammierbaren Steuerungen'
- Teilnahme an der Vorlesung „Embedded Systems“ (M.Sc.) bzw. „Architektur und Programmierung von Microcontrollern (B.Sc.)
- Wegen der studentenzentrierten Ausrichtung muss die Teilnehmerzahl für diese Veranstaltung auf 6 Teilnehmer beschränkt werden.

Verwendbarkeit

- Wahlpflichtmodul für alle Vertiefungsrichtungen der Studiengänge Elektrotechnik und Informationstechnik (M. Sc.) und Mathematical Engineering (M. Sc.)

Hinweis: Das Modul ist nur dann verwendbar, wenn keine der zugehörigen Lehrveranstaltungen im Rahmen eines anderen Moduls eingebracht wird!

Leistungsnachweis

- Der Leistungsnachweis für das Modul erfolgt in Form einer schriftlichen Projektdokumentation und ihrer Präsentation in Form eines Seminarvortrags von 30 Minuten Dauer.
- Der Leistungsnachweis wird in einem Notenschein bestätigt (NoS).

Sonstige Bemerkungen

Die Lehreinheiten des Studienprojekts werden von den Studierenden in weitgehend freier Zeiteinteilung aktiv im Labor erarbeitet.

Literatur

Kupris G., Thamm O.: Mikrocontroller- Design. Hard- und Softwareentwicklung mit dem 68HC12/HCS12. Hanser, 2003

Ungerer T., Brinkschulte U.: Mikrocontroller und Mikroprozessoren. Springer, 2007

http://www.freescale.com/files/microcontrollers/doc/data_sheet/MC912DT128A.pdf

Jacobson E.: Einführung in die Prozeßdatenverarbeitung, Hanser, 1996

Reißenweber B: Prozessdatenverarbeitung, Oldenbourg, 1995, Signatur: /I-LB785

D. Zastrow, G. Wellenreuther: Automatisieren mit SPS - Theorie und Praxis. Vieweg-Verlag, 2008.

Dauer und Häufigkeit

- Das Modul dauert 1 Trimester.
- Das Modul beginnt jedes Studienjahr jeweils im Herbsttrimester.

Modul 1075 Moderne Methoden der Regelungstechnik

zugeordnet zu: Wahlpflichtmodule Vertiefungsrichtung: Mechatronik

Studiengang:	Mathematical Engineering	Modultyp:	Wahlpflicht
Workload gesamt (h):	150 Stunden	ECTS-Punkte:	5
-> Präsenzzeit (h):	48 Stunden	TWS:	4 Stunden
-> Selbststudium (h):	102 Stunden		

Modulbestandteile	10751	Moderne Methoden der Regelungstechnik (Vorlesung (PF) - 2 TWS)
	10752	Moderne Methoden der Regelungstechnik (Übung (PF) - 2 TWS)

Modulverantwortlicher PD Dr.-Ing. Gunther Reißig

Inhalt

Gegenstand des Moduls sind lineare zeitinvariante Zustandssysteme mit mehreren Ein- oder Ausgängen, kurz „Mehrgrößensysteme“. Vermittelt werden systematische Methoden der Bestimmung und Vorgabe von Systemeigenschaften (Analyse und Auslegung) und des Entwurfs linearer Regler zur gezielten Beeinflussung von Systemeigenschaften (Regelung). Dazu werden u.a. folgende Themen behandelt:

- 1) Gegenstand, Geschichte und typische Anwendungsbeispiele von Mehrgrößensystemen.
- 2) Allgemeine Lösung, Koordinatentransformationen, Matrixexponentialfunktion.
- 3) Steuerbarkeit, Beobachtbarkeit, Normalformen.
- 4) Übertragungsfunktion, Realisierbarkeit und Realisierung.
- 5) Stabilitätsbegriffe und -kriterien.
- 6) Zustandsrückführungen: Stabilisierung, Sollwertreglung, Entkopplung.
- 7) Beobachter, Separationsprinzip.
- 8) Störungen, Robustheit, I-Anteil.
- 9) Elemente der Linearen Optimalen Regelung.
- 10) Rechnergestützte Verfahren.

Qualifikationsziele

Die Studierenden wissen, was Mehrgrößensysteme sind und beherrschen die im Modul vermittelten Methoden zur Analyse, Auslegung und Regelung solcher Systeme. Sie sind in der Lage zu erkennen, inwieweit die vermittelten Methoden auf vorgelegte praktische Problemstellungen anwendbar sind; ggf. können sie die Methoden sicher und wenn nötig unter Zuhilfenahme geeigneter Software zur Lösung der Problemstellung anwenden.

Voraussetzungen

„Höhere Mathematik“, „Technische Mechanik“, „Messtechnik“, „Experimentalphysik“, „Allgemeine Elektrotechnik“, „Steuer- und Regelungstechnik“ und „Regelungstechnik“.

Verwendbarkeit	<p>Voraussetzung für wissenschaftliche Grundlagenuntersuchungen und angewandte Forschung und Entwicklung auf dem Gebiet der Steuer- und Regelungstechnik.</p> <p>In diesem Studiengang:</p> <ul style="list-style-type: none">• Voraussetzung für Teilnahme am App. Praktikum „Regelungstechnik“• Voraussetzung für das Modul „Filter und Schätzverfahren“
Leistungsnachweis	Schriftliche Prüfung 90 Minuten
Sonstige Bemerkungen	Zuordnung zu den Studienschwerpunkten siehe Tabelle am Anfang des Dokumentes.
Literatur	<ul style="list-style-type: none">• Antsaklis, Michel: A Linear Systems Primer, Birkhäuser 2007.• Lunze: Regelungstechnik 2, Springer 2010.• Sontag: Mathematical Control Theory, Springer 1998.• Svaricek, F.: Zuverlässige numerische Analyse linearer Regelungssysteme, Teubner 1995.
Dauer und Häufigkeit	Das Modul dauert ein Trimester, es findet im Herbsttrimester des 1. Master-Studienjahres statt. Das Modul wird jedes Studienjahr angeboten.

Modul 1076 Moderne Strukturwerkstoffe

zugeordnet zu: Wahlpflichtmodule Vertiefungsrichtung: Mechatronik

Studiengang:	Mathematical Engineering	Modultyp:	Pflicht
Workload gesamt (h):	150 Stunden	ECTS-Punkte:	5
-> Präsenzzeit (h):	48 Stunden	TWS:	4 Stunden
-> Selbststudium (h):	102 Stunden		

Modulbestandteile	10761	Moderne Strukturwerkstoffe (Vorlesung (PF) - 2 TWS)
	10762	Moderne Strukturwerkstoffe (Übung (PF) - 2 TWS)

Modulverantwortlicher Prof. Dr.-Ing. habil. Hans-Joachim Gudladt

Inhalt

- Im ersten Abschnitt lernt der Student das mechanische Verhalten von Polymeren und Faserverbundwerkstoffen, bevorzugt auf Epoxyd-basis, kennen. Dabei wird der amorphen Struktur des Werkstoffes dadurch Rechnung getragen, dass sowohl das energie- als auch das entropie-elastische Verhalten betrachtet wird.
- Darüber hinaus werden den Studenten die Grundlagen des Schädigungsverhaltens von Verbundwerkstoffen unter schwingender Beanspruchung vermittelt. Darin sind auch moderne Strukturwerkstoffe, wie z.B. ARALL und GLARE mit eingeschlossen.
- Der zweite Teil der Vorlesung beschäftigt sich mit dem Korrosionsverhalten von metallischen und polymeren Werkstoffen im Hinblick auf Spannungsriss- und Schwingungskorrosion.
- Im letzten Teil der Vorlesung gewinnen die Studenten Einblick in das mechanische Verhalten von Werkstoffen bei hohen Temperaturen. Hierbei wird dem Aspekt des Kriechens und der Kriechschädigung breiter Raum gewidmet.
- Auf dem Bereich LRT abzielend, erhalten die Studenten gezielte Informationen zum Schädigungsverhalten von keramischen Werkstoffen, wobei besonders den sog. Verbundkeramiken (CMC) Aufmerksamkeit gewidmet wird. Darüber hinaus werden Strategien zur Duktilisierung von Keramiken dargestellt und ein Ausblick auf die zukünftige Materialentwicklung im Bereich LRT gegeben.

Qualifikationsziele

Dem Studenten werden ingenieurwissenschaftliche Inhalte vermittelt, die sich auf das mechanische Verhalten von Werkstoffen beziehen, die im Bereich der Luft- und Raumfahrt eingesetzt werden. Dazu gehören, faserverstärkte Kunststoffe (CFK), Metall-Kunststoffverbunde, z.B. GLARE, hochfeste Aluminiumwerkstoffe sowie Titan- und Nickelbasislegierungen sowie Keramikverbundwerkstoffe. Das Hauptaugenmerk richtet sich dabei auf das mechanische Verhalten unter korrosiver Beanspruchung und bei hohen Temperaturen.

Voraussetzungen Bachelor-Studium

Verwendbarkeit	Das erworbene Wissen befähigt den Studenten zum Verständnis von Strukturmaterialien im Bereich Zelle und Triebwerk in Bezug auf das mechanische Verhalten. Er wird in die Lage versetzt, Materialoptimierung für zukünftige Strukturbauteile der Luftfahrt vorzunehmen. Darüber hinaus kann er Schwachstellen der Materialien in Bezug auf Ermüdung und Korrosion erkennen und für Abhilfe sorgen.
Leistungsnachweis	Schriftliche Prüfung 60 Minuten oder mündliche Prüfung 30 Minuten
Sonstige Bemerkungen	Dieses Modul kann auch als Munich-Aerospace-Partnermodul belegt werden. Zuordnung zu den Studienschwerpunkten siehe Tabelle am Anfang des Dokumentes.
Literatur	<ul style="list-style-type: none">• Hornbogen E.: Metallische Werkstoffe, Springer Verlag, 2002.• Easterling K., Zschech E.: Werkstoffe im Trend. Berlin: Verlag Technik, 1996.• Easterling K.: Tomorrow's Materials. Dorchester, London: The Institute of Metals, the Dorset Press, 1988.• Ashby M.F., Jones R.H.: International Science and Technology. Vol. 34 & 39. Oxford, New York: Pergamon Press.• Bd. I: An introduction to their properties and application. 1980.• Bd. II: An introduction to microstructure and design. 1986.• Courtney T.H.: Mechanical Behavior of Materials. Series in Materials Science and Engineering. McGraw-Hill, 1990.
Dauer und Häufigkeit	Das Modul dauert ein Trimester, es findet im Herbsttrimester des 1. Master-Studienjahres statt.

Modul 1283 Multisensorsysteme und Sensornetze

zugeordnet zu: Wahlpflichtmodule Vertiefungsrichtung: Mechatronik

Studiengang:	Mathematical Engineering	Modultyp:	Wahlpflicht
Workload gesamt (h):	150 Stunden	ECTS-Punkte:	5
-> Präsenzzeit (h):	60 Stunden	TWS:	5 Stunden
-> Selbststudium (h):	90 Stunden		

Modulbestandteile	12831	Multisensorsysteme (Vorlesung (WP) - 3 TWS)
	12832	Sensornetze (Vorlesung (WP) - 2 TWS)

Modulverantwortlicher Prof. Dr. techn. Christian Kargel

Inhalt Vorlesung „Multisensorsysteme“ (Dr.-Ing. Ruser)

Multisensorsysteme nutzen verschiedenartige Sensoren und Informationsquellen für neues und präziseres Wissen über physikalische Größen, Ereignisse und Situationen, oft gewonnen in kürzerer Zeit und zu geringeren Kosten.

Multisensorsysteme wurden zuerst in der militärischen Aufklärung und der Sicherheitstechnik angewandt und werden heute für vielseitige Zwecke eingesetzt: in Fahrassistenzsystemen, der Robotik, Umweltsensorik, Medizintechnik, für die Bildverarbeitung, die Zustandsdiagnose technischer Systeme u.v.a.m.

Aufbauend auf einer Systematisierung der verschiedenen Ansätze und Modelle der Sensor- und Informationsfusion werden in der Lehrveranstaltung „Multisensorsysteme“ Kenntnisse und Werkzeuge für die merkmalsbasierte und probabilistische Lösung des zugrunde liegenden Parameterschätzproblems vermittelt, wie Grundlagen der Bayesschen Statistik, der Dempster-Shafer-Evidenztheorie und des Kalman-Filters, Fuzzy-Methoden sowie Voting-Ansätze.

Anhand verschiedener Nutzen-Kosten-Analysen werden Mittel zur quantitativen Bewertung von Datenfusionsansätzen kennengelernt, wie Kostenfunktionen aus a-priori Wissen und ROC-Analysen. Anhand ausgewählter praktischer Beispiele werden die studentischen Kenntnisse vertieft.

Vorlesung „Sensornetze“ (Dr.-Ing. Zhelondz)

Sensornetze bestehen aus vielen Sensorknoten, die mit Sensoren sowie kleinen eingebetteten Digitalrechnern ausgestattet sind. Die Sensorknoten erfassen Messgrößen der Umgebung und arbeiten bei der Auswertung und Interpretation der Messdaten zusammen, wobei die Kommunikation heute drahtgebunden oder über Funk bei meist dynamisch veränderlicher Netztopologie erfolgt. Digitale Mess-Systeme arbeiten hingegen meist mit unveränderlicher Netz- bzw. Busstruktur. Darüber hinaus unterliegen herkömmliche, digitale Mess-Systeme meist keinen Beschränkungen hinsichtlich ihrer Energieversorgung, während Sensornetze in den meisten Fällen mit Batterien arbeiten.

Um den Betrieb von Sensornetzen trotz stark eingeschränktem Energievorrat über lange Zeiträume aufrechtzuerhalten, müssen besondere technische Maßnahmen ergriffen werden. Diese umfassen beispielsweise die Implementierung von spezifischen Betriebsmodi, Messsignalverarbeitungs- und Auswertelgorithmen sowie die geeignete Wahl von Netzwerk-, Übertragungs- und Routingprotokollen sowie der System-Software und zweckmäßige Konzepte für die Aggregation und Datenverteilung.

In der Vorlesung „Sensornetze“ wird ausgehend von der Behandlung der Struktur und Funktionsweise busbasierter, digitaler Mess-Systeme auf die speziellen Anforderungen von gegenwärtig eingesetzten, aber auch von zukünftigen Sensornetzen hingeführt. Es werden folgende Themen behandelt:

- Drahtgebundene Sensornetze und digitale Messsysteme
- Einzelknoten in drahtlosen Sensornetzen
- Netzwerkgrundlagen in drahtlosen Sensornetzen
- Physikalische Layer in drahtlosen Sensornetzen
- MAC Layer in drahtlosen Sensornetzen
- LLC Layer in drahtlosen Sensornetzen
- Adressierung in drahtlosen Sensornetzen
- Topologie in drahtlosen Sensornetzen
- Routing in drahtlosen Sensornetzen
- Datenzentrische Kommunikation in drahtlosen Sensornetzen

Qualifikationsziele

Vorlesung „Multisensorsysteme“

- o Die Studierenden haben einen allgemeinen Überblick über das Forschungs- und Anwendungsgebiet von Multisensorsystemen und kennen praktische Beispiele, insbesondere mit militärischer Relevanz.
- o Die Studierenden sind in der Lage, die in modernen praktischen Anwendungen der Datenfusion, insbesondere in der Militär- und Sicherheitstechnik, auftretenden messtechnischen Probleme zu analysieren und nachzuvollziehen.
- o Die Studierenden sind befähigt zum Entwurf von Multisensorsystemen bei vorgegebenen Randbedingungen und zu erreichender Detektionswahrscheinlichkeit und Detektionsleistung.
- o Die Studierenden haben vertiefte Kenntnisse ausgewählter anwendungsrelevanter Methoden der Signal- und Systemmodellierung sowie der statistischen Signalverarbeitung.

Vorlesung „Sensornetze“

- o Die Studierenden besitzen Detailkenntnisse über die Strukturen und Funktionsweisen digitaler Mess-Systeme und Sensornetze sowie die grundsätzlichen Unterschiede in den jeweiligen Anforderungen.
- o Die Studierenden verstehen die Zusammenhänge zwischen den physikalischen Limitierungen und Einflüssen von Sensorik, Bus- bzw. Netztopologie sowie Kommunikation und den applikationsabhängigen, notwendigen technischen Maßnahmen für die Sicherstellung der korrekten Funktion.

o Die Studierenden werden befähigt, komplexe Kommunikations- und Busprotokolle zu verstehen, zielgerichtet einzusetzen bzw. auszuwählen und zu entwerfen.

o Die Studierenden können eigene System- und Netzentwürfe applikationsabhängig gestalten und die Designentscheidungen begründen.

o Die Studierenden können aufgrund der Kenntnis der momentan vorhandenen Technologien die rasant fortschreitenden Weiterentwicklungen auf dem Gebiet der Sensornetze beurteilen.

Voraussetzungen

- Kenntnisse der Elektrotechnik, Physik und Mathematik.
- Kenntnisse der Messtechnik und Sensorik. Empfohlen wird die Absolvierung des Moduls „Sensorik und Messtechnik“.

Verwendbarkeit

- Wahlpflichtmodul für die Vertiefungsrichtungen EIT-ES und EIT-ST des Masterstudiengangs EIT,
- Das Modul steht in thematischem Zusammenhang mit den Pflichtmodulen
 - o Sensorik und Messtechnik,
 - o Digitale Bildverarbeitung,sowie mit den Wahlpflichtfächern
 - o Sensorik und Messtechnik, Praktikum,
 - o Ausgewählte Kapitel der Sensorik und Messtechnik,
 - o Spezielle messtechnische Probleme,
- Das Modul kann in den Masterstudiengängen „Mathematical Engineering“ und „Informatik“ verwendet werden.

Hinweis : Das Modul ist nur dann verwendbar, wenn keine der zugehörigen Lehrveranstaltungen im Rahmen eines anderen Moduls eingebracht wird!

Leistungsnachweis

- Der Leistungsnachweis für das Modul "Multisensorsysteme und Sensornetze" erfolgt in Form einer schriftlichen Prüfung von 100 Minuten Dauer (sP-100) oder mündlichen Prüfung von 40 Minuten Dauer (mP-40) am Ende des Trimesters. Die genaue Art der Prüfung wird zu Beginn der Lehrveranstaltung bekannt gegeben. Wiederholungsmöglichkeit zum Ende des folgenden Trimesters.
- Für die Modulnote werden die Leistungen der Lehrveranstaltungen „Multisensorsysteme“ und „Sensornetze“ im Verhältnis der jeweiligen ECTS-Punkte gewertet. Die Modulprüfung ist bestanden, wenn jede der beiden Lehrveranstaltungen mindestens mit „ausreichend“ (4.0) bewertet wurde

Literatur

Vorlesung „Multisensorsysteme“

E. Waltz, J. Llinas: Multisensor data fusion, Artech House, Boston, 1990.

M.A. Abidi, R.C. Gonzalez (Ed.): Data Fusion in Robotics and Machine Intelligence, Academic Press, San Diego, 1992.
D.L. Hall: Mathematical Techniques in Multisensor Data Fusion, Artech House, Boston, 2004.
H.B. Mitchell: Multi-sensor Data Fusion - an Introduction, Springer, Heidelberg, 2007.
M.E. Liggins, D.L. Hall, J. Llinas (eds.): Handbook of Multisensor Data Fusion: Theory and Practice, CRC Press, Boca Raton, 2008

Vorlesung „Sensornetze“

N. P. Mahalik (Ed.): Sensor Networks and Configuration: Fundamentals, Standards, Platforms, and Applications, Springer, 2007.
H. Karl, A. Willig: Protocols and Architectures for Wireless Sensor Networks, Wiley, 2005.
J. D. Gibson (Ed.): Communications Handbook (Electrical Engineering Handbook), CRC, 2002.
M. Ilyas (Ed.), I. Mahgoub (Ed.): Handbook of Sensor Networks: Compact Wireless and Wired Sensing Systems, CRC, 1 edition, 2004.
R. Verdone, D. Dardari, G. Mazzini, A. Conti: Wireless Sensor and Actuator Networks: Technologies, Analysis and Design, Academic Press, 2008.

Dauer und Häufigkeit

- Das Modul dauert 1 Trimester.
- Das Modul beginnt jedes Studienjahr jeweils im Frühjahrstrimester.
- Als Startzeitpunkt ist das Frühjahrstrimester im 1. Studienjahr vorgesehen.

Modul 1254 Neuartige Halbleiterbauelemente und deren Zuverlässigkeit

zugeordnet zu: Wahlpflichtmodule Vertiefungsrichtung: Mechatronik

Studiengang:	Mathematical Engineering	Modultyp:	Pflicht
Workload gesamt (h):	180 Stunden	ECTS-Punkte:	6
-> Präsenzzeit (h):	72 Stunden	TWS:	6 Stunden
-> Selbststudium (h):	108 Stunden		

Modulbestandteile	12541	Advanced MOSFETs and Novel Devices (Vorlesung (PF) - 2 TWS)
	12542	Advanced MOSFETs and Novel Devices (Übung (PF) - 1 TWS)
	12543	Zuverlässigkeit in der Halbleitertechnologie (Vorlesung (PF) - 2 TWS)
	12544	Zuverlässigkeit in der Halbleitertechnologie (Übung (PF) - 1 TWS)

Modulverantwortlicher	Prof. Dr.-Ing. Walter Hansch
-----------------------	------------------------------

Inhalt	<ul style="list-style-type: none"> • Im Teil 1 des Moduls werden die historische Entwicklung der MOSFETs zu "mainstream"-Bauelementen unter physikalischen, technologischen und ökonomischen Aspekten aufgezeigt. Die Eigenschaften klassischer Langkanal- und Kurzkanal-MOSFETs mit Kurzkanal-Effekten und Skalierungsregeln werden diskutiert. Als Grundlage für zukünftige Bauelemente werden die Grundlagen des Ladungsträgertransportes (Drift-Diffusion, Hydrodynamischer Transport, Quantenmechanik) vermittelt. Mögliche neue MOSFET-Bauelemente und deren Charakteristika (strain engineering, metal gate, high-k dielectrics, steep-slope devices, vertical MOSFETs, double-gate, fully-depleted MOSFETs) werden gegenüber neuartigen Bauelementen, wie den Hot-Electron Transistors, Spintronic devices, Tunneling transistors, Low-dimensional devices, Coulomb-blockade devices, Single-electron transistor, memory and logic applications, diskutiert. • Im Teil 2 des Moduls werden in Erweiterung von Teil 1 die Grundlagen inklusive der statistischen Methoden (Stichprobenauswertung, Weibull-Verteilung) für die Bestimmung der Qualität und Zuverlässigkeit (Ausfallraten, Fits) von Produkten und Prozessen der Halbleiterindustrie vermittelt. Darüber hinaus werden mögliche Ausfallmechanismen für Halbleiterbauelemente diskutiert.
--------	---

Qualifikationsziele	Die Studierenden lernen, aus welchen technologischen und ökonomischen Gründen eine spezielle Bauelemententechnologie (CMOS) für die Halbleiterelektronik einen dominanten Marktanteil von etwa 90% erreicht hat und welche Vor- und Nachteile alternative Bauelementkonzepte aufweisen. Für diese Bauelemente werden die Grundlagen zur Bewertung der Zuverlässigkeit (Einhaltung der kundenspezifischen Anforderungen über die Lebensdauer) und sicherheitstechni-
---------------------	---

sche Aspekte anhand von industriellen Beispielen vermittelt. Die Studierenden sollen nach der Vorlesung in der Lage sein, am Beispiel der Halbleiterbauelemente Qualitäts- und Zuverlässigkeitsuntersuchungen zu planen, durchzuführen und auszuwerten. Dabei sollen übliche Werkzeuge (Software, statistische Methoden) mit in die Untersuchungen einbezogen werden können. Außerdem soll die Fähigkeit vorhanden sein, aus den Untersuchungen mögliche Fehlermechanismen zu bestimmen.

Voraussetzungen

- Kenntnisse der Elektrotechnik, Physik und Mathematik aus dem Bachelor-Studiengang

Verwendbarkeit

- Pflichtmodul für die Vertiefungsrichtung "Sicherheitstechnik" im Studiengang Elektrotechnik und Informationstechnik (M.Sc.)
- Wahlpflichtmodul für alle anderen Vertiefungsrichtungen im Studiengang Elektrotechnik und Informationstechnik (M.Sc.)
- Pflichtmodul für die Vertiefungsrichtung ME-EET im Studiengang Mathematical Engineering (M.Sc.)
- Wahlpflichtmodul für alle anderen Vertiefungsrichtungen im Studiengang MAtheoretical Engineering (M.Sc.)

Leistungsnachweis

Leistungsnachweis: Schriftliche Prüfung 90 min oder mündliche Prüfung 30 min am Ende des zweiten Trimesters (sP-90 oder mP-30). Die genaue Prüfungsform wird zu Beginn der Lehrveranstaltung bekanntgegeben.

Literatur

Sze: Physics of Semiconductor Devices, Wiley, 1981-2007
Deleonibus: Electronic Device Architectures for the Nano-CMOS Era, Pan Stanford Publishing, 2009
McPherson: Reliability Physics and Engineering, Springer, 2010

Dauer und Häufigkeit

- Das Modul dauert 2 Trimester.
- Der Modulteil 1 findet jedes Studienjahr jeweils im Frühjahstrimester statt, der Modulteil 2 im darauffolgenden Herbsttrimester.
- Als Startzeitpunkt ist das Frühjahstrimester im 1. Studienjahr vorgesehen.

Modul 1077 Nichtgleichgewichts-Thermodynamik

zugeordnet zu: Wahlpflichtmodule Vertiefungsrichtung: Mechatronik

Studiengang:	Mathematical Engineering	Modultyp:	Pflicht
Workload gesamt (h):	150 Stunden	ECTS-Punkte:	5
-> Präsenzzeit (h):	48 Stunden	TWS:	4 Stunden
-> Selbststudium (h):	102 Stunden		

Modulbestandteile	10771	Nichtgleichgewichts-Thermodynamik (Vorlesung, Übung (PF) - 4 TWS)
-------------------	-------	--

Modulverantwortlicher	Prof. Dr.-Ing. Christian Mundt
-----------------------	--------------------------------

Inhalt	<p>Die Studierenden erkennen im Modul Nichtgleichgewichts-Thermodynamik zunächst die Bedeutung des Gebietes für reale Zustandsänderungen im Umfeld Luft- und Raumfahrttechnik und erwerben das Grundwissen zur Analyse und Beeinflussung von irreversiblen Prozessen.</p> <p>1) Die Studierenden erhalten eine Einführung in die Bedeutung der Nichtgleichgewichts-Thermodynamik bei Problemstellungen aus dem Bereich der Luft- und Raumfahrttechnik. Insbesondere wird vermittelt, dass reversible Zustandsänderungen praktisch nicht vorkommen bzw. von sehr langen Zeitskalen begleitet sind.</p> <p>2) Davon ausgehend werden drei Haupt-Themengebiete in ihren Grundzügen betrachtet.</p> <ul style="list-style-type: none"> • linear phänomenologische Theorie zur Beschreibung diffusiver Effekte, • Aufstellung makroskopischer Bilanzgleichungen und • Aufstellung mikroskopischer Bilanzgleichungen. <p>3) Das erworbene Wissen wird durch die Anwendung auf einfache Beispielsituationen erweitert und relevante Anwendungen in numerischen Verfahren diskutiert.</p>
--------	--

Qualifikationsziele	<p>1) Die Studierenden können die Bedeutung der Nichtgleichgewichts-Thermodynamik bei ingenieurs-wissenschaftlichen Problemstellungen hinsichtlich Realisierbarkeit, Entropieproduktion und Quantifizierung erkennen.</p> <p>2) Die Studierenden können für sehr einfache Fälle quantitative und ansonsten qualitative Aussagen treffen.</p> <p>3) Die Studierenden erwerben die Fähigkeit, die Annahmen, Begrenzungen und Vorteile der ggw. Möglichkeiten der Modellierungen der Kontinuums(fluid-) Mechanik zu beurteilen</p>
---------------------	---

Verwendbarkeit	Voraussetzung für wissenschaftliche Grundlagenuntersuchungen und angewandte Forschung und Entwicklung auf dem Gebiet von irreversi-
----------------	---

blen Prozessen. Beurteilungsfähigkeit von Einsatzgebieten von Theorie und darauf beruhenden Berechnungsverfahren bzw. entsprechender Einschränkungen.

Leistungsnachweis

Schriftliche Prüfung 75 Minuten oder mündliche Prüfung 30 Minuten

Sonstige Bemerkungen

Dieses Modul kann auch als Munich-Aerospace-Partnermodul belegt werden.

Zuordnung zu den Studienschwerpunkten siehe Tabelle am Anfang des Dokumentes.

Dauer und Häufigkeit

Das Modul dauert ein Trimester, es findet im Wintertrimester des 2. Master-Studienjahres statt.

Modul 1194 Nichtlineare Finite-Elemente-Methode

zugeordnet zu: Wahlpflichtmodule Vertiefungsrichtung: Mechatronik

Studiengang:	Mathematical Engineering	Modultyp:	Wahlpflicht
Workload gesamt (h):	90 Stunden	ECTS-Punkte:	3
-> Präsenzzeit (h):	36 Stunden	TWS:	3 Stunden
-> Selbststudium (h):	54 Stunden		

Modulbestandteile	11941	Nichtlineare Finite-Elemente-Methode (Vorlesung (PF) - 2 TWS)
	11942	Nichtlineare Finite-Elemente-Methode (Praktikum (PF) - 1 TWS)

Modulverantwortlicher Prof. Dr.-Ing. habil. Alexander Lion

Inhalt

Die Studierenden erhalten eine Einführung in die Theorie nichtlinearer Finite-Elemente-Analysen sowie anwendungsorientierte Beispiele in einem Rechnerpraktikum zu den Themen:

- Klassifizierung von Nichtlinearitäten
- Lösungsverfahren für nichtlineare Probleme (inkrementelle/iterative Verfahren, Newton-Raphson Methode)
- Kontaktprobleme (Penalty-Methode, Lagrange-Verfahren, inkrementelle Algorithmen, Reibung, Kontaktkörper/Kontaktpaare)
- Physikalische Nichtlinearität 1: Plastizität (Einführung in die klassische Plastizitätstheorie, Beispielrechnung, Return-Mapping Algorithmus)
- Physikalische Nichtlinearität 2: Viskoelastizität (Einführung in die lineare Viskoelastizitätstheorie, Spannungsrelaxation, Kriechen, Übertragung von Versuchswerten)
- Geometrische Nichtlinearität 1: (Kinematik bei großen Deformationen, Verzerrungs- und Spannungsmaße, Hyperelastizität)
- Geometrische Nichtlinearität 2: (Arbeitsprinzip, Linearisierung, FE-Implementierung)
- Explizite Zeitintegration bei kurzzeitdynamischen Belastungen, Besonderheiten explizit dynamischer FEM

Qualifikationsziele

Die Studierenden gewinnen die Fähigkeit, strukturmechanische Analysen mittels der Finite-Elemente-Methode auch im geometrisch und physikalisch nichtlinearen Bereich mittels kommerzieller Routinen durchzuführen und auszuwerten.
Wesentliches Qualifikationsziel ist dabei die Identifikation vorliegender Nichtlinearitäten sowie die Anwendung von geeigneten kontinuumsmechanischen Modellen und numerischen Lösungsverfahren.

Voraussetzungen Der Studierende benötigt Kenntnisse aus dem Modul Finite Elemente.

Verwendbarkeit	Masterarbeit auf dem Gebiet der numerischen Strukturberechnung.
Leistungsnachweis	Schriftliche Prüfung 60 Minuten (ohne Hilfsmittel) oder mündliche Prüfung 30 Minuten (ohne Hilfsmittel)
Literatur	<ul style="list-style-type: none">• Bathe K.-J.: Finite Elemente Methoden. Berlin: Springer-Verlag, 2001.• Belytschko T., Liu W.K., Moran B.: Nonlinear Finite Element Analysis for Continua and Structures. John Wiley, 2000.• Bonet J., Wood R.D.: Nonlinear continuum mechanics for finite element analysis. Cambridge University Press, 1997.• Crisfield M.A.: Non-linear Finite Element Analysis of Solids and Structures. John Wiley, 1996.• NAFEMS: Introduction to Nonlinear Finite Element Analysis. NAFEMS Publishing.• Simo; Hughes: Computational Inelasticity. Springer-Verlag.• Wriggers: Nichtlineare Finite-Elemente-Methoden. Springer-Verlag.• Zienkiewicz; Taylor: The Finite Element Method. Butterworth-Heinemann, Jordan Hill.
Dauer und Häufigkeit	Das Modul dauert ein Trimester, es findet im Wintertrimester des 2. Master-Studienjahres statt.

Modul 1279 Nichtlineare Regelung

zugeordnet zu: Wahlpflichtmodule Vertiefungsrichtung: Mechatronik

Studiengang:	Mathematical Engineering	Modultyp:	Wahlpflicht
Workload gesamt (h):	150 Stunden	ECTS-Punkte:	5
-> Präsenzzeit (h):	60 Stunden	TWS:	5 Stunden
-> Selbststudium (h):	90 Stunden		

Modulbestandteile	12791	Nichtlineare Regelung (Vorlesung (WP) - 4 TWS)
	12792	Nichtlineare Regelung (Übung (WP) - 1 TWS)

Modulverantwortlicher Prof. Dr. rer. nat. habil. Claus Hillermeier

Inhalt	<ul style="list-style-type: none"> • Beispiele für nichtlineare Systeme; Eigenheiten dieser Systemklasse gegenüber linearen Systemen • Aufgaben und Grundtypen nichtlinearer Regelung • Stabilitätsanalyse nach Lyapunov • Lyapunov-basierter Reglerentwurf; Backstepping als Methode, um stabilisierende Zustandsrückführungen iterativ aus Zustandsrückführungen für einfachere Subsysteme zu entwerfen • Einführung in die Eingangs-Ausgangs-Linearisierung und die Eingangs-Zustands-Linearisierung als Methoden zum Reglerentwurf für nichtlineare Systeme • Interne Dynamik und Nulldynamik linearer und nichtlinearer Systeme • Methoden der Systemmodellierung, die die Energieflüsse im System sichtbar werden lassen; behandelte Konzepte: <ul style="list-style-type: none"> • Dissipative und passive Systeme • Hamiltonsche Systeme mit Dissipation und steuerbarem Energiezufluss und -abfluss • Methoden der Regelung, bei denen die energetische Grundstruktur des Systems auch im Regelkreis erhalten bleibt
--------	--

Qualifikationsziele	<ul style="list-style-type: none"> • Die Studierenden kennen Beispiele für nichtlineare Systeme und sind mit den Phänomenen vertraut, die nur bei nichtlinearen, nicht aber bei linearen Systemen auftreten können. Die Studierenden kennen die Bedeutung einer nichtlinearen Dynamik für die Technik, beispielsweise für die Konstruktion stabiler Oszillatoren.
---------------------	--

- Die Studierenden sind mit Regelungsaufgaben wie Stabilisierung und Trajektorienfolge sowie mit den Regler-Architekturen zur Lösung dieser Aufgaben vertraut.
- Die Studierenden beherrschen das methodische Rüstzeug zur Analyse der Stabilität nichtlinearer Systeme.
- Die Studierenden kennen mehrere Herangehensweisen zum Entwurf nichtlinearer Regelungen und sind in der Lage, nichtlineare Regler für einfachere Modellklassen selbstständig zu entwerfen.
- Die Studierenden beherrschen die „flachheitsbasierte“ Herangehensweise an die Aufgaben der Trajektorienplanung, Stabilisierung und Trajektorienfolgeregelung.
- Die Studierenden können sich die physikalischen Eigenschaften von Regelstrecken für den Reglerentwurf zunutze machen und Regelkreise entwerfen, die eine physikalische Interpretation besitzen.

Voraussetzungen	Vorausgesetzt werden Kenntnisse der Ingenieurmathematik sowie Kenntnisse im Umfang eines der folgenden Module, die an der UniBwM im Bachelor "Mathematical Engineering" bzw. im Bachelor "Elektrotechnik und Informationstechnik" bzw. im Bachelor "Luft- und Raumfahrttechnik" absolviert werden: Modul "Systemtheorie" oder Modul "Steuer- und Regelungstechnik" oder Modul "Regelungstechnik".
Verwendbarkeit	Verwendbar im Rahmen des Masterstudiengangs „Elektrotechnik und Informationstechnik“ für alle Vertiefungsrichtungen. Verwendbar im Rahmen des Masterstudiengangs „Mathematical Engineering“ für alle Vertiefungsrichtungen.
Leistungsnachweis	Schriftliche Prüfung von 90min Dauer (sP-90) oder mündliche Prüfung von 30min Dauer (mP-30) am Ende des Herbsttrimesters. Wiederholungsmöglichkeit am Ende des Folgequartals. Die genaue Art der Prüfung wird zu Beginn des Moduls bekannt gegeben.
Literatur	- J. Slotine, W. Li: "Applied Nonlinear Control", Verlag Prentice Hall, 1991 (begleitend), - H. Khalil: "Nonlinear Systems", Verlag Prentice Hall, 2002 (begleitend + weiterführend).
Dauer und Häufigkeit	Das Modul dauert zwei Trimester.

Das Modul beginnt jedes Studienjahr jeweils im Frühjahrstrimester.
Als Startzeitpunkt ist das Frühjahrstrimester im 1. Studienjahr vorgesehen.

Modul 1292 Numerik und CAD für die Hochfrequenztechnik

zugeordnet zu: Wahlpflichtmodule Vertiefungsrichtung: Mechatronik

Studiengang:	Mathematical Engineering	Modultyp:	Wahlpflicht
Workload gesamt (h):	180 Stunden	ECTS-Punkte:	6
-> Präsenzzeit (h):	72 Stunden	TWS:	6 Stunden
-> Selbststudium (h):	108 Stunden		

Modulbestandteile	12921	Numerik (Vorlesung (WP) - 2 TWS)
	12922	Numerik (Übung (WP) - 1 TWS)
	12923	CAD für die Hochfrequenztechnik (Vorlesung (WP) - 2 TWS)
	12924	CAD für die Hochfrequenztechnik (Übung (WP) - 1 TWS)

Modulverantwortlicher Prof. Dr.-Ing. habil. Wilfrid Pascher

Inhalt

a) Lehrveranstaltung 1
Numerische Methoden zur Berechnung elektromagnetischer Felder

- Finite Differenzen
- Momentenmethode
- Feldentwicklungsverfahren
- Spektralbereichsverfahren
- Method of Lines
- Integralgleichungsverfahren
- Finite Elemente

Berechnung von passiven Komponenten und Schaltungen in Mikrowellentechnik und Integrierter Optik

Mit Hilfe der verschiedenen Methoden sollen Felder und Wellenausbreitung insbesondere in Wellenleiter, Resonatoren, Filter berechnet. Dabei sollen Strukturen aus Mikrostreifen-, Koplanarleitungen und Hohlleitern sowie aus optischen Film- und Streifenwellenleitern untersucht werden.

b) Lehrveranstaltung 2

Ausbreitung elektromagnetischer Wellen

- Ground wave,
- Spherical Ground,
- Raumwelle,
- Satellitenstrecke, Link Budget,
- Berücksichtigung von Hindernissen,
- Empirische Modelle,
- Terrainmodelle.

Antennenberechnungen

- Grundlagen,

- Näherungslösungen mit Analogien,
 - Optische Verfahren (GO, GTD, UTD, PO, PTD),
 - Lösung der Maxwell'schen Gleichungen im diskretisierten Raum (FEM, FDTD, TLM),
 - Lösung der Maxwell'schen Gleichungen an diskretisierten Oberflächen (MOM),
 - Hybrid-Methoden.
- Schaltungs-Simulation
- Simulation im Zeitbereich,
 - Simulation im Frequenzbereich.

Qualifikationsziele

- Grundkenntnisse über die Funktionsweise verschiedener numerischer Verfahren
- Grundkenntnisse über deren Vor- und Nachteile
- Überblick über Einteilung in Frequenz- und Zeitbereichsverfahren
- Überblick über analytischen und numerischen Aufwand
- Grundkenntnisse über deren Anwendung auf passive Komponenten und Schaltungen in Mikrowellentechnik und Integrierter Optik

Die Lehrveranstaltung CAD in der Hochfrequenztechnik soll den leichteren Zugang

zu einigen in Forschung und Industrie weltweit eingesetzten CAE/ CAD-Programmen

für Hochfrequenzanwendungen ermöglichen.

Dabei sollen insbesondere vermittelt werden:

- Grundkenntnisse über die verwendeten Lösungsansätze,
- Grundkenntnisse über die Problemdefinition (Dateneingabe) bei der Simulation,
- Grundkenntnisse über die Bewertung der Simulationsergebnisse.

Voraussetzungen

Kenntnisse in Hochfrequenztechnik und Theoretischer Elektrotechnik, wie sie z.B. in den Modulen "Hochfrequenztechnik I und II" sowie "Theoretische Elektrotechnik I und II" aus den jeweiligen B.Sc.-Studiengängen vermittelt werden.

Verwendbarkeit

Das Wahlpflichtmodul ist für alle Vertiefungsrichtungen der Masterstudiengänge EIT, ME und CAE verwendbar.

Leistungsnachweis

Für das Gesamtmodul: Schriftliche Prüfung von 90 min Dauer (sP-90) oder mündliche Prüfung von 30 min Dauer (mP-30)

LV1: Schriftliche Prüfung von 45min Dauer oder mündliche Prüfung von 15min Dauer am Ende des Trimesters (sP-45 oder mP-15). Die Art der Prüfung wird zu Beginn des Trimesters angegeben.

LV2: Schriftliche Prüfung von 45min Dauer oder mündliche Prüfung von 15min Dauer am Ende des Trimesters (sP-45 oder mP-15). Die Art der Prüfung wird zu Beginn des Trimesters angegeben.

Die Gewichtung der beiden Lehrveranstaltungen erfolgt im Verhältnis der ECTS-Punkte.

Literatur

T. Itoh (ed) "Numerical Techniques for Microwave and Millimeter-Wave Passive Structures", Wiley, 1989
J. Brose: "Skript: CAD in der Hochfrequenztechnik", UniBwM, IHMF, 2007,
J. Brose: "Skript: Ausbreitung elektromagnetischer Wellen", UniBwM, IHMF, 2008.

Dauer und Häufigkeit

Das Modul dauert 2 Trimester. Das Modul wird in jedem Studienjahr angeboten. Beginn ist das WT .

Modul 1391 Numerik und Chaostheorie

zugeordnet zu: Wahlpflichtmodule Vertiefungsrichtung: Mechatronik

Studiengang:	Mathematical Engineering	Modultyp:	Wahlmodul
Workload gesamt (h):	150 Stunden	ECTS-Punkte:	5
-> Präsenzzeit (h):	60 Stunden	TWS:	5 Stunden
-> Selbststudium (h):	90 Stunden		

Modulbestandteile	13911	Numerik (Vorlesung (WP) - 2 TWS)
	13912	Chaostheorie (Vorlesung (WP) - 2 TWS)
	13913	Numerik und Chaostheorie (Übung (WP) - 1 TWS)

Modulverantwortlicher Prof. Dr.-Ing. Jochen Schein

Inhalt	<ul style="list-style-type: none"> • Beispiele von nichtlinearen Dynamiken in der Elektrotechnik. Was sind chaotische Systeme. • Mathematische Einführung in die Theorie der Gewöhnlichen Differentialgleichungen. • Numerische Lösungen von nichtlinearen Differentialgleichungen. Diskretisierungsfehler. Euler-Algorithmus (explizit und implizit), Runge-Kutta-Algorithmus, symplektischer Verlet-Algorithmus. Unterschiede, Vorteile/Nachteile jedes Algorithmus. • Grenzyklen in nichtlinearen Systemen. Existenz von periodischen Bewegungen und Beispiele. Störungstheorie zur Behandlung von unterschiedlichen Zeitskalen. • Stabilitätsbegriffe in nichtlinearen Systemen. Lyapunov-Stabilitätstheoreme für autonome, nichtlineare Systeme. • Einführung in die Bifurkationstheorie und Klassifizierung von Bifurkationen. • Einführung in die Chaostheorie. Entstehung von Chaos in nichtlinearen Systemen. • Eine nützliche Anwendung der Chaostheorie in der Elektrotechnik: Synchronisation von chaotischen Systemen und Übertragung von verschlüsselten Signalen
--------	---

Qualifikationsziele	<ul style="list-style-type: none"> • Die Studierenden kennen wichtige Beispiele nichtlinearer Dynamiken, die in der Elektrotechnik und in anderen Bereichen der Ingenieurwissenschaft vorkommen. • Die Studierenden kennen die gängigsten Näherungstechniken, womit eine Differentialgleichung numerisch diskretisiert und gelöst werden kann, mit einem Schwerpunkt auf Stabilität und Genauigkeit. • Die Studierenden sind in der Lage, die Unterschiede und Vorteile jedes numerischen Algorithmus zu erkennen. • Die Studierenden kennen die Bedeutung von Bifurkationen in nichtlinearen Systemen bezüglich Existenz von Grenzyklen und Instabilitäten. Die Studierenden sind in der Lage, die wichtigsten Charakteristiken der unterschiedlichen Bifurkationen zu erkennen.
---------------------	---

- Die Studierenden kennen die Entstehung eines chaotischen Verhaltens in nichtlinearen Systemen und wie dieses charakterisiert wird.

Voraussetzungen

Vorausgesetzt werden Kenntnisse der Ingenieurmathematik sowie Kenntnisse eines der folgenden Module, die an der UniBwM im Bachelor "Mathematical Engineering" bzw. im Bachelor "Elektrotechnik und Informationstechnik" bzw. im Bachelor "Luft- und Raumfahrttechnik" absolviert werden: Modul "Systemtheorie" oder Modul "Steuer- und Regelungstechnik" oder Modul "Regelungstechnik".

Verwendbarkeit

Verwendbar im Rahmen des Masterstudiengangs "Elektrotechnik und Informationstechnik" für alle Vertiefungsrichtungen. Verwendbar im Rahmen des Masterstudiengangs "Mathematical Engineering" für alle Vertiefungsrichtungen.

Leistungsnachweis

Schriftliche Prüfung von 75min Dauer (sP-75) oder mündliche Prüfung von 25min Dauer (mP-25) am Ende des Frühjahrs trimesters. Wiederholungsmöglichkeit am Ende des Folgequartals. Die genaue Art der Prüfung wird zu Beginn des Moduls bekannt gegeben.

Literatur

- H. Khalil, "Nonlinear Systems", Verlag Prentice Hall, 2002 (begleitend + weiterführend)
- W. H. Press, S. A. Teukolsky, W. T. Vetterling, B. P. Flannery, "Numerical Recipes in C" (second edition), Verlag Cambridge University Press, 1992; <http://www.nrbook.com/a/bookcpdf.php> (begleitend + weiterführend)
- H. R. Schwarz, "Numerische Mathematik", Verlag Teubner, 1997 (begleitend + weiterführend)
- S. H. Strogatz, "Nonlinear Dynamics and Chaos", Verlag Perseus Books, 1994 (begleitend + weiterführend)

Dauer und Häufigkeit

Das Modul dauert 1 Trimester.
Das Modul beginnt jedes Studienjahr jeweils im Herbsttrimester.
Als Startzeitpunkt ist das Herbsttrimester im 1. Studienjahr des Masters vorgesehen.

Modul 1078 Numerische Mathematik

zugeordnet zu: Wahlpflichtmodule Vertiefungsrichtung: Mechatronik

Studiengang:	Mathematical Engineering	Modultyp:	Pflicht
Workload gesamt (h):	150 Stunden	ECTS-Punkte:	5
-> Präsenzzeit (h):	60 Stunden	TWS:	5 Stunden
-> Selbststudium (h):	90 Stunden		

Modulbestandteile	10781	Numerische Mathematik (Vorlesung (PF) - 3 TWS)
	10782	Numerische Mathematik (Übung (PF) - 1 TWS)

Modulverantwortlicher	Prof. Dr.-Ing. habil. Markus Klein
-----------------------	------------------------------------

Inhalt	<ul style="list-style-type: none"> • Übersicht über die Grundtypen von linearen partiellen Differentialgleichungen und ihre physikalische Bedeutung • Grundzüge der Raum-Zeit-Diskretisation partieller Differentialgleichungen: Finite Differenzenverfahren, Finite Elemente Verfahren, Finite Volumenverfahren. • Diskussion verschiedener Typen numerische Fehler • Untersuchung der Konsistenz und Stabilität von Verfahren • Anwendung auf praktische Beispiele: Konvektionsgleichung, Wärmeleitungsgleichung, Wellengleichung • Selbstständige Programmierung der erlernten Algorithmen in MATLAB
--------	---

Qualifikationsziele	<p>Sehr viele Vorgänge in der Luft- und Raumfahrttechnik können durch partielle Differentialgleichungen beschrieben werden. Diese Gleichungen, in Verbindung mit komplexen Randbedingungen, können nur behandelt werden, indem man sie drastisch vereinfacht oder numerisch löst.</p> <p>Durch die Verfügbarkeit von leistungsfähigen Computern hat die numerische Lösung in den letzten Jahrzehnten in der Praxis große Bedeutung gewonnen. Das Modul "Numerische Mathematik" stellt die grundlegenden Rechentechniken für die relevanten Typen von partiellen Differentialgleichungen vor. Das Verständnis des Stoffes wird durch das eigenständige Implementieren der erlernten Algorithmen in MATLAB vertieft. Die Studenten erlernen die Fähigkeit, die kommerziellen Rechenwerkzeuge, die in der industriellen Praxis in der Regel Anwendung finden, kritisch auszuwählen und zu nutzen.</p>
---------------------	--

Voraussetzungen	Grundlagen der numerischen Mathematik und der Softwareentwicklung aus dem Bachelorstudium
-----------------	---

Verwendbarkeit	Das Modul kann in allen technisch orientierten Bereichen des LRT-Studiums verwendet werden.
----------------	---

Leistungsnachweis

Schriftliche Prüfung 120 Minuten (Hilfsmittel: selbst angefertigte Mitschrift aus der Vorlesung (1x DIN A 4 beidseitig beschrieben), kein Taschenrechner) oder mündliche Prüfung 30 Minuten (ohne Hilfsmittel).

Sonstige Bemerkungen

Zuordnung zu den Studienschwerpunkten siehe Tabelle am Anfang des Dokumentes.

Literatur

- W. Dahmen und A. Reusken: Numerik für Ingenieure und Naturwissenschaftler, Springer Verlag, 2008
 - G. Evans, J. Blackledge, P. Yardley: Numerical Methods for Partial Differential Equations, Springer Verlag, 2000
 - J.H. Ferziger, M. Peric: Numerische Strömungsmechanik, Springer Verlag, 2007
 - C. Grossmann, H.G. Roos: Numerik partieller Differentialgleichungen, Teubner-Verlag, 2005
 - P. Knabner, L. Angermann: Numerik partieller Differentialgleichungen, Springer Verlag, 2000
 - W.H. Press, B.P. Flannery, S.A. Teukolsky und W.T. Vetterling: Numerical Recipes in Fortran (in C, in C++, in Pascal), Cambridge University Press
 - A. Quarteroni, R. Sacco, F. Saleri: Numerische Mathematik 1 & 2, Springer Verlag, 2000
 - H. Schwarz: Methode der Finiten Elemente, Teubner-Verlag, 1991
 - Josef Stoer, Roland Bulirsch: Numerische Mathematik 1 und 2, Springer Verlag, Berlin 1994, 1990
-

Dauer und Häufigkeit

Das Modul dauert 1 Trimester, es findet im Frühjahrstrimester des 1. Master-Studienjahres statt.

Modul 1291 Praktikum: Hochfrequenztechnische Systeme

zugeordnet zu: Wahlpflichtmodule Vertiefungsrichtung: Mechatronik

Studiengang:	Mathematical Engineering	Modultyp:	Wahlpflicht
Workload gesamt (h):	150 Stunden	ECTS-Punkte:	5
-> Präsenzzeit (h):	60 Stunden	TWS:	5 Stunden
-> Selbststudium (h):	90 Stunden		

Modulbestandteile

Modulverantwortlicher Prof. Dr.-Ing. habil. Stefan Lindenmeier

Inhalt

Dieses Praktikum bietet einen Einblick in Aufbau und Funktion moderner Funkübertragungstechnik. Anhand von ausgewählten Versuchen werden typische Baugruppen der Funktechnik mit Hilfe moderner Mess- und Simulationstechnik analysiert und optimiert.

- Verstärkungsgang und Aussteuergrenzen eines RC-Verstärkers:
Nach Berechnung der Eckfrequenzen wird an einem RC-Verstärker der frequenzabhängige Verstärkungsgang aufgenommen und die Wechselstromarbeitsgerade bestimmt. Die Aussteuergrenzen sowohl bei Strom- als auch Spannungsbegrenzung werden messtechnisch ermittelt. Durch Wahl der richtigen Arbeitspunkteinstellung kann die optimale Durchsteuerfähigkeit bestimmt werden.

- Bandfilter:

An verschiedenen, unterschiedlich aufgebauten Bandfiltern sollen die Übertragungskurven gemessen werden und charakteristische Kenngrößen für Bandfilter ermittelt werden.

- Berechnung und Messung eines Breitband-HF-Verstärkers:

Ein HF-Breitbandverstärker wird mit Hilfe der Y-Parameter dimensioniert und das Kleinsignalverhalten dieses HF-Breitbandverstärkers mit Hilfe eines modernen Netzwerkanalysators im Hinblick auf seine S-Parameter vermessen und die Ergebnisse der Simulation gegenübergestellt.

- Großsignalverhalten von HF-Verstärkern:

Funkempfänger nehmen über die Antenne typischerweise nicht nur das aktuell gewünschte Nutzsignal, sondern meist auch eine Vielzahl aktuell unerwünschter und häufig sehr viel stärkerer Signale auf. Auf welche Weise dadurch der Empfang des Nutzsignals beeinträchtigt werden kann, wird durch Messungen mit einem modernen Spektrumanalysator gezeigt.

- Modulatoren und Mischer in Sendern und Empfängern der Funktechnik:

In jedem Sender wird die Nachricht auf einen hochfrequenten Träger aufmoduliert. In jedem Superheterempfänger erfolgt eine Frequenzumsetzung (Mischung) von der Hochfrequenzebene auf die Zwischenfrequenzebene (ZF). Nach der Verstärkung auf der ZF-Ebene wird die Nachricht wieder demoduliert. Im Versuch werden mit einem modernen Spektrumanalysator verschiedene Modulatoren, Mischer und Demodulatoren untersucht.

- Leistungsverstärker:

In jeder Senderendstufe ist der Wirkungsgrad der Umsetzung von Gleichstromleistung in HF-Ausgangsleistung von großer Bedeutung. Stromkosten, Betriebszeiten bei Batteriebetrieb und erforderliche Kühlmaßnahmen hängen davon ab. Dieser Umsetzungswirkungsgrad hängt in hohem Maß von der Betriebsart des Verstärkers ab. Im Versuch wird ein Leistungsverstärker im Bereich einiger Watt HF-Ausgangsleistung im A-Betrieb, Gegentakt-B-Betrieb und Gegentakt-C-Betrieb untersucht und neben dem Wirkungsgrad auch der Oberwellengehalt und die Amplitudenmodulierbarkeit betrachtet.

- Rauscheigenschaften von Transistorverstärkern:

Die Rauscheigenschaften eines Vorverstärkers in einem Empfangssystem bestimmen dessen Grenzempfindlichkeit, also die Fähigkeit, sehr schwache Signale mit ausreichendem S/N zu empfangen. Im Versuch werden die Rauschparameter eines Verstärkers durch manuelle und automatische Rauschzahlmessverfahren ermittelt und die Bedeutung des Außenrauschens behandelt.

Voraussetzungen

Kenntnisse in Hochfrequenztechnik und Theoretischer Elektrotechnik, wie sie z.B. in den Modulen "Hochfrequenztechnik I und II" sowie "Theoretische Elektrotechnik I und II" aus den jeweiligen B.Sc.-Studiengängen vermittelt werden.

Verwendbarkeit

- Wahlpflichtmodul für Praktika aller Vertiefungsrichtungen des M.Sc.-Studiengangs "Elektrotechnik und Informationstechnik",
- Wahlpflichtmodul für alle Vertiefungsrichtungen des M.Sc.-Studiengangs "Mathematical Engineering".

Leistungsnachweis

Die Benotung erfolgt auf Grund der Teilnahme und der Ausarbeitungen.

Literatur

Meinke, Gundlach: "Taschenbuch der Hochfrequenztechnik", Springer Verlag, Berlin, 1986

Dauer und Häufigkeit

Das Modul dauert 1 Trimester.
Das Modul beginnt jedes Studienjahr jeweils im Wintertrimester.
Als Startzeitpunkt ist das Wintertrimester im 2. Studienjahr vorgesehen.

Modul 1280 Praktikum: Regelungstechnik

zugeordnet zu: Wahlpflichtmodule Vertiefungsrichtung: Mechatronik

Studiengang:	Mathematical Engineering	Modultyp:	Wahlpflicht
Workload gesamt (h):	150 Stunden	ECTS-Punkte:	5
-> Präsenzzeit (h):	60 Stunden	TWS:	5 Stunden
-> Selbststudium (h):	90 Stunden		

Modulbestandteile

Modulverantwortlicher Prof. Dr. rer. nat. habil. Claus Hillermeier

Inhalt

- Selbständige praktische Umsetzung verschiedener Regelaufgaben z.B. mittels elektronischer Schaltungen bzw. handelsüblicher Regler,
- Umgang mit sehr unterschiedlichen Regelstrecken (u.a. Gleichstrommotor, Füllstandsregelung)
- Entwurf von Reglern für reale Strecken,
- Computergestützte Simulation einer Strecke,
- Entwurf von Reglern für verschiedene regelungstechnische Aufgaben wie zum Beispiel Ruhelagenstabilisierung, Störunterdrückung und Folgeregelung.

Qualifikationsziele

- Vertiefung des regelungstechnischen Lehrstoffes durch Bezug zur Anwendung,
- Einblick in die Implementierung eines entworfenen Reglers,
- Einblick in die Struktur handelsüblicher Standardregler und Echtzeitsysteme.

Voraussetzungen

Vorausgesetzt werden Kenntnisse der Ingenieurmathematik sowie Kenntnisse im Umfang eines der folgenden Module, die an der UniBwM im Bachelor "Mathematical Engineering" bzw. im Bachelor "Elektrotechnik und Informationstechnik" bzw. im Bachelor "Luft- und Raumfahrttechnik" absolviert werden: Modul "Systemtheorie" oder Modul "Steuer- und Regelungstechnik" oder "Modul Regelungstechnik".

In jedem Falle werden erworbene Grundkenntnisse in der Regelungstechnik vorausgesetzt.

Verwendbarkeit	Verwendbar im Rahmen des Masterstudiengangs „Elektrotechnik und Informationstechnik“ für alle Vertiefungsrichtungen. Verwendbar im Rahmen des Masterstudiengangs „Mathematical Engineering“ für alle Vertiefungsrichtungen.
----------------	---

Leistungsnachweis	Die Note des Praktikums besteht zur Hälfte aus der Bewertung der Versuchsvorbereitung und zur Hälfte aus einem Fachgespräch über alle Versuche am Ende des Praktikums. Die Ausarbeitung trägt nicht zur Note bei, ist aber für die Zulassung zum Fachgespräch erforderlich.
-------------------	---

Literatur	- J. Lunze: "Regelungstechnik, Band 1 + 2", Springer Verlag, 2008, - H. Unbehauen: "Regelungstechnik, Band 1 + 2", Vieweg Verlag, 2002.
-----------	--

Dauer und Häufigkeit	Das Modul dauert 1 Trimester. Das Modul beginnt jedes Studienjahr jeweils im Frühjahrstrimester. Als Startzeitpunkt ist das Frühjahrstrimester im 1. Studienjahr vorgesehen.
----------------------	--

Modul 1284 Praktikum: Sensorik und Messtechnik

zugeordnet zu: Wahlpflichtmodule Vertiefungsrichtung: Mechatronik

Studiengang:	Mathematical Engineering	Modultyp:	Wahlpflicht
Workload gesamt (h):	150 Stunden	ECTS-Punkte:	5
-> Präsenzzeit (h):	60 Stunden	TWS:	5 Stunden
-> Selbststudium (h):	90 Stunden		

Modulbestandteile	12841	Praktikum: Sensorik und Messtechnik (Praktikum (WP) - 5 TWS)
-------------------	-------	---

Modulverantwortlicher	Prof. Dr. techn. Christian Kargel
-----------------------	-----------------------------------

Inhalt	<p>Im Wahlpflichtpraktikum „Sensorik und Messtechnik“ bearbeiten die Studierenden in Kleingruppen verschiedene sensorische und messtechnische Aufgaben. Zu den praktischen Übungen zählen:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Sensorspezifische Signalmodellierung und -verarbeitung mit Math-Cad und SigmaPlot • Bestimmung von statischen und dynamischen Sensoreigenschaften z.B. anhand von Temperatur- und Beschleunigungssensoren • Messung mechanischer Größen • Kraft- und Drehmomentmessung mit Dehnungsmessstreifen (DMS)-Sensoren • Messung akustischer Größen • Messung thermischer Größen • Aufbau und Betrieb von Sensornetzen und busfähigen digitalen Mess-Systemen • Distanz- bzw. Entfernungsmessung mit Ultraschallsensoren, z.B. für das KFZ • Objekt- und Personenortung mit RADAR- bzw. LIDAR-Sensoren • Digitale Messdatenerfassung und -verarbeitung mit MATLAB und LabVIEW • Korrelationsmesstechnik • Messung des Übertragungsverhaltens • Bildgebende Ultraschallsensorik
--------	---

Qualifikationsziele	<ul style="list-style-type: none"> • Die Studierenden haben die in anderen Lehrveranstaltungen - insbesondere im Modul „Sensorik und Messtechnik“ erworbene Kenntnisse in praktische Lösungen für bestimmte Aufgabenstellungen umgesetzt. • Die Studierenden haben vertiefte Kenntnisse und Fertigkeiten im praktischen Umgang mit Sensoren, Messgeräten und Mess-Systemen erworben sowie die Handhabung von Standard-Software-Tools zur digitalen Messdatenerfassung, Signalverarbeitung und -auswertung gefestigt.
---------------------	--

- Die Studierenden sind in der Lage, die in der Praxis auftretenden messtechnischen Probleme zu analysieren und mithilfe von ingenieurwissenschaftlichem Denken und Handeln zu lösen.
- Die Studierenden können zielgerichtete und applikationsabhängige Optimierungen von Sensoren, Messverfahren und Mess-Systemen durchführen, z.B. zur Reduktion der Messunsicherheit sowie zur Unterdrückung von Stör- und -einflussgrößen.

Voraussetzungen

- Kenntnisse der Elektrotechnik, Messtechnik, Mathematik und Physik.
- Empfohlen wird die erfolgreiche Bewältigung des Moduls „Sensorik und Messtechnik“.

Verwendbarkeit

- Wahlpflichtmodul aller Studien- und Vertiefungsrichtungen.
 - Das Modul steht in thematischem Zusammenhang mit den Pflichtmodulen
 - o Sensorik und Messtechnik,
 - o Digitale Bildverarbeitung,
- sowie mit den Wahlpflichtfächern
- o Multisensorsysteme und Sensornetze,
 - o Simulationswerkzeuge in der Sensorik und Messtechnik,
 - o Ausgewählte Kapitel der Sensorik und Messtechnik
 - o Spezielle messtechnische Probleme

Leistungsnachweis

- Die Benotung wird anhand der studentischen Vorbereitung (Testate) auf die einzelnen Praktikumsübungen, der Mitarbeit und der Praktikumsberichte vorgenommen.

Literatur

- E. Schrüfer: Elektrische Messtechnik, Messung elektrischer und nicht-elektrischer Größen, Hanser, München, 2003.
- P. Profos, T. Pfeifer: Handbuch der industriellen Messtechnik, Oldenbourg Verlag, München, 2002.
- J. Marek (Hrsg): Sensors for automotive applications, Wiley-VCH, Weinheim, 2003.
- U. Kiencke, R. Eger: Messtechnik, Systemtheorie für Elektrotechniker, 6. Aufl., Springer, Berlin, 2005.
- M. Möser: Messtechnik der Akustik, Springer, Berlin, 2010.
- M. Werner: Digitale Signalverarbeitung mit MatLab, 3rd ed. Wiesbaden, Vieweg, 2006.

Dauer und Häufigkeit

Das Modul dauert 1 Trimester.
Das Modul wird nur in Studienjahren mit ungerader Jahreszahl angeboten und beginnt jeweils im Frühjahrstrimester.
Als Startzeitpunkt ist das Frühjahrstrimester im 1. oder 2. Studienjahr vorgesehen

Modul 1285 Praktikum: Simulationswerkzeuge in der Sensorik und Messtechnik

zugeordnet zu: Wahlpflichtmodule Vertiefungsrichtung: Mechatronik

Studiengang:	Mathematical Engineering	Modultyp:	Wahlpflicht
Workload gesamt (h):	150 Stunden	ECTS-Punkte:	5
-> Präsenzzeit (h):	60 Stunden	TWS:	5 Stunden
-> Selbststudium (h):	90 Stunden		

Modulbestandteile	12851	Praktikum: Simulationswerkzeuge in der Sensorik und Messtechnik (Praktikum (WP) - 5 TWS)
-------------------	-------	---

Modulverantwortlicher	Prof. Dr. techn. Christian Kargel
-----------------------	-----------------------------------

Inhalt

In der Lehrveranstaltung „Simulationswerkzeuge in der Sensorik und Messtechnik“ werden die in der Praxis vorwiegend verwendeten Softwarepakete zur Messdatenerfassung und -verarbeitung sowie zur Modellierung und Simulation von Signalen, Schaltungen und Systemen kennengelernt und eingesetzt. Die effektive und effiziente Bearbeitung der vielfältigen Aufgaben auf den Gebieten der Sensorik und Messtechnik ist heute ohne Einsatz von beispielsweise MATLAB, LabVIEW, SigmaPlot, MultiSim, ANSYS, etc. nicht zu gewährleisten. Neben den Standardaufgaben der (digitalen) Messdatenerfassung und -verarbeitung bieten diese Pakete umfangreiche Möglichkeiten zur Simulation und dem Test von einzelnen Bauteilen und gesamter Module bereits vor der Prototypfertigung (hardware-in-the-loop). Auch die Simulation und der Test von messtechnischen Schaltungen mit elektronischen Bauteilen, die mit realen Eigenschaften modellierbar sind, zählen zum Funktionsumfang der Softwarepakete.

In dieser Lehrveranstaltung werden zuerst die Grundlagen der einzelnen Softwarepakete vermittelt um anschließend typische Aufgabenstellungen der Praxis zu bearbeiten. Studierende mit entsprechenden Vorkenntnissen wenden sich unmittelbar der Lösung von anwendungsorientierten Aufgaben zu. Die behandelten Softwarepakete werden sowohl im akademischen Umfeld, als auch der Industrie weit über die Grenzen der Sensorik und Messtechnik eingesetzt.

Qualifikationsziele

- Die Studierenden können verschiedene Softwarepakete anwendungsorientiert auswählen und zielgerichtet einsetzen.
- Die Studierenden sind in der Lage, ihre theoretischen Kenntnisse mit den Möglichkeiten von Standard-Softwareprogrammen zu verknüpfen um anschauliche Lösungen von Problemen und Aufgabenstellungen der Praxis zu finden.
- Die Studierenden haben ein Bewusstsein für die Vor- und Nachteile der Messdatenerfassung und -verarbeitung mit Standardprogrammen

men sowie von Simulationsrechnungen und Simulationssoftware entwickelt und interpretieren die Mess- und Simulationsergebnisse entsprechend.

Voraussetzungen

- Grundkenntnisse in:
 - o Elektrotechnik und Messtechnik
 - o Physik
 - o Mathematik
 - o Programmierung.

Verwendbarkeit

- Wahlpflichtmodul für alle Studien- und Vertiefungsrichtungen.
 - Das Modul steht in thematischem Zusammenhang mit den Pflichtmodulen
 - o Sensorik und Messtechnik,
 - o Digitale Bildverarbeitung,
- sowie mit den Wahlpflichtfächern
- o Ausgewählte Kapitel der Sensorik und Messtechnik,
 - o Spezielle messtechnische Probleme,
 - o Sensorik und Messtechnik, Praktikum,
 - o Multisensorsysteme und Sensornetze.

Leistungsnachweis

- Die Benotung wird anhand der studentischen Vorbereitung (Testate) auf die einzelnen Praktikumsübungen, der Mitarbeit und der Praktikumsberichte vorgenommen

Literatur

W. Georgi, E. Metin: Einführung in LabVIEW, 3rd ed. München, Carl Hanser Verlag, 2008.
B. Mütterlein: Handbuch für die Programmierung mit LabVIEW, 2nd ed. Heidelberg, Spektrum Akademischer Verlag (Imprint of Springer), 2009.
R. Jamal: LabVIEW für Studenten - Das Grundlagenbuch, 4th ed. München, Pearson Education, 2004.
S. Adam: MATLAB und Mathematik kompetent einsetzen, Eine Einführung für Ingenieure und Naturwissenschaftler, Weinheim, WILEY-VCH, 2006.
F. Grupp, F. Grupp: MATLAB 7 für Ingenieure, Grundlagen und Programmierbeispiele. München, Oldenburg, 2004.

Dauer und Häufigkeit

Das Modul dauert ein Trimester.
Das Modul wird im Herbsttrimester angeboten.
Als Startzeitpunkt ist das Herbsttrimester im 2. Studienjahr vorgesehen.

Modul 2952 Praktikum Grundlagen der Energietechnik

zugeordnet zu: Wahlpflichtmodule Vertiefungsrichtung: Mechatronik

Studiengang:	Mathematical Engineering	Modultyp:	Wahlpflicht
Workload gesamt (h):	300 Stunden	ECTS-Punkte:	2
-> Präsenzzeit (h):	120 Stunden	TWS:	0 Stunden
-> Selbststudium (h):	180 Stunden		

Modulbestandteile

Modulverantwortlicher

Modul 1224 Projektseminar Elektrische Antriebstechnik / Mechatronik

zugeordnet zu: Wahlpflichtmodule Vertiefungsrichtung: Mechatronik

Studiengang:	Mathematical Engineering	Modultyp:	Wahlpflicht
Workload gesamt (h):	150 Stunden	ECTS-Punkte:	5
-> Präsenzzeit (h):	60 Stunden	TWS:	5 Stunden
-> Selbststudium (h):	90 Stunden		

Modulbestandteile	12241	Projektseminar Elektrische Antriebstechnik/Mechatronik (Seminar (WP) - 5 TWS)
-------------------	-------	--

Modulverantwortlicher	Prof. Dr.-Ing. Dieter Gerling
-----------------------	-------------------------------

Inhalt	<ul style="list-style-type: none"> Spezielle Anwendungen von Elektrischen Antriebssystemen in Kraftfahrzeugen, Erarbeitung von Lösungsstrategien, Technische Realisierung unterschiedlicher Antriebskonzepte, Auswahl verschiedener Motortopologien, Vorstellung unterschiedlicher Sensortechnologien, Technische Beschreibungen, Erstellung von Projektstrukturplänen und Organigrammen.
--------	--

Qualifikationsziele	<ul style="list-style-type: none"> Vertiefung und Anwendung der erworbenen theoretischen Kenntnisse aus den Lehrveranstaltungen, Eigenständige Lösung technischer Fragestellungen in Teamarbeit, Einblick in die Organisation von Projektarbeit, Kenntnisse von Präsentations-Techniken.
---------------------	--

Voraussetzungen	<p>Kenntnisse in „Elektrische Maschinen und Antriebe“, wie sie z.B. in einem der Module „Elektrische Maschinen und Antriebe (EIT)“, „Energietechnik B“ (EIT) oder „Elektrische Maschinen und Antriebe (ME)“ aus den jeweiligen B.Sc.-Studiengängen vermittelt werden.</p>
-----------------	---

Verwendbarkeit	<p>Wahlpflichtmodul aus dem allgemeinen Wahlpflichtmodulkatalog nach den zugehörigen Modulhandbüchern für die Master-Studiengänge:</p> <ul style="list-style-type: none"> Elektrotechnik und Informationstechnik (M.Sc.) - Vertiefungsrichtungen „Energietechnische Systeme“, „Kommunikationstechnik“ oder „Sicherheitstechnik“; Mathematical Engineering (M.Sc.) - Vertiefungsrichtung „Mechatronik“
----------------	---

Leistungsnachweis

Schriftliche Prüfung von 45-120 min Dauer (sP-45-120) oder mündliche Prüfung von 15-40 min Dauer (mP-15-40) , kombinierbar mit Notenschein (NoS) oder Teilnahmechein (TS) oder Notenschein (NoS). Die genaue Art der Prüfung wird zu Beginn des Moduls bekannt gegeben

Literatur

D. Gerling: Unterlagen zum Seminar „Projektseminar Elektrische Antriebstechnik / Mechatronik“, UniBw München, EAA, 2009
G. Schmitz: „Mechatronik im Automobil 2. Aktuelle Trends in der Systementwicklung für Automobile“
Expert-Verlag, Renningen, 2003

Dauer und Häufigkeit

Das Modul dauert 1 Trimester.
Das Modul beginnt jedes Studienjahr jeweils im Herbsttrimester.
Als Startzeitpunkt ist das Herbsttrimester im 2. Studienjahr vorgesehen.

Modul 1220 Quellencodierung und Kanalcodierung

zugeordnet zu: Wahlpflichtmodule Vertiefungsrichtung: Mechatronik

Studiengang:	Mathematical Engineering	Modultyp:	Wahlpflicht
Workload gesamt (h):	150 Stunden	ECTS-Punkte:	5
-> Präsenzzeit (h):	60 Stunden	TWS:	5 Stunden
-> Selbststudium (h):	90 Stunden		

Modulbestandteile	12201	Quellencodierung und Kanalcodierung (Vorlesung (WP) - 3 TWS)
	12202	Quellencodierung und Kanalcodierung (Übung (WP) - 2 TWS)

Modulverantwortlicher Priv.-Doz. Dr.-Ing. Gerhard Staude

Inhalt	<ul style="list-style-type: none"> • Grundlagen: <ul style="list-style-type: none"> o Kanalkapazität, Codierung, Turbo-Prinzip o Multiple-Input Multiple-Output (MIMO) Kanalmodelle o Grundlagen von Orthogonalem Frequenzmultiplex (OFDM) • MIMO Kanalkapazität • Grundlegende MIMO-Übertragungsverfahren <ul style="list-style-type: none"> o Beamforming o Space-Time Trellis Codes o Sendeantennen-Diversity mit orthogonalen Space-Time Blockcodes o Spatial Multiplexing o Cyclic Delay Diversity o Nicht-kohärente MIMO-Übertragungsverfahren o Vergleich von MIMO Übertragungsverfahren o Einführung in das Konzept des Dirty Paper Coding o Spatial multiplexing mit räumlicher Signalverarbeitung am Empfänger oder Sender (Precoding) • Multiuser MIMO • MIMO in kommerziellen drahtlosen Kommunikationssystemen (WLAN, zellulärer Mobilfunk)
--------	---

Qualifikationsziele	<ul style="list-style-type: none"> • Grundkenntnisse der informationstheoretischen Grundlagen von MIMO Systemen • Kenntnis der Übertragungseigenschaften und Modellierung von Funkkanälen mit mehreren Antennen • Grundkenntnisse von Codierverfahren für drahtlose Kommunikationssysteme • Verständnis der grundlegenden MIMO-Übertragungsverfahren • Kenntnis der in kommerziellen Systemen angewendeten MIMO-Verfahren • Verständnis der praktischen Probleme bei der Nutzung von MIMO-Verfahren in kommerziellen Systemen • Fähigkeiten in der Anwendung von Matrizenrechnung am Beispiel von MIMO-Systemen
---------------------	--

- Fähigkeiten in der Anwendung stochastischer Methoden am Beispiel von MIMO-Systemen

Voraussetzungen

- Mathematik A, B,C
- Wünschenswert sind Kenntnisse der Signalverarbeitung (z.B. Module „Signalverarbeitung und Informationsverarbeitung digitale Regelung und Sensornetze" oder „Signalverarbeitung und Übertragungssysteme der Hochfrequenztechnik" oder „Digitale Signalverarbeitung")
- Wünschenswert sind Kenntnisse der Mobilkommunikation
- Wünschenswert sind Kenntnisse der Kommunikationstechnik, wie sie in den Vorlesungen „Signale und Kommunikationssysteme" und „Kommunikationstechnik I" (BA-Modul „Kommunikationstechnik") und „Kommunikationstechnik II" (MA-Modul „Informationsverarbeitung und Kommunikationstechnik" oder „Kommunikationstechnik B") vermittelt werden

Verwendbarkeit

- Pflichtmodul für die Vertiefungsrichtung ME-VSK im Studiengang Mathematical Engineering (M. Sc.)
- Wahlpflichtmodul für die Vertiefungsrichtungen ME-EET, ME-Mechatronic und ME-PTM im Studiengang Mathematical Engineering (M. Sc.)
- Wahlpflichtmodul für den Masterstudiengang EIT in den Vertiefungsrichtungen EIT-KT und EIT-ES

Leistungsnachweis

Mündliche Modulprüfung von 30min Dauer (mP-30) oder schriftliche Prüfung von 60min Dauer (sP-60)

Dauer und Häufigkeit

Das Modul dauert 1 Trimester, beginnt jedes Studienjahr, Startzeitpunkt ist das HT im 1. Studienjahr (10tes Trimester)

Modul 1081 Raumfahrtantriebe

zugeordnet zu: Wahlpflichtmodule Vertiefungsrichtung: Mechatronik

Studiengang:	Mathematical Engineering	Modultyp:	Wahlpflicht
Workload gesamt (h):	150 Stunden	ECTS-Punkte:	5
-> Präsenzzeit (h):	48 Stunden	TWS:	4 Stunden
-> Selbststudium (h):	102 Stunden		

Modulbestandteile 10811 Raumfahrtantriebe (Vorlesung, Übung (PF) - 4 TWS)

Modulverantwortlicher Prof. Dr.-Ing. Christian Mundt

Inhalt

Die Studierenden erwerben im Modul Raumfahrtantriebe das Grundwissen zu Raumfahrtantrieben und deren vielfältigen Anwendungsgebiete.

1) Die Studierenden erhalten eine Einführung in die Bedeutung der Raumfahrtantriebe bei Problemstellungen aus dem Bereich der Luft- und Raumfahrttechnik.

2) Ausgehend von den theoretischen Grundlagen, werden praktische Probleme diskutiert bis hin zu Fertigungsaspekten, Komponenten und operationellen Aspekten. Es werden z.B. behandelt:

- Flüssigkeitsraketenantriebe
- Feststoffraketen
- Hybridraketen
- Luftatmer
- Elektrische Antriebe
- Zukunftskonzepte

3) Nach Möglichkeit werden in einer Exkursion Industriefirmen mit entsprechenden Produktionen besucht.

Qualifikationsziele

- 1) Die Studierenden können die Bedeutung der Raumfahrtantriebe bei technischen Problemstellungen hinsichtlich Machbarkeit, Technologie und zukünftigen Trends einordnen.
- 2) Die Studierenden können für einfache Anwendungsfälle Antriebskonzepte erstellen und berechnen.
- 3) Die Studierenden erwerben die Fähigkeit, für die jeweiligen Anwendungen sinnvolle Konfigurationen vorschlagen zu können.

Voraussetzungen

Der Besuch der Vorlesung Aerothermodynamik, Raumfahrttechnik I und II wird empfohlen.

Verwendbarkeit	Voraussetzung für wissenschaftliche Grundlagenuntersuchungen und angewandte Forschung und Entwicklung auf dem Gebiet insbesondere von Flugkörper- und Raumfluggeräten.
Leistungsnachweis	Schriftliche Prüfung 75 Minuten oder mündliche Prüfung 30 Minuten
Sonstige Bemerkungen	Zuordnung zu den Studienschwerpunkten siehe Tabelle am Anfang des Dokumentes.
Dauer und Häufigkeit	Das Modul dauert ein Trimester, es findet im Wintertrimester des 2. Master-Studienjahres statt.

Modul 1281 Regelungstechnisches Seminar

zugeordnet zu: Wahlpflichtmodule Vertiefungsrichtung: Mechatronik

Studiengang:	Mathematical Engineering	Modultyp:	Wahlpflicht
Workload gesamt (h):	150 Stunden	ECTS-Punkte:	5
-> Präsenzzeit (h):	60 Stunden	TWS:	5 Stunden
-> Selbststudium (h):	90 Stunden		

Modulbestandteile

Modulverantwortlicher Prof. Dr. rer. nat. habil. Claus Hillermeier

Inhalt

Das Seminar besteht aus Referaten, die von den Studierenden gehalten werden.
 Die Referate runden das vorhandene regelungstechnische Wissen der Studierenden ab und vertiefen wichtige regelungstechnische Konzepte. Die Zuordnung der jeweiligen Referatsthemen erfolgt im Einvernehmen mit den Studierenden.
 Liste möglicher Referatsthemen:

- Vermaschte Regelungen zur besseren Ausregelung von Störungen
- Modellbasierte Regelung (d.h. der Regler trägt in sich ein Modell der Regelstrecke) und Smith-Prädiktor
- Stabilitätsanalyse linearer Regelkreise (Vertiefung)
- Stabilitätsanalyse mittels Lyapunov-Funktionen
- Energie-angepasste Regelung / Regelung von "Port-Controlled-Hamiltonian-Systems"
- Intervallarithmetik in der Regelungstechnik
- Das Konzept der Eingangs-Ausgangs-Linearisierung nichtlinearer Systeme
- Das Konzept der Eingangs-Zustands-Linearisierung nichtlinearer Systeme

Qualifikationsziele

Die Studierenden haben sich im Rahmen der Vorbereitung ihres Referats intensiv mit einem regelungstechnischen Thema auseinandergesetzt und dadurch ein stark vertieftes Verständnis regelungstechnischer Denk- und Herangehensweisen gewonnen.

- Die Studierenden sind in der Lage, einen verständlichen Fachvortrag über ein technisches Thema auszuarbeiten und vor einer technisch gebildeten Hörschaft vorzutragen.
- Die Studierenden haben einen Überblick über ein Spektrum wichtiger

Methoden der Regelungstechnik gewonnen.

Voraussetzungen	Vorausgesetzt werden Kenntnisse der Ingenieurmathematik sowie Kenntnisse im Umfang eines der folgenden Module, die an der UniBwM im Bachelor "Mathematical Engineering" bzw. im Bachelor "Elektrotechnik und Informationstechnik" bzw. im Bachelor "Luft- und Raumfahrttechnik" absolviert werden: "Modul Systemtheorie" oder "Modul Steuer- und Regelungstechnik" oder "Modul Regelungstechnik".
Verwendbarkeit	Verwendbar im Rahmen des Masterstudiengangs „Elektrotechnik und Informationstechnik“ für alle Vertiefungsrichtungen. Verwendbar im Rahmen des Masterstudiengangs „Mathematical Engineering“ für alle Vertiefungsrichtungen.
Leistungsnachweis	Die Leistungspunkte werden durch ein selbst gehaltenes Referat, eine mündliche Prüfung von ca. 20 Min Dauer sowie das Zuhören bei den Referaten der anderen Teilnehmer erworben. Die Note besteht zur Hälfte aus der Bewertung des selbst gehaltenen Referats und zur Hälfte aus der mündlichen Prüfung.
Literatur	- J. Lunze: "Regelungstechnik, Band 1 + 2", Springer Verlag, 2008, - J. Slotine, W. Li: "Applied Nonlinear Control", Verlag Prentice Hall, 1991.
Dauer und Häufigkeit	Das Modul dauert 1 Trimester. Das Modul beginnt jedes Studienjahr jeweils im Frühjahrstrimester. Als Startzeitpunkt ist das Frühjahrstrimester im 1. Studienjahr vorgesehen.

Modul 1084 Satellitennavigation I

zugeordnet zu: Wahlpflichtmodule Vertiefungsrichtung: Mechatronik

Studiengang:	Mathematical Engineering	Modultyp:	Pflicht
Workload gesamt (h):	180 Stunden	ECTS-Punkte:	6
-> Präsenzzeit (h):	72 Stunden	TWS:	6 Stunden
-> Selbststudium (h):	108 Stunden		

Modulbestandteile	10841	Globale Satellitennavigationssysteme (Vorlesung (PF) - 1 TWS)
	10842	Globale Satellitennavigationssysteme (Übung (PF) - 1 TWS)
	10843	Differentielle GNSS-Verfahren (Vorlesung (PF) - 1 TWS)
	10844	Differentielle GNSS-Verfahren (Übung (PF) - 1 TWS)
	10845	Schätzverfahren der integrierten Navigation (Vorlesung (PF) - 1 TWS)
	10846	Schätzverfahren der integrierten Navigation (Übung (PF) - 1 TWS)

Modulverantwortlicher	Prof. Dr.-Ing. Bernd Eissfeller
-----------------------	---------------------------------

Inhalt	<p>1) Globale Satellitennavigationssysteme (GNSS)</p> <ul style="list-style-type: none"> • Grundlagen: Referenzsysteme, Zeitsysteme, Satellitenorbits, Aufbau eines GNSS • gegenwärtige Satellitennavigationssysteme: NAVSTAR GPS (USA), GLONASS (Russland); Weltraumsegment, Bodensegment und Nutzersegment (Empfänger) • zukünftige Satellitennavigationssysteme: GALILEO (Europa), COMPASS (China); Abgrenzung zu den vorhandenen Systemen, GNSS Evolution Programme • Ergänzungssysteme: WAAS, EGNOS, MSAS, GAGAN, QZSS u.a. • Bestimmung von Position, Geschwindigkeit, Beschleunigung und Zeit: Einführung in die Auswertung von GNSS-Daten (Standardpositionierung mit Code-Strecken, Auswertung von Doppler- oder Phasenmessungen zur Geschwindigkeits- und Beschleunigungsbestimmung, Zeittransfer) <p>2) Differentielle GNSS-Methoden (DGNSS)</p> <ul style="list-style-type: none"> • Einführung, Motivation und Zielsetzung für DGNSS • Beobachtungsgleichungen, Fehlerbudget und Korrekturansätze • LAAS (lokale differentielle Systeme) und WAAS („wide area“ Systeme) • Hochpräzise Korrekturkonzepte • Ansätze im wissenschaftlichen Bereich • Militärisches DGNSS: JPALS, WAGE und Talon NAMATH • Anwendungsspektrum
--------	---

3) Schätzverfahren der integrierten Navigation

- Systemkonzept der Integrierten Navigation
- Multisensorsysteme und Redundanzkonzepte
- Sensoren und Messwerte der Navigation
- Kalman Filter: Lineares dynamisches Fehlermodell, Beobachtungsgleichungen, Ableitung des Optimalschätzers, Algorithmus, Elementares Beispiel, numerisch stabile Formen
- Anwendung bei der GPS/INS Integration: Lose Kopplung (Loosely Coupling), Enge Kopplung (Tightly Coupling), Ultraenge Kopplung (Ultra - Tightly Coupling), Tiefe Kopplung (Deeply Coupling)
- Beispiele und Leistungsfähigkeit Integrierter Navigationssysteme in Schifffahrt, Luftfahrt, Landverkehr und Raumfahrt

Qualifikationsziele

Globale Satellitennavigationssysteme spielen in vielen Berufsfeldern, aber auch im privaten Bereich (Freizeit-Gestaltung) eine inzwischen sehr wichtige Rolle.

- Die Absolventen besitzen einen Überblick über die existierenden und zukünftigen (bzw. modernisierten) globalen Satellitennavigationssysteme (GNSS), sowohl über die wichtigen Grundlagen als auch über die Systemarchitektur und die Systemgliederung (Segmente).
- Weiterhin kennen sie Ergänzungssysteme und die Auswertemethodik. Die Anwendungen für zivile als auch militärische Nutzer sind ihnen bekannt.
- Sie haben durch die Lehrveranstaltung "Differenzielle GNSS-Verfahren" fundierte Kenntnisse über die Methoden zur Verbesserung konventioneller GNSS Positionierungs-Techniken, inkl. der heute verfügbaren und für die Zukunft geplanten Entwicklungen einschließlich der militärischen Systeme, erworben.
- Im Rahmen des Abschnitts "DGNSS-Methoden" haben sie sich das Verständnis für die Datenverarbeitung, Algorithmen sowie das Fehlerbudget der differentiellen GNSS-Technik, was als Voraussetzung für die Erarbeitung der Realisierungskonzepte angesehen werden kann, erarbeitet.
- Sie haben Grundkenntnisse über Schätzverfahren in hybriden Navigationssystemen erworben.
- Sie verstehen das Zusammenwirken der verschiedenen Messwerte und den grundlegenden Rechengang des Kalman Filters.
- Sie verstehen das Zusammenwirken der verschiedenen Sub-Systeme und die zugrunde liegenden Technologien.
- Sie haben einen Überblick über die Multisensornavigation in verschiedenen Anwendungsbereichen (Schifffahrt, Landverkehr, Luftfahrt, Raumfahrt) erhalten.

Voraussetzungen

Mathematik, Experimentalphysik, Messtechnik, Messtechnik und Regelungstechnik.

Verwendbarkeit

Erweiterung des Grundwissens im Gebiet "Satellitennavigation" um Kenntnisse der existierenden und zukünftigen Systeme sowie um die wichtigen Verfahren der differentiellen Positionierung, die im zivilen und militärischen Bereich zu Erzielung höherer Genauigkeiten sowie zur Verbes-

serung der Integrität eine hohe Bedeutung haben. Spezialkenntnisse auf dem (zivil und) militärisch wichtigen Gebiet der hybriden Navigation.

Leistungsnachweis

Schriftliche Prüfung 90 Minuten (Hilfsmittel: nicht-programmierbarer Taschenrechner) oder mündliche Prüfung 30 Minuten.

Sonstige Bemerkungen

Zuordnung zu den Studienschwerpunkten siehe Tabelle am Anfang des Dokumentes.

Literatur

- Brown R.G., Hwang P.Y.C.: Introduction to Random Signals and Applied Kalman Filtering. 3rd edition. New York: John Wiley & Sons, 1997.
- ESA (Hrsg): EGNOS - the European geostationary navigation overlay system. Noordwijk: ESA Publications Division, 2006.
- Hofmann-Wellenhof B.: GNSS - Global Navigation Satellite Systems. Wien: Springer-Verlag, 2008.
- Lawrence A.: Modern Inertial Technology - Navigation, Guidance and Control. Berlin: Springer-Verlag, 1998.
- Leick A.: GPS satellite surveying. New York: Wiley, 1995.
- Misra P., Enge P.: Global Positioning System - Signals, Measurements, and Performance. Second Edition. Lincoln, MA, USA: Ganga-Jamuna Press, 2006.
- Parkinson B.W., Spilker J.J. (Hrsg): Global Positioning System - Theorie and Applications, Volume 1. Progress in Astronautics and Aeronautics, Volume 163. Cambridge, 1996.
- Parkinson B.W., Spilker J.J. (Hrsg): Global Positioning System - Theorie and Applications, Volume 2. Progress in Astronautics and Aeronautics, Volume 164. Cambridge, 1996.
- Seeber G.: Satellite geodesy. Berlin: Verlag de Gruyter, 2003.
- Titterton D.H., Weston J.L.: Strapdown inertial navigation technology. AIAA, 2005.

Dauer und Häufigkeit

Das Modul dauert ein Trimester, es findet im Herbsttrimester des 1. Master-Studienjahres statt.

Modul 1085 Satellitennavigation II

zugeordnet zu: Wahlpflichtmodule Vertiefungsrichtung: Mechatronik

Studiengang:	Mathematical Engineering	Modultyp:	Wahlpflicht
Workload gesamt (h):	210 Stunden	ECTS-Punkte:	7
-> Präsenzzeit (h):	96 Stunden	TWS:	8 Stunden
-> Selbststudium (h):	114 Stunden		

Modulbestandteile	10851	GNSS Nutzersegment (Vorlesung (PF) - 2 TWS)
	10852	GNSS Nutzersegment (Übung (PF) - 1 TWS)
	10853	Weltraumwetter (Vorlesung (PF) - 1 TWS)
	10854	Weltraumwetter (Übung (PF) - 1 TWS)
	10855	Satellitenkommunikation (Vorlesung (PF) - 2 TWS)
	10856	Satellitenkommunikation (Übung (PF) - 1 TWS)

Modulverantwortlicher Prof. Dr.-Ing. Bernd Eissfeller

Inhalt	<p>1) GNSS Nutzersegment</p> <ul style="list-style-type: none">• Empfängertechnik- und -technologien• geschichtliche Entwicklung• Komponenten eines GNSS Empfängers und ihre Bedeutung• analoge und digitale Baugruppen <p>Signalverarbeitung</p> <ul style="list-style-type: none">• Signalverarbeitung im GNSS Empfänger, Korrelation, DLL und PLL, Fehler, Multipath <p>Hardware- vs. Software-Empfänger</p> <ul style="list-style-type: none">• Konzepte• Unterschiede• Vor- und Nachteile <p>GNSS Empfänger - Übersicht</p> <ul style="list-style-type: none">• zivile Empfänger• militärische Empfänger <p>2) Satellitenkommunikation</p> <ul style="list-style-type: none">• Einführung und Hintergrund• Bahn- und Konstellationsaspekte• Raumtransport und Satellitenplattform• Grundlagen der Kommunikationstechnik: Link Bilanz, Modulation, Zugriffsverfahren (CDMA, FDMA, TDMA), Kodierung, Ausbreitungseffekte• Kommunikationsnutzlast• Bodenstationen, VSATs, Netze
--------	--

- Dienste der Satellitenkommunikation (INMARSAT, INTELSAT, INTERSPUTNIK, EUTELSAT, IRIDIUM, GLOBALSTAR, u.a.)
- Entwicklungsstand und Trends

3) Weltraumwetter

- Einführung in die Thematik
- Bedeutung des Weltraumwetters für Satellitensysteme und Bodeninfrastruktur auf der Erde
- Die Sonne als Antrieb für das Weltraumwetter (Phänomene und Überwachung)
- Die Ionosphäre (Aufbau, Phänomene und Beobachtung unter bes. Berücksichtigung der GNSS-basierten Datenverarbeitung)
- Systemtechnische Aspekte (Übersicht über die Auswirkungen des Weltraumwetters auf Teilsysteme von Raumfahrzeugen, Strahlungsanalysen und Schutzmaßnahmen).

Qualifikationsziele

Die Absolventen besitzen vertiefte Kenntnisse in zwei modernen Teilgebieten.

- Sie verstehen die Funktion eines GNSS Empfängers und sind sich über unterschiedliche Empfängerimplementierungen klar.
- Die Studierenden besitzen Grundkenntnisse über die Weltraumnutzung durch "Satellitenkommunikation".
- Sie verstehen das Zusammenwirken der verschiedenen Sub-Systeme und die zugrunde liegenden Technologien.
- Sie haben einen Überblick über die Multisensornavigation in verschiedenen Anwendungsbereichen (Schifffahrt, Landverkehr, Luftfahrt, Raumfahrt) erhalten.
- Sie verstehen den grundlegenden Designprozess der Satellitenkommunikation und sind in der Lage, solche Systeme zu bemessen.
- Sie haben praktische Erfahrungen in der Satellitenkommunikation durch die Inbetriebnahme einer VSAT Station und von Mobilterminals erworben.
- Die Studierenden kennen die Fähigkeiten und Grenzen sowie die wirtschaftliche Bedeutung der Satellitenkommunikation.
- Sie haben Kenntnisse über die Phänomene, Beobachtung und Vorhersage des Weltraumwetters sowie den Auswirkungen auf Satellitensysteme erworben.

Voraussetzungen

Mathematik, Experimentalphysik, Raumfahrttechnik.

Verwendbarkeit

Erweiterung des Grundwissens für die Gebiete Raumfahrttechnik und Satellitennavigation. Verständnis der Konzepte bei militärischen und zivilen GNSS. Erarbeitung von Spezialwissen für die Vorlesungen in den Schwerpunkten Flugführungssysteme und Autonome Systeme.

Leistungsnachweis

Schriftliche Prüfung 90 Minuten(Hilfsmittel: nicht-programmierbarer Taschenrechner) oder mündliche Prüfung 30 Minuten

Sonstige Bemerkungen

Dieses Modul kann auch als Munich-Aerospace-Partnermodul belegt werden.

Zuordnung zu den Studienschwerpunkten siehe Tabelle am Anfang des Dokumentes.

Literatur

- Kaplan E.D., Hegarty Ch. (Editor): Understanding GPS - Principles and Applications. Boston: Artech House Publishers, 2005.
- Borre K., Akos D.M., Bertelsen N., Rinder P., Jensen, Sören H.: A Software-Defined GPS and GALILEO Receiver. Boston: Birkhäuser, 2007.
- Lawrence A.: Modern Inertial Technology - Navigation, Guidance and Control. Berlin: Springer-Verlag, 1998.
- Titterton D.H., Weston J.L.: Strapdown inertial navigation technology. AIAA, 2005.
- Brown R.G., Hwang P.Y.C.: Introduction to Random Signals and Applied Kalman Filtering. 3rd edition. New York: John Wiley & Sons, 1997.
- Calcutt D., Tetley L.: Satellite Communications: Principles and Applications. London: Edward Arnold Verlag, 1994.
- Roddy D.: Satellite Communications. 2nd Edition. New York: McGraw-Hill, 1995.
- Richararia M.: Satellite Communication Systems: Design Principles. New York: McGraw-Hill, 1995.
- Maral G., Bousquets M.: Satellite Communications Systems, West Sussex: John Wiley & Sons, 1995.
- de Re E., Ruggieri M.: Satellite Communications and Navigation Systems. Springer Science, 2008.
- Dodel H., Eberle S.: Satellitenkommunikation. Berlin: Springer Verlag, 2007.

Dauer und Häufigkeit

Das Modul dauert ein Trimester, es findet im Herbsttrimester des 1. Master-Studienjahres statt.

Modul 1086 Satellitensysteme

zugeordnet zu: Wahlpflichtmodule Vertiefungsrichtung: Mechatronik

Studiengang:	Mathematical Engineering	Modultyp:	Pflicht
Workload gesamt (h):	150 Stunden	ECTS-Punkte:	5
-> Präsenzzeit (h):	48 Stunden	TWS:	4 Stunden
-> Selbststudium (h):	102 Stunden		

Modulbestandteile	10861	Satellitensysteme (Vorlesung (PF) - 2 TWS)
	10862	Satellitensysteme (Übung (PF) - 2 TWS)

Modulverantwortlicher Prof. Dr.-Ing. Roger Förstner

Inhalt

In dieser Vorlesung werden die wichtigsten Subsysteme, aus denen ein Satellit aufgebaut ist, vertieft betrachtet. Nach einer Darstellung der verschiedenen Segmente (Boden-, Transfer-, Raumsegment) aus denen eine Raumfahrtmission besteht und deren Verknüpfungen, werden zunächst die wichtigsten technischen Aspekte verschiedener Klassen von Raumfahrtmissionen (Erdbeobachtung, Telekommunikation, Navigation, planetaren und interplanetaren Exploration) und ihr Einfluss auf den Entwurf von Satellitensystemen erarbeitet. Nachfolgend werden die Besonderheiten der Weltraumumgebung dargestellt. Es wird der Einfluss des Vakuums, der kosmischen Strahlung, des Sonnenwindes, der planetaren Atmosphären und Magnetfelder auf Raumfahrzeuge beleuchtet und mögliche designtechnische Lösungen vorgestellt. Es werden dann die wichtigsten Subsysteme von Satelliten im Einzelnen untersucht (Energieversorgung, Lage- und Bahnregelung, Antriebe, Struktur und Mechanismen, Thermalregelung, Datenverarbeitung, Kommunikation). Dabei werden zunächst die theoretischen Grundlagen erarbeitet, dann verschiedene technische Lösungen vorgestellt und abschließend gezeigt, wie eine erste qualitative und quantitative Auslegung des Subsystems vorgenommen werden kann.

Die Gliederung der Vorlesung sieht wie folgt aus:

- 1) Raumfahrtmissionen aus systemtechnischer Sicht
- 2) Einfluss der Weltraumumgebung auf Raumfahrzeuge
- 3) Satellitensubsysteme: Energieversorgung, Antriebssysteme, Lage- und Bahnregelung, Thermalregelung, Datenverarbeitung, Kommunikation, Mechanismen, Konfiguration und Struktur

Qualifikationsziele

Die Studierenden:

- Können die Besonderheiten verschiedener Raumfahrtmissionen aus systemtechnischer Sicht beurteilen.
- Können die Einflüsse der Weltraumumgebung auf das Design von Satellitensystemen einschätzen
- haben ein grundlegendes Verständnis für alle Subsysteme von Satelliten

- können für alle Subsysteme eine erste quantitative Auslegung durchführen

Voraussetzungen	Vorausgesetzt werden allgemeine ingenieurwissenschaftliche Grundlagen (Höhere Mathematik, Experimentalphysik, Technische Mechanik I-II, Strömungsmechanik, Thermodynamik, Allgemeine Elektrotechnik, Werkstoffkunde).
-----------------	---

Verwendbarkeit	Voraussetzung für wissenschaftliche Grundlagenuntersuchungen, angewandte Forschung sowie Projektmanagement auf dem Gebiet der Raumfahrt.
----------------	--

Leistungsnachweis	Schriftliche Prüfung 90 Minuten <ul style="list-style-type: none">• 30 Minuten Frageteil: keine Hilfsmittel• 60 Minuten Aufgabenteil: Skript, Formelsammlung, Taschenrechner
-------------------	---

Sonstige Bemerkungen	Zuordnung zu den Studienschwerpunkten siehe Tabelle am Anfang des Dokumentes.
----------------------	---

Literatur	<ul style="list-style-type: none">• Ley, Wittman, Hallmann: Handbuch der Raumfahrttechnik• Wertz J.R., Larson W.J.: Space Mission Analysis and Design
-----------	--

Dauer und Häufigkeit	Das Modul dauert ein Trimester, es findet im Wintertrimester des 1. Master-Studienjahres statt.
----------------------	---

Modul 1293 Schaltungssimulation

zugeordnet zu: Wahlpflichtmodule Vertiefungsrichtung: Mechatronik

Studiengang:	Mathematical Engineering	Modultyp:	Wahlpflicht
Workload gesamt (h):	150 Stunden	ECTS-Punkte:	5
-> Präsenzzeit (h):	60 Stunden	TWS:	5 Stunden
-> Selbststudium (h):	90 Stunden		

Modulbestandteile	12931	Schaltungssimulation (Vorlesung (WP) - 2 TWS)
	12932	Schaltungssimulation (Praktikum (WP) - 3 TWS)

Modulverantwortlicher: Dr.-Ing. Roland Pfeiffer

Inhalt

Der Schwerpunkt der Vorlesung und des Praktikums liegt in der Analogtechnik und behandelt die folgenden Themen:

1. Vorlesung:

- mathematische Methoden der Schaltungssimulation unter besonderer Berücksichtigung des Schaltungssimulator PSPICE
- Erlernen der Grundeigenschaften analoger MOS-Schaltungen, insbesondere Verstärkerschaltungen
- Numerische Ausdrücke für die Grundeigenschaften, Kenngrößen
- Bandgap-Schaltungen, Mixerschaltungen, Oszillatorschaltungen als Vorbereitung für die erweiterten Simulationsmöglichkeiten von PSPICE
- Einfluss des Layouts auf analoge Schaltungen, Mismatch, als Vorbereitung auf die Monte-Carlo-Analyse und Worst-Case-Analyse von PSPICE
- Zukünftige analoge MOS-Schaltungen: Probleme und Lösungen, Pre-Silicon Modelparameter

2. Praktikum

Intensives Kennenlernen des Schaltungssimulationsprogramms PSPICE

- Von einer Digitalschaltung zur Analogschaltung
- Vom Großsignalschaltbild (Transienten-Analyse) zum Kleinsignalersatzschaltbild (AC-Analyse)
- Versorgung von Analogschaltungen,
- OTA - ein OpAmp für Kondensatorlast
- Miller Operationsverstärker - ein OpAmp für Widerstandslast
- Erstellter OpAmp als Subcircuit
- Überprüfung durch geeignete PSPICE-Simulation der in der Vorlesung aufgestellten numerischen Ausdrücke
- Weitere Analyse-Arten von PSPICE:
- Temperaturanalyse: Drainstrom, Bandgapschaltung

- Rauschanalyse: Widerstand, MOS-Transistor, MOS-R-Inverterverstärker
- Fourieranalyse: MOS-R-Inverterverstärker, Differenzverstärker, Balancing von Mixerschaltungen
- Monte-Carlo-Analyse, Worst-Case-Analyse am Beispiel MOS-R-Inverterverstärker
- Transfer-Analyse, Sensitivity-Analyse am Beispiel MOS-R-Inverterverstärker
- ABM-Bauelemente (unter anderen Phase-Locked-Loop-Erstellung)
- Oszillator-Schaltungen (Ringoszillator)
- Parameter-Analyse
- Optimizer zur Schaltungs-Optimierung
- Smoke zur Schaltungs-Stress-Analyse
- Transmission Line
- Abändern von Bauteilen
- Sample-and-Hold
- Layouterstellung mit dem Layoutprogramm „Microwind“
- Simulation zukünftiger analoger CMOS-Schaltungen mittels Pre-Silicon MOS Modell-Parameter

Qualifikationsziele

Die Vorlesung gibt einen erweiterten Einblick in die Grundlagen der mathematische Methoden der Schaltungssimulation. Die Studierenden gewinnen zudem durch das Praktikum die Fähigkeit, mit Hilfe eines Simulationsprogramms auch aufwendige Schaltungen durch Simulation zu entwickeln und zu dimensionieren sowie ihre Funktionsfähigkeit zu verifizieren.
Gute Grundlage für Master-Arbeiten im Bereich des Schaltungsentwurfs.

Voraussetzungen

Grundkenntnisse im Bereich der elektronischen Bauelemente

Verwendbarkeit

Wahlpflichtmodul für den Masterstudiengang EIT mit allen Vertiefungsrichtungen,

Wahlpflichtmodul für den Masterstudiengang ME mit allen Vertiefungsrichtungen.

Leistungsnachweis

Vorlesung: Schriftliche Prüfung von 45 Minuten Dauer (sP-45) oder mündliche Prüfung von 15min Dauer (mP-15) am Trimesterende (sP-45 oder mP-15). Die Festlegung der Prüfungsart erfolgt zu Beginn des Moduls. Eine Wiederholungsprüfung wird am Ende des dritten Quartals angeboten. (2 ECTS-LP)

Praktikum: Teilnahmeschein. Die regelmäßige Teilnahme an dem Praktikum mit Vor- und Nachbereitung ist für den Erhalt des Teilnahmescheins notwendig. (3 ECTS-LP)

Literatur

- Kurt Hoffmann: "Systemintegration vom Transistor zur großintegrierten Schaltung", ISBN-13: 978-3486578942 Oldenbourg Verlag,
- Behzad Razavi: "Design of Analog CMOS Integrated Circuits", ISBN-13: 978-0071188395 Mcgraw-Hill Higher Education Verlag,
- John Keown: "Orcad Pspice and Circuit Analysis", ISBN-13: 978-0130157959 Prentice-Hall Verlag,
- Oliver Hilbertz, Walter Motsch: "Benutzerunterstützung für das Simulationssystem PSpice (Version 8)", ISBN-13: 978-3826588167 Shaker Verlag,

Dauer und Häufigkeit

Das Modul dauert 1 Trimester.
Das Modul beginnt jedes Studienjahr jeweils im Frühjahrstrimester.
Als Startzeitpunkt ist das Frühjahrstrimester im 1. Studienjahr vorgesehen.

Modul 1087 Sensortechnik

zugeordnet zu: Wahlpflichtmodule Vertiefungsrichtung: Mechatronik

Studiengang:	Mathematical Engineering	Modultyp:	Wahlpflicht
Workload gesamt (h):	150 Stunden	ECTS-Punkte:	5
-> Präsenzzeit (h):	48 Stunden	TWS:	4 Stunden
-> Selbststudium (h):	102 Stunden		

Modulbestandteile	10871	Sensortechnik für Autonome Systeme (Vorlesung (PF) - 2 TWS)
	10872	Sensortechnik für Autonome Systeme (Übung (PF) - 2 TWS)

Modulverantwortlicher Prof. Dr.-Ing. Hans-Joachim Wünsche

Inhalt

Die Studierenden erwerben im Modul „Sensortechnik für Autonome Systeme“ einen Überblick zur analogen und digitalen Meßtechnik, sowie detaillierte Einblicke in den Aufbau und die Verwendungsmöglichkeiten von Sensoren und von Sensorplattformen. Zunächst werden einige grundlegende Sensorprinzipien vorgestellt, worauf dann die wesentlichen internen und externen Sensorsysteme behandelt werden. Als Beispiel werden u.a. die im institutseigenen Fahrzeug eingebauten Sensorplattformen (Kamerasystem, LIDAR, Inertialplattform mit Dual GPS, ...) ausführlich erklärt.

Ausgehend von einem Überblick über die Entwicklung und den derzeitigen Stand der Meßtechnik, der Sensortechnik und von Meßplattformen werden die folgenden Themenkreise behandelt:

- Einleitung und kurze Wiederholung von: Wozu benötigen wir Sensoren, Beispiele für Sensoren in Robotern und (autonomen) Fahrzeugen, Einteilung von Sensoren. Statistische Kenngrößen und typische Messfehler einschl. deren mathematischer Beschreibung. Sensormodelle und Sensoreigenschaften.
- Messkette – von der Messgröße zum Messwert im Rechner Signalaufbereitung, Abtastung, Abtasttheorem, Aliasing, Analog-Digital-Wandler, Digitale Signalübertragung, Serielle Bussysteme, Digital-Analog-Wandler
- Grundlegende Sensorprinzipien; Positionssensoren: Grundlegende Sensorprinzipien und -effekte, wie Hall-Sensor, induktiver Sensor, kapazitiver Sensor, magnetoresistiver, piezoelektrischer und piezoresistiver Effekt. Interne Sensoren: Messung von Positionen und Geschwindigkeiten.
- Messung von Beschleunigungen: Verschiedene Prinzipien zur Messung von Beschleunigungen. MEMS Sensoren. Kompass Sensoren. Drehratenmessung: Coriolis Kraft Prinzip und Sagnac Effekt; Kreiselkompass, Vibrationskreisel, MEMS Kreisel, Faserkreisel und Ringlaser.
- Inertiale Messsysteme und inertielle Navigationssysteme: Inertiale Messsysteme (IMU): Plattform und Strap-down Technologie, Gimbal-Lock, typische Fehler. Inertiale Navigationssysteme (INS); Arten

der Stützung: Zero Update, Magnetfeld, GNSS (GPS): lose, enge und sehr enge Kopplung. Satelliten-Navigations Systeme wie GPS, Glonass, Galileo.

- Externe Sensoren: Landmarken Navigation: Natürliche und künstliche Landmarken. Leuchttürme, Funkfeuer, VOR und DME. Hyperbelnavigation und coastal Navigation. Kraft-Momenten-Sensor, 3D-Space Mouse, Taktile Sensoren, Näherungssensoren
- Abstandsgebende Sensoren auf Basis Laufzeitmessung: Prinzip der Laufzeitmessung: Ultraschallsensoren, Radar und Lidar
- Bildgebende Sensoren: Video- und Infrarotkameras, HD (hochauflösende) 3D Lidarsysteme, optische time-of-flight Kameras. Grundlagen der Modellierung, Abbildungsgleichungen, homogene Koordinaten.
- Weiterführende Themen: Sensor-Timing, -Synchronisation und -Fusion. Out-of-sequence Messung.

Qualifikationsziele

Die Studierenden

- wissen aus welchen wesentlichen Elementen die Sensoren und Sensor-Plattformen eines autonomes System bestehen,
- verstehen die Funktionsweise der verwendeten Sensorsysteme,
- können die erlernten Kenntnisse im parallel stattfindenden Praktikum „Autonome Systeme“ beim Aufbau eines autonomen Modell-Fahrzeugs anwenden.

Voraussetzungen

Vorausgesetzt werden die im Modul "Messtechnik" vermittelten Kenntnisse, sowie gute Kenntnisse über physikalische Grundgesetze, Digital-Elektronik und Statistik.

Verwendbarkeit

Autonome, kognitive Systeme werden zukünftig immer stärker in unser Leben vordringen. Fahr- und Flugzeuge werden nicht nur im militärischen Bereich um Assistenzsysteme erweitert, die einen zunehmend autonomen Betrieb ermöglichen. Roboter, die ihre Umgebung über einfache Sensoren und bzw. über komplexe Sensorplattformen wahrnehmen und sich in ihr situationsgerecht verhalten, werden nicht nur Soldaten zur Hand gehen, sondern auch in Fabriken sowie im häuslichen Umfeld schwere, monotone, gefährliche oder ermüdende Aufgaben übernehmen.

Leistungsnachweis

Schriftliche Prüfung 75 Minuten oder mündliche Prüfung 30 Minuten

Sonstige Bemerkungen

Dieses Modul kann auch als Munich-Aerospace-Partnermodul belegt werden.

Zuordnung zu den Studienschwerpunkten siehe Tabelle am Anfang des Dokumentes.

Literatur

- Everett H.R.: Sensors for Mobile Robots. Wellesley: Peters, 1995.

Dauer und Häufigkeit

Das Modul dauert ein Trimester, es findet im Herbsttrimester des 1. Master-Studienjahres statt.

Modul 1243 Signal- und Informationsverarbeitung

zugeordnet zu: Wahlpflichtmodule Vertiefungsrichtung: Mechatronik

Studiengang:	Mathematical Engineering	Modultyp:	Pflicht
Workload gesamt (h):	240 Stunden	ECTS-Punkte:	8
-> Präsenzzeit (h):	96 Stunden	TWS:	8 Stunden
-> Selbststudium (h):	144 Stunden		

Modulbestandteile	12431	Signalverarbeitung (Vorlesung (PF) - 3 TWS)
	12432	Signalverarbeitung (Übung (PF) - 1 TWS)
	12433	Informationsverarbeitung (Vorlesung (PF) - 3 TWS)
	12434	Informationsverarbeitung (Übung (PF) - 1 TWS)

Modulverantwortlicher Priv.-Doz. Dr.-Ing. Gerhard Staude

Inhalt	<p>Modulteil Signalverarbeitung:</p> <ul style="list-style-type: none">• Charakterisierung von Signalen: Analoge und digitale Signal• Deterministische Signale und Zufallssignale• Darstellung zeitkontinuierlicher und zeitdiskreter Signale in Zeit- und Frequenzbereich: Fourier-Reihe Fourier-Transformation Laplace-Transformation Z-Transformation Zeitdiskrete Fourier-Transformation (DTFT)• Zeitdiskrete lineare zeitinvariante Systeme (LTI-Systeme)• Abtastung• Zufallssignale Zufallsvariablen Stochastische Prozesse• Grundlagen digitaler Filter• Adaptive Filter Minimum Mean Squared Error (MMSE) Filter, Wiener Filter Least Mean Squares (LMS) Algorithmus Recursive Least Squares (RLS) Algorithmus• Diskrete Fourier-Transformation (DFT), Fast Fourier Transform (FFT) <p>Modulteil Informationsverarbeitung:</p> <ul style="list-style-type: none">• Schnelle Faltung• Spektralanalyse von deterministischen Signalen und Zufallssignalen• Traditionelle und parametrische Spektralschätzung• Grundlagen der Sprach- und Bildverarbeitung
--------	--

Qualifikationsziele	<ul style="list-style-type: none">• Verständnis der mit dem Übergang vom kontinuierlichen Signal zum zeit- und wertdiskreten Signal einhergehenden Veränderungen von Signaleigenschaften• Sicherer Umgang mit Schlüsseltechniken der digitalen Signalverarbeitung im Zeit- und Frequenzbereich• Beherrschung von Entwurfs- und Analyseverfahren digitaler Filter.
Voraussetzungen	<ul style="list-style-type: none">• Kenntnisse der Signal- und Systemtheorie• Kenntnisse der Wahrscheinlichkeitsrechnung und stochastischer Prozesse• Höhere Mathematik.
Verwendbarkeit	<ul style="list-style-type: none">• Pflichtmodul für die Vertiefungsrichtung "Kommunikationstechnik" im Studiengang EIT (M.Sc.)• Wahlpflichtmodul für die Vertiefungsrichtung "Energietechnische Systeme" im Studiengang EIT (M.Sc.)• Pflichtmodul für die Vertiefungsrichtung ME-VSK im Studiengang Mathematical Engineering (M.Sc.)• Wahlpflichtmodul für die Vertiefungsrichtungen ME-EET, ME-Mechatronik und ME-PTM im Studiengang Mathematical Engineering (M.Sc.)• Wahlpflichtmodul für das Anwendungsfach Elektrotechnik im Masterstudiengang INF (M.Sc.)• Dieses Modul kann nicht gleichzeitig mit dem Modul 1249 eingebracht werden
Leistungsnachweis	Schriftliche Prüfung von 90min Dauer (sP-90) oder mündliche Prüfung von 30min Dauer (mP-30) am Ende des Frühjahrstrimesters. Wiederholungsmöglichkeit am Ende des Herbsttrimesters. Die genaue Art der Prüfung wird zu Beginn des Moduls bekannt gegeben.
Literatur	<ul style="list-style-type: none">• K.-D. Kammeyer, K. Kroschel: Digitale Signalverarbeitung. B.G. Teubner.• A. Oppenheim, R. Schaffer: Discrete-Time Signal Processing. Prentice Hall
Dauer und Häufigkeit	Das Modul dauert 1 Trimester. Das Modul findet jedes Studienjahr im Wintertrimester statt. Als Startzeitpunkt ist das Wintertrimester im ersten Studienjahr vorgesehen.

Modul 1249 Signalverarbeitung und Übertragungssysteme der Hochfrequenztechnik

zugeordnet zu: Wahlpflichtmodule Vertiefungsrichtung: Mechatronik

Studiengang:	Mathematical Engineering	Modultyp:	Pflicht
Workload gesamt (h):	150 Stunden	ECTS-Punkte:	5
-> Präsenzzeit (h):	60 Stunden	TWS:	5 Stunden
-> Selbststudium (h):	90 Stunden		

Modulbestandteile	12491	Grundlagen der Signalverarbeitung (Vorlesung (PF) - 1.5 TWS)
	12492	Grundlagen der Signalverarbeitung (Übung (PF) - 0.5 TWS)
	12493	Übertragungssysteme der Hochfrequenztechnik (Vorlesung (PF) - 2 TWS)
	12494	Übertragungssysteme der Hochfrequenztechnik (Übung (PF) - 1 TWS)

Modulverantwortlicher	Prof. Dr.-Ing. habil. Stefan Lindenmeier
-----------------------	--

- Inhalt
- a) Lehrveranstaltung 1: Grundlagen der Signalverarbeitung:
- Charakterisierung von Signalen: Analoge und digitale Signale
 - Deterministische Signale und Zufallssignale
 - Darstellung zeitkontinuierlicher und zeitdiskreter Signale in Zeit- und Frequenzbereich:
 - Zeitdiskrete lineare zeitinvariante Systeme (LTI-Systeme)
 - Abtastung
 - Zufallssignale: Zufallsvariablen , Stochastische Prozesse
 - Grundlagen digitaler Filter
 - Diskrete Fourier-Transformation (DFT), Fast Fourier Transform (FFT)
- b) Lehrveranstaltung 2: Übertragungssysteme der Hochfrequenztechnik:
- Einführung in moderne Übertragungssysteme,
 - Mobile und fest installierte Funknetze für die Anwendungen Mobilkommunikation, Funkortung und Radar,
 - Kabelgebundene Übertragungssysteme,
 - Frontend-Architekturen,
 - Sender und Empfänger-Architekturen,
 - Merkmale der Funkübertragung vom Satelliten, zu Land, zu Schiff und unter Wasser,
 - Antennen für Funkverkehr, Funkortung und Radar,
 - Mehrwege-Wellenausbreitung im Reflexionsszenario,
 - Diversity-Verfahren zur Empfangverbesserung bei Mehrwege-Wellenausbreitung,

- Adaptive Antennengruppen und Frontendarchitekturen für Richtfunksysteme mit adaptiver Strahlformung, Intelligente Antennensysteme,
- Antennen und Frontendaufbau von Single Input Multiple Output (SIMO) und Multiple Input Multiple Output (MIMO)-Übertragungsstrecken.

Qualifikationsziele

a) Lehrveranstaltung: Grundlagen der Signalverarbeitung:

- Verständnis der mit dem Übergang vom kontinuierlichen Signal zum zeit- und wertdiskreten Signal einhergehenden Veränderungen von Signaleigenschaften,
- Sicherer Umgang mit Schlüsseltechniken zur Signaldarstellung und Interpretation im Zeit- und Frequenzbereich,

b) Lehrveranstaltung: Übertragungssysteme der Hochfrequenztechnik:

- Grundkenntnisse zum Aufbau von mobilen Kommunikationssystemen,
- Grundkenntnisse zum Aufbau von Systemen der Funkortung und der Radartechnik,
- Detailkenntnisse zum Aufbau von Sende-Empfängern, Frontend-Architekturen und deren Hochfrequenzschaltungen,
- Detailkenntnisse über die physikalische Übertragungsebene, Funkübertragung mit Mehrwege-Ausbreitung und Übertragungsleitungen, Mehrantennensysteme

Voraussetzungen

Kenntnisse der Signal- und Systemtheorie, Kenntnisse der Wahrscheinlichkeitsrechnung und stochastischer Prozesse, Höhere Mathematik

Kenntnisse in Hochfrequenztechnik und Theoretischer Elektrotechnik, wie sie z.B. in den Modulen "Hochfrequenztechnik I und II" sowie "Theoretische Elektrotechnik I und II" aus den jeweiligen B.Sc.-Studiengängen vermittelt werden Kenntnisse aus den Modulen "Mathematik A", "Mathematik B" und "Mathematik C" des B.Sc.-Studiengangs EIT.

Verwendbarkeit

Pflichtmodul in der Vertiefungsrichtung "Sicherheitstechnik" des M.Sc.-Studiengangs EIT, Wahlpflichtmodul in der Vertiefungsrichtung "Energietechnische Systeme" des M.Sc.-Studiengangs EIT, Wahlpflichtmodul für die Vertiefungsrichtungen ME-EET, ME-Mechatronik und ME-PTM des M.Sc.-Studiengangs "Mathematical Engineering"

Dieses Modul kann nicht gleichzeitig mit dem Modul 1243 eingebracht werden

Leistungsnachweis

Gesamtmodul: Schriftliche Prüfung von 90 min Dauer (sP-90) oder mündliche Prüfung von 30 min Dauer (mP-30). Die genaue Art der Prüfung wird zu Beginn des Moduls bekannt gegeben.

Literatur

Lehrveranstaltung: Übertragungssysteme der Hochfrequenztechnik

Meinke, Gundlach: "Taschenbuch der Hochfrequenztechnik", Springer Verlag, Berlin, 1986,

Zinke, Brunwig: "Hochfrequenztechnik 1 und 2", Springer Verlag, Berlin, 1993.

Lehrveranstaltung: Grundlagen der Signalverarbeitung

K.-D. Kammeyer, K. Kroschel: "Digitale Signalverarbeitung", B.G. Teubner,

A. Oppenheim, R. Schafer: "Discrete-Time Signal Processing", Prentice Hall.

Dauer und Häufigkeit

Das Modul dauert 1 Trimester.

Das Modul beginnt jedes Studienjahr jeweils im Wintertrimester.

Als Startzeitpunkt ist das Wintertrimester im 1. Studienjahr vorgesehen.

Modul 1286 Spezielle messtechnische Probleme

zugeordnet zu: Wahlpflichtmodule Vertiefungsrichtung: Mechatronik

Studiengang:	Mathematical Engineering	Modultyp:	Wahlpflicht
Workload gesamt (h):	150 Stunden	ECTS-Punkte:	5
-> Präsenzzeit (h):	60 Stunden	TWS:	5 Stunden
-> Selbststudium (h):	90 Stunden		

Modulbestandteile	12861	Spezielle messtechnische Probleme (Seminar (WP) - 5 TWS)
-------------------	-------	--

Modulverantwortlicher	Prof. Dr. techn. Christian Kargel
-----------------------	-----------------------------------

Inhalt	<p>Das Seminar „Spezielle messtechnische Probleme“ vertieft praxisnah das Verständnis für spezielle messtechnische Problemstellungen. Die Studierenden bearbeiten unter Anleitung eine bestimmte vorgegebene oder selbst vorgeschlagene Aufgabenstellung entweder als Einzelperson oder in Kleingruppen. Die Ergebnisse und Lösungen werden in der Seminargruppe vorgetragen und zur Diskussion gestellt</p>
--------	--

Qualifikationsziele	<ul style="list-style-type: none"> • Die Studierenden haben die in anderen Modulen erworbenen Kenntnisse vertieft und für bestimmte messtechnische Aufgabenstellungen praktische Lösungen erarbeitet. • Die Studierenden sind in der Lage, typische in der Praxis auftretende messtechnische Probleme zu analysieren und mithilfe von ingenieurwissenschaftlichem Denken und Handeln zu lösen. • Die Studierenden haben vertiefte Fertigkeiten bei der problemorientierten Auswahl von und dem praktischen Umgang mit Sensoren, Messgeräten, Messverfahren und Mess-Systemen erworben. • Durch die eigene Präsentation einer speziellen messtechnischen Problemstellung und die aktive Teilnahme an Fachdiskussionen zu anderen Themen haben die Studierenden grundlegende Arbeitsweisen zur Aufarbeitung von Fachthemen angewandt und Techniken erworben zur Vorstellung und Diskussion wissenschaftlich-technischer Themen einschließlich der korrekten Verwendung spezifischer Fachbegriffe. Diese Fähigkeiten können auch im Rahmen von studentischen Abschlussarbeiten nutzbringend eingesetzt werden.
---------------------	---

Voraussetzungen	<ul style="list-style-type: none"> • Kenntnisse der Elektrotechnik, Messtechnik, Mathematik und Physik. • Die erfolgreiche Bewältigung des Moduls „Sensorik und Messtechnik“ wird als Voraussetzung empfohlen.
-----------------	--

Verwendbarkeit

- Wahlpflichtmodul für alle Studien- und Vertiefungsrichtungen.
 - Das Modul steht in thematischem Zusammenhang mit den Pflichtmodulen
 - o Digitale Bildverarbeitung,
 - o Sensorik und Messtechnik,
- sowie mit den Wahlpflichtfächern
- o Sensorik und Messtechnik, Praktikum
 - o Simulationswerkzeuge in der Sensorik und Messtechnik
 - o Sensornetze und digitale Mess-Systeme,
 - o Multisensorsysteme und Sensornetze.

Leistungsnachweis

- Die Benotung erfolgt anhand der erarbeiteten Lösungen und der eigenen Präsentation. Die Mitarbeit und Involvierung bei den Fachdiskussionen im Rahmen des Oberseminars fließen ebenfalls in die Benotung ein.

Literatur

Je nach Aufgabenstellung unterschiedlich. Wird individuell bekannt gegeben.

Dauer und Häufigkeit

Das Modul dauert ein Trimester.
Das Modul wird im Herbsttrimester und/oder Wintertrimester und/oder Frühjahrstrimester angeboten.
Als Startzeitpunkt ist das Wintertrimester im 1. Studienjahr vorgesehen.

Modul 1088 Statische und dynamische Beanspruchung von Werkstoffen

zugeordnet zu: Wahlpflichtmodule Vertiefungsrichtung: Mechatronik

Studiengang:	Mathematical Engineering	Modultyp:	Pflicht
Workload gesamt (h):	150 Stunden	ECTS-Punkte:	5
-> Präsenzzeit (h):	48 Stunden	TWS:	4 Stunden
-> Selbststudium (h):	102 Stunden		

Modulbestandteile	10881	Statische und dynamische Beanspruchung von Werkstoffen (Vorlesung (PF) - 2 TWS)
	10882	Statische und dynamische Beanspruchung von Werkstoffen (Übung (PF) - 2 TWS)

Modulverantwortlicher Prof. Dr.-Ing. habil. Hans-Joachim Gudladt

Inhalt

- Im ersten Abschnitt des Moduls erhalten die Studenten eine grundlegende Einführung in die LEBM. Dabei werden die Grenzen der Anwendbarkeit im Hinblick auf duktil verformbare Werkstoffe wie z.B. Metalle, aufgezeigt. Es werden Kriterien angegeben die es erlauben, technische metallische Werkstoffe mittels der Bruchmechanik z.B. unter Berücksichtigung der Bruchzähigkeit zu qualifizieren. Zum Abschluss des Abschnitts wird das Versagen rissbehafteter Bauteile auf der Grundlage des sogenannten R-Kurvenkonzeptes behandelt. Dieses eröffnet den Studenten die Möglichkeit, sowohl für spröde Werkstoffe, wie Keramiken, als auch für duktile Werkstoffe, wie Metalle, das Materialversagen im Hinblick auf außen anliegende Kräfte und vorgegebene Risslängen für ein Bauteil rechnerisch abzuschätzen.
- Im 2. Abschnitt lernen die Studenten das Materialverhalten unter schwingender Beanspruchung kennen. Man spricht hier von sogenannter Materialermüdung. Dabei wird sowohl dem Aspekt der Gesamtlebensdauer als auch dem der Lebensdauer angerissener Bauteile breiter Raum gewidmet. Letzteres ist im Sinne des Leichtbaukonzeptes für die Bauteilauslegung unerlässlich. Die Studenten lernen dabei, auf der Basis der Bruchmechanik die Rißausbreitung als Funktion der äußeren Beanspruchung zu erfassen und können daraus die Lebensdauer eines Bauteils näherungsweise bestimmen.
- Im letzten Teil der Vorlesung wird auf den Einfluss der Mittelspannung und der Kerbgeometrie im Hinblick auf die Rissausbreitung eingegangen. Darüber hinaus wird das Verhalten der sogenannten kurzen Risse besprochen, die sich der klassischen Bruchmechanik entziehen.

Qualifikationsziele

- Die Studenten gewinnen einen Einblick in das Materialverhalten von 1- und 2-phasigen Leichtmetallen sowohl unter monotoner als auch unter schwingender Belastung.

- Sie lernen, mittels bruchmechanischer Hilfsmittel die Grenzen der Einsetzbarkeit von Werkstoffen zu bewerten.
- Darüber hinaus wird ihnen das Handwerkszeug der linearelastischen Bruchmechanik (LEBM) mitgegeben, um die Lebensdauer von vorgeschädigten und rissbehafteten Bauteilen abschätzen zu können.

Voraussetzungen

Bachelor-Studium

Verwendbarkeit

Das erworbene Wissen ist Voraussetzung für die Bewertung vorgeschädigter Bauteile im Hinblick auf ihre weitere Verwendbarkeit. Darüber hinaus lassen sich mit Hilfe der entwickelten Lebensdauerkonzepte metallische Strukturwerkstoffe im Sinne des Leichtbaukonzeptes optimieren.

Leistungsnachweis

Schriftliche Prüfung 75 Minuten oder mündliche Prüfung 30 Minuten

Sonstige Bemerkungen

Dieses Modul kann auch als Munich-Aerospace-Partnermodul belegt werden.
Zuordnung zu den Studienschwerpunkten siehe Tabelle am Anfang des Dokumentes.

Literatur

- Broek D.: Elementary Engineering Fracture Mechanics. 5th rev. ed. Martinus Nijhoff Publishers, 1982.
- Schwalbe K.-H.: Bruchmechanik metallischer Werkstoffe. Carl Hanser Verlag, 1980.
- Heckel K.: Einführung in die technische Anwendung der Bruchmechanik. Carl Hanser Verlag, 1991.
- Suresh S.: Fatigue of materials. Cambridge Solid State Science Series, 1991.

Dauer und Häufigkeit

Das Modul dauert ein Trimester, es findet im Wintertrimester des 1. Master-Studienjahres statt.

Modul 1208 Stochastische Schwingungen in Theorie und Praxis

zugeordnet zu: Wahlpflichtmodule Vertiefungsrichtung: Mechatronik

Studiengang:	Mathematical Engineering	Modultyp:	Wahlpflicht
Workload gesamt (h):	90 Stunden	ECTS-Punkte:	3
-> Präsenzzeit (h):	36 Stunden	TWS:	3 Stunden
-> Selbststudium (h):	54 Stunden		

Modulbestandteile	12081	Stochastische Schwingungen in Theorie und Praxis (Vorlesung (PF) - 2 TWS)
	12082	Stochastische Schwingungen in Theorie und Praxis (Übung (PF) - 1 TWS)

Modulverantwortlicher Dr.-Ing. Ottmar Breuer

Inhalt

Die Studierenden erwerben im Modul "Stochastische Schwingungen in Theorie und Praxis" das notwendige Grundwissen zur rechnerischen und messtechnischen Behandlung von realistischen mechanischen Anregungen, wie sie stochastische Schwingungen im Einsatzbereich von Luft- und Raumfahrtgerät aber auch im allgemeinen Fahrzeugbau darstellen.

Im Einzelnen werden folgende Inhalte vermittelt:

- Die Studierenden erhalten einen Überblick über die mechanischen Umweltbedingungen, denen Luft- und Raumfahrzeuge sowie bodengebundene Fahrzeuge im Betrieb ausgesetzt sind sowie eine Einordnung der Bedeutung stochastischer Signale im Mess- und Versuchswesen.
- Die Studierenden werden mit den mathematischen Grundlagen der statistischen Signalanalyse im Zeit- und Frequenzbereich sowie der Klassifizierung von Signaltypen vertraut gemacht. Insbesondere wird die Bedeutung von Signal- und Leistungsspektren zur Beurteilung realistischer Belastungen auf schwingungsfähige Strukturen den Studierenden quantitativ (RMS-Wert) vermittelt.
- Die Studierenden lernen das Antwortverhalten linearer Systeme bei stochastischer Erregung, Lösungsverfahren und wesentliche Unterschiede zu deterministischen Signalen kennen.
- Anhand praktischer messtechnischer Erfassung stochastischer Signale wird den Studierenden das wichtigste Messinstrument (FFT-Analysator), Messfehler und deren Vermeidung bei der digitalen Verarbeitung nähergebracht.
- Die Rolle der stochastischen Signale bei einer experimentellen Systemidentifikation und deren messtechnische Realisierung werden in Theorie und Praxis den Studierenden vermittelt.

Qualifikationsziele

- Die Studierenden verstehen, die Bedeutung der stochastischen Signale im Vergleich zu den deterministischen Signalen im realitäts-

nahen Betrieb von Luft- und Raumfahrzeugen sowie von Fahrzeugsystemen zu erfassen.

- Die Studierenden sind in der Lage, Signaltypen zu klassifizieren und dabei stochastische Signale durch ihre Mittelwerte quantitativ einzuordnen.
- Die Studierenden erwerben die Fähigkeit, die mathematischen Werkzeuge zur Behandlung von Signalen im Zeit- und Frequenzbereich sicher anzuwenden, sowie den Übergang zwischen den Bereichen zu beherrschen.
- Die Studierenden erwerben die Fähigkeit, anhand von Signal- und Leistungsspektren im Versuchswesen Belastungen der zu untersuchenden Struktur wie des Prüfaufbaus (elektrodynamischer Shaker, Hydraulikzylinder) abzuschätzen.
- Die Studierenden werden in die Lage versetzt, die zur Verarbeitung stochastischer Signale notwendige Messtechnik und ihre Fehlerquellen sowie deren Abhilfe zu verstehen.

Voraussetzungen

Vorausgesetzt werden Kenntnisse der Technischen Mechanik und der Strukturmechanik.

Verwendbarkeit

Das Modul erweitert die Schwingungsuntersuchung auf Zufallsschwingungen. Es gibt Einblick in die Methoden der Versuchstechnik der dynamischen Strukturprüfung in der Luft- und Raumfahrt sowie der messtechnischen Verarbeitung stochastischer Signale.

Leistungsnachweis

Mündliche Prüfung 30 Minuten (ohne Hilfsmittel)

Sonstige Bemerkungen

Dieses Modul kann auch als Munich-Aerospace-Partnermodul belegt werden.

Literatur

- Wirsching P. et al.: Random Vibrations. John Wiley&Sons, 1995.
- Böhme J.F.: Stochastische Signale. Teubner Studienbücher, 1998.

Dauer und Häufigkeit

Das Modul dauert ein Trimester, es findet im Wintertrimester des 2. Master-Studienjahres statt.

Modul 1333 Strömungssimulation in Labor und Computer

zugeordnet zu: Wahlpflichtmodule Vertiefungsrichtung: Mechatronik

Studiengang:	Mathematical Engineering	Modultyp:	Pflicht
Workload gesamt (h):	150 Stunden	ECTS-Punkte:	5
-> Präsenzzeit (h):	60 Stunden	TWS:	4 Stunden
-> Selbststudium (h):	90 Stunden		

Modulbestandteile	13331	Großes Laborpraktikum Hydromechanik (Praktikum (PF) - 2 TWS)
	13332	Numerische Methoden der Strömungsmechanik (Vorlesung (PF) - 2 TWS)

Modulverantwortlicher Prof. Dr.-Ing. Andreas Malcherek

Inhalt Laborpraktikum (Dr.-Ing. Kulisch, Prof. Malcherek):

- Physikalische Eigenschaften von Flüssigkeiten
- Hydrostatik
- Messungen im physikalischen Modell
- Ausfluss aus Öffnungen
- Messüberfälle
- Wehr, Überfall und Schützströmung
- Saugheber
- Pelton-Turbine
- Pfeilerstau: Geschwindigkeitsverteilung und Sedimenttransport
- Geschiebetransport in der Laborrinne
- Abflussmessungen im Feld (Hachinger Bach)
- Bestimmung der Schiffstabilität und Fahrdynamik
- Aufnahme der Sohltopografie durch Echolot und Peilung
- ADCP-Einsatz auf dem Boot (Donau)
- Entnahme und Analyse von Sedimentproben

Numerische Methoden (Prof. Malcherek):

- Digitale Geländemodelle und Gittergenerierung
- Dreidimensionale Strömungsmodelle (DNS, LES, RANS)
- Tiefengemittelte Strömungsmodelle
- Anfang- und Randbedingungen
- Sohlrauheit und Sohlschubspannung
- Turbulente Viskosität und Dispersion
- Methoden des Postprocessings
- Qualitätskriterien für numerische Verfahren
- Numerische Diskretisierungsverfahren: FD, FE, FV
- Lagrange- und Charakteristikenverfahren

Qualifikationsziele In diesem Modul erwirbt man die Qualifikation, komplexe Strömungen, die nicht mehr mit 'Bleistift und Papier' berechenbar sind, entweder

durch Laborexperimente und Naturmessungen oder durch die Computersimulation zu untersuchen.

Voraussetzungen

Vorausgesetzt werden die Kenntnisse aus den Modulen Hydromechanik I - III (oder vergleichbare Kenntnisse).

Leistungsnachweis

Mündliche Prüfung 30 Minuten (mP-30).

Dauer und Häufigkeit

Das Modul dauert 1 Trimester.
Das Modul beginnt jedes Studienjahr jeweils im Wintertrimester.

Modul 1247 Technologie der Halbleiter und Mikrosysteme

zugeordnet zu: Wahlpflichtmodule Vertiefungsrichtung: Mechatronik

Studiengang:	Mathematical Engineering	Modultyp:	Pflicht
Workload gesamt (h):	180 Stunden	ECTS-Punkte:	6
-> Präsenzzeit (h):	72 Stunden	TWS:	6 Stunden
-> Selbststudium (h):	108 Stunden		

Modulbestandteile	12471	Grundlagen der Halbleitertechnologie (Vorlesung (PF) - 2 TWS)
	12472	Grundlagen der Halbleitertechnologie (Übung (PF) - 1 TWS)
	12473	Mikrosystemtechnik (Vorlesung (PF) - 2 TWS)
	12474	Mikrosystemtechnik (Übung (PF) - 1 TWS)

Modulverantwortlicher Prof. Dr.-Ing. Walter Hansch

Inhalt

Mikro-Chips (Integrierte Schaltkreise, ICs) bestimmen heute die Leistungsfähigkeit nahezu aller elektronischen Geräte. Hierbei können die Mikro-Chips entsprechend der geplanten Aufgaben spezielle Funktionen realisieren, wobei in der Kommunikations- und Informationstechnologie vorrangig ICs mit hohen Rechenleistungen oder Speicherkapazitäten notwendig sind. Zur kontinuierlichen Steigerung der Leistungsfähigkeit und auch aus ökonomischen Gründen werden dabei durch ständige Technologieverbesserungen die geometrischen Abmessungen der einzelnen Halbleiterbauteile kontinuierlich verkleinert, diese Entwicklung wird durch das sogenannte „Moore´sche Gesetz“ beschrieben. Die hierzu notwendigen, hochkomplexen, hochreproduzierbaren Technologien mit Nanometer-Präzision können in der Regel nur von wenigen großen Halbleiterfirmen bereit gestellt werden. Kleinere Unternehmen und Forschungsinstitute beliefern den Markt hingegen mit neuen, flexiblen Technologien und „maßgeschneiderten“ Mikrochips, welche unterschiedlichste und komplexe Aufgaben erfüllen können (das sogenannte „More than Moore“). Die hierzu notwendigen technologischen Verfahren basieren zwar auf den Entwicklungen der Großindustrie, stellen jedoch in vielen Details innovative Weiterentwicklungen zur Realisierung funktioneller Komponenten dar, wobei die notwendigen lateralen Abmessungen deutlich entspannter im Mikrometer- oder sogar im Millimeterbereich liegen können. Solche Mikrosysteme bilden auf einem Chip aus verschiedenen Einzelkomponenten ein System, das über Sensorik Informationen aus der Umwelt gewinnt, diese mittels Elektronik verarbeitet, Signale und Daten kommuniziert und aktive Rückmeldung an die Umgebung leisten kann. Die hierzu notwendigen technologischen Prozesse stellen höchste Ansprüche an die Entwicklerteams, die sich auf den Gebieten Mikrosystem- und Nanotechnik, Optik, Fluidik, Biologie, Medizin, Elektronik und kabelloser Kommunikationstechnik bewegen müssen.

- Im Teil 1 des Moduls (Technologie der Halbleiter) werden die jeweils aktuellen Herstellungsverfahren, deren mögliche technologische

Weiterentwicklungen sowie deren prognostizierte Grenzen, behandelt. Der Schwerpunkt liegt auf der Diskussion der physikalisch-chemischen Grundlagen der Materialien und Prozesse zur Realisierung hochintegrierter Mikro-Chips.

- Im Teil 2 des Moduls (Mikrosystemtechnik) werden in Erweiterung von Teil 1 die Technologien zur Herstellung von Mikrosystemen behandelt. Schwerpunkt sind die Grundlagen unterschiedlicher Halbleitersensoren, deren mikrotechnische Herstellung, die elektronische Signalgewinnung, die Weiterverarbeitung des Signals durch weitere integrierte Komponenten, die Diskussion von Datenblättern.

Detaillierte Inhalte Teil 1: Geschichte und Märkte der Halbleiterindustrie; Halbleiterphysik: Kristalle, Defekte, Bandstrukturen, Ladungsträger; Herstellung von Siliziumwafern; Reinraumtechnik; Schichtabscheidung (Halbleiter, Isolatoren, Metalle) und Verfahren (Chemical Vapor Deposition, Sputtern), Schichtmodifikation (Dotieren, Implantation), Strukturierung: Lithographie (Deep-UV, EUV) und Geräte, Sub-Wellenlängenverfahren (Phasenschiebermasken, Optical Proximity); Spezialstrukturen (Planarisierung, trench-isolation, Damascene-Metallisierung); Schichtabtragung (Naß- und Trockenätzen, CMP); Gesamtprozesse (Logik, DRAM), Analytik und Prozeßüberwachung, Packaging, Trends und Perspektiven.

Detaillierte Inhalte Teil 2: Materialgrundlagen; Technologie: Silizium, Sonderprozesse für Mikrosysteme, Aufbau- und Verbindungstechnik; Kraftsensoren für Druck, Beschleunigung, : Elastizitätstheorie, piezoresistive, piezoelektrische und kapazitive Sensoren; Kontakttemperatursensoren: Thermioden und Thermotransistoren; Strahlungssensoren: Bolometer, Quantensensoren (CCDs), Teilchendetektoren; Magnetfeldsensoren: Hall-Sensoren, Feldplatten, AMR-Sensoren; Feuchtesensoren; Chemosensoren: ChemFETs, Pellistoren; Biosensoren: Enzym-Sensoren, DNS-Sensoren, Immuno-Sensoren, Biomedizinische Sensoren, Sensorimplantate; Smart-Sensors, Sensorsysteme;

Qualifikationsziele

Die Studierenden erhalten einen Überblick zu den technologischen Verfahren zur Herstellung hochintegrierter Halbleiterchips und Sensor-Chips der Mikrosystemtechnik. In Übungen lernen die Studierenden Berechnungen zu Prozeßparametern und Prozeßführungen sowie das Parameterdesign von Halbleitersensoren aufgrund physikalischer, chemischer oder biologischer Grundlagen. Im Vergleich mit Datenblättern kann die Leistungsfähigkeit von Mikrochips beurteilt werden.

Voraussetzungen

- Kenntnisse der Elektrotechnik, Physik und Mathematik aus dem Bachelor-Studiengang

Verwendbarkeit

- Pflichtmodul für die Vertiefungsrichtung Kommunikationstechnik im Studiengang EIT (M.Sc.)

- Wahlpflichtmodul für alle anderen Vertiefungsrichtungen des M.Sc.-Studiengangs EIT
- Pflichtmodul für die Vertiefungsrichtung ME-EET im Studiengang Mathematical Engineering (M.Sc.)

Leistungsnachweis

Leistungsnachweis: Schriftliche Prüfung 90 min oder mündliche Prüfung 30 min am Ende des zweiten Trimesters (sP-90 oder mP-30). Die genaue Prüfungsform wird zu Beginn der Lehrveranstaltung bekanntgegeben.

Literatur

D.Widmann, H.Mader, H. Friedrich: Technologie hochintegrierter Schaltungen; Springer, Berlin (1996),
J.D.Plummer, M.D.Deal, P.B.Griffin: Silicon VLSI Technology, Prentice Hall, 2000
A. Heuberger: "Mikrosystemtechnik", Springer Verlag,
W.Heywang; Sensorik, Springer Verlag, 1993

Dauer und Häufigkeit

- Das Modul dauert 2 Trimester.
- Der Modulteil 1 findet jedes Studienjahr jeweils im Wintertrimester statt, Modulteil 2 im folgenden Herbsttrimester.
- Als Startzeitpunkt ist das Wintertrimester des 1. Studienjahrs vorgesehen.

Modul 1245 Übertragungssysteme der Hochfrequenztechnik, Mobilkommunikation

zugeordnet zu: Wahlpflichtmodule Vertiefungsrichtung: Mechatronik

Studiengang:	Mathematical Engineering	Modultyp:	Pflicht
Workload gesamt (h):	180 Stunden	ECTS-Punkte:	6
-> Präsenzzeit (h):	72 Stunden	TWS:	6 Stunden
-> Selbststudium (h):	108 Stunden		

Modulbestandteile	12451	Übertragungssysteme der Hochfrequenztechnik, (Vorlesung (PF) - 2 TWS)
	12452	Übertragungssysteme der Hochfrequenztechnik (Übung (PF) - 1 TWS)
	12454	Mobilkommunikation (Übung (PF) - 1 TWS)
	12455	Mobilkommunikation (Vorlesung (PF) - 2 TWS)

Modulverantwortlicher Prof. Dr.-Ing. habil. Stefan Lindenmeier

- Inhalt
- a) Lehrveranstaltung 1: Übertragungssysteme der Hochfrequenztechnik:
- Einführung in moderne Übertragungssysteme
 - Mobile und fest installierte Funknetze für die Anwendungen Mobilkommunikation, Funkortung und Radar
 - Kabelgebundene Übertragungssysteme
 - Frontend-Architekturen
 - Sender und Empfänger-Architekturen
 - Merkmale der Funkübertragung vom Satelliten, zu Land, zu Schiff und unter Wasser
 - Antennen für Funkverkehr, Funkortung und Radar
 - Mehrwege-Wellenausbreitung im Reflexionsszenario
 - Diversity-Verfahren zur Empfangsverbesserung bei Mehrwege-Wellenausbreitung
 - Adaptive Antennengruppen und Frontendarchitekturen für Richtfunksysteme mit adaptiver Strahlformung, Intelligente Antennensysteme
 - Antennen und Frontendaufbau von Single Input Multiple Output (SIMO) und Multiple Input Multiple Output (MIMO)-Übertragungsstrecken
- b) Lehrveranstaltung 2: Mobilkommunikation:
- Frequenzbereiche von Rundfunkdiensten und Mobilfunkdiensten
 - Komponenten von Funkübertragungssystemen
 - Beschreibung des Mobilfunkkanals, insbesondere der Mehrwegeausbreitung
 - Zugriffs- und Modulationsverfahren
 - Digitale terrestrische Rundfunksysteme - Hörrundfunk DAB, DAB+ und DRM (Basisbandcodierung, Multiträgerprinzip-COFDM) - Digitaler TV-Rundfunk DVB-T, DVB-H, DVB-T2 (Digitalisierung von Vi-

deosignalen, Basisbandcodierung bei JPEG und MPEG mit DCT, Übertragungsmodi)

- Zellularer Mobilfunk: GSM (Systemarchitektur, Aufbau und Rahmenstruktur des GSM-Signals, Synchronisation und Verbindungsaufbau, Handover, Zeitmultiplexstruktur), HSCSD, EDGE, GPRS, DECT, TETRA, UMTS (Codemultiplex, Scrambling, Channelisation), HSDPA, UMTS-LTE, LTE-Advanced
- Wireless Short Range Communication: WLAN-Standards, HiperLAN/2, Bluetooth, ZigBee
- Satellitenkommunikation: Sat.-Rundfunksysteme für Audio- und Videoübertragung, Bidirektionale Satellitenkommunikation mit Schmalbandsystemen

Qualifikationsziele

- Grundkenntnisse zum Aufbau von Mobilfunksystemen
- Grundkenntnisse zum Aufbau von Systemen der Funkortung und der Radartechnik
- Detailkenntnisse zum Aufbau von Sende-Empfängern, Frontend-Architekturen und deren Hochfrequenzschaltungen
- Detailkenntnisse über die physikalische Übertragungsebene, Funkübertragung mit Mehrwege-Ausbreitung und Übertragungsleitungen, Mehrantennensysteme
- Detaillierte Kenntnisse zu digitalen Rundfunkdiensten
- Detaillierte Kenntnisse zu den derzeitigen und im Aufbau befindlichen zellularen Mobilfunkstandards
- Grundkenntnisse zu Wireless Short Range Communication
- Grundkenntnisse zur mobilen Satellitenkommunikation

Voraussetzungen

Kenntnisse in Hochfrequenztechnik und Theoretischer Elektrotechnik, wie sie z.B. in den Modulen "Hochfrequenztechnik I und II" sowie "Theoretische Elektrotechnik I und II" aus den jeweiligen B.Sc.-Studiengängen vermittelt werden.

Verwendbarkeit

- Pflichtmodul für die Vertiefungsrichtung "Kommunikationstechnik" im Studiengang EIT (M.Sc.)
- Wahlpflichtmodul für die Vertiefungsrichtungen "Energietechnische Systeme" und "Sicherheitstechnik" im Studiengang EIT (M.Sc.)
- Pflichtmodul für die Vertiefungsrichtung ME-VSK im Studiengang Mathematical Engineering (M.Sc.)
- Wahlpflichtmodul für die Vertiefungsrichtungen ME-EET, ME-Mechatronik und ME-PTM im Studiengang Mathematical Engineering (M.Sc.)

Leistungsnachweis

Schriftliche Prüfung von 90 min Dauer oder mündliche Prüfung von 30 min Dauer am Ende des Trimesters. Die Art der Prüfung wird zu Beginn des Trimesters angegeben.

Literatur

a) Lehrveranstaltung 1: Übertragungssysteme der Hochfrequenztechnik:

- Meinke, Gundlach: "Taschenbuch der Hochfrequenztechnik", Springer Verlag, Berlin, 1986,
- b) Lehrveranstaltung 2: Mobilkommunikation
- U. Reimers: "DVB - Digitale Fernsehtechnik", Springer, 2008
 - J. Schiller: "Mobilkommunikation", Pearson Studium, 2003.

Dauer und Häufigkeit

Das Modul dauert 2 Trimester.
Das Modul beginnt jedes Studienjahr jeweils im Wintertrimester.
Als Startzeitpunkt ist das Wintertrimester im 1. Studienjahr vorgesehen.

Modul 1090 Wärme- und Stofftransport

zugeordnet zu: Wahlpflichtmodule Vertiefungsrichtung: Mechatronik

Studiengang:	Mathematical Engineering	Modultyp:	Pflicht
Workload gesamt (h):	150 Stunden	ECTS-Punkte:	5
-> Präsenzzeit (h):	60 Stunden	TWS:	5 Stunden
-> Selbststudium (h):	90 Stunden		

Modulbestandteile	10901	Wärme- und Stofftransport (Vorlesung (PF) - 3 TWS)
	10902	Wärme- und Stofftransport (Übung (PF) - 2 TWS)

Modulverantwortlicher Prof. Dr. rer. nat. Michael Pfitzner

Inhalt Die Studierenden erwerben im Modul „Wärme- und Stofftransport“ vertiefte Kenntnisse über die physikalischen Grundlagen der verschiedenen Arten der Wärmeübertragung und über besondere mathematische Berechnungsmethoden für die Berechnung von Wärmeübergangsaufgaben. Das Modul gliedert sich in folgende Abschnitte:

- Die Studierenden erhalten zunächst eine kurze Wiederholung der Eigenschaften der drei Arten von Wärmeübertragung: Wärmeleitung, konvektiver Wärmeübergang, Strahlung. Es wird eine Übersicht über Anwendungen in der Antriebs- und Raumfahrttechnik gegeben, in denen die Wärme- und Stoffübertragung eine wichtige Rolle spielt.
- Nach einer kurzen Erläuterung der einfachen Berechnungsmethoden für die Wärmeleitung werden die Studierenden mit komplexeren analytischen Berechnungsmethoden vertraut gemacht.
- Mit den Studierenden werden Maßnahmen zur Erhöhung des Wärmeübergangs, insbesondere auch durch Erhöhung der übertragenden Oberfläche, diskutiert.
- Anschließend werden die Kenntnisse der Studierenden in Bezug auf den konvektiven Wärmeübergang vertieft. Es werden die Zusammenhänge des konvektiven Wärmeübergangs mit den Navier-Stokes-Gleichungen (inkl. Energiegleichung) beleuchtet und daraus die Ähnlichkeitstheorie genauer begründet.
- Die in der Strömungsmechanik vermittelten Kenntnisse über die Berechnung von Grenzschichten werden für die Wärmeübertragung verallgemeinert. Es werden sowohl laminare wie turbulente Strömungen diskutiert und es wird der Wärmeübergang bei sehr schneller Überströmung erläutert.
- Beispiele gekoppelter Problemstellungen mit Wärmeleitung, konvektivem Wärmeübergang und Phasenwechsel vertiefen die Fähigkeiten der Studierenden.
- Es werden die Grundgleichungen für einfachen Stofftransport in binären Systemen hergeleitet und die Äquivalenz der Gleichungen mit den Grundgleichungen der Wärmeübertragung für die Wärmeleitung und den konvektiven Wärmeübergang erläutert.

Qualifikationsziele	<ol style="list-style-type: none">1) Die Studierenden kennen die verschiedenen Arten des Wärmeübergangs und ihre Eigenschaften, die Äquivalenz von Wärme- und Stoffübergang und die Bedingungen, unter denen diese Äquivalenz gültig ist.2) Die Studierenden erwerben die Fähigkeit, auch komplexere Wärmeübertragungsprobleme mittels analytischen Methoden zu analysieren und damit numerische Thermalsimulationen zu verifizieren.3) Die Studierenden besitzen ein vertieftes Verständnis der Eigenschaften der Wärmeübertragungsarten und deren physikalischem Hintergrund.4) Die Studierenden erwerben die Fähigkeit, kombinierte Wärme- und Stofftransportproblemstellungen selbstständig unter Verwendung von Standardliteratur zu lösen.
Voraussetzungen	Vorausgesetzt werden die Module „Höhere Mathematik“, „Thermodynamik I/II - Grundlagen der Wärmeübertragung“ sowie „Strömungslehre“. Vorteilhaft sind Kenntnisse der Aerodynamik und Gasdynamik.
Verwendbarkeit	Das Modul vertieft Inhalte des „Grundlagen der Wärmeübertragung“. Es bietet Methoden zur Analyse und Berechnung von anspruchsvolleren Problemen des warmen Maschinenbaus an. In der Luft- und Raumfahrttechnik werden die Inhalte für die Entwicklung von Antrieben und von Raumfahrtssystemen benötigt.
Leistungsnachweis	Schriftliche Prüfung 90 Minuten
Sonstige Bemerkungen	Zuordnung zu den Studienschwerpunkten siehe Tabelle am Anfang des Dokumentes.
Dauer und Häufigkeit	Das Modul dauert ein Trimester, es findet im Herbsttrimester des 1. Master-Studienjahres statt.

Modul 1091 Weltraumphysik

zugeordnet zu: Wahlpflichtmodule Vertiefungsrichtung: Mechatronik

Studiengang:	Mathematical Engineering	Modultyp:	Pflicht
Workload gesamt (h):	150 Stunden	ECTS-Punkte:	5
-> Präsenzzeit (h):	48 Stunden	TWS:	4 Stunden
-> Selbststudium (h):	102 Stunden		

Modulbestandteile	10911	Weltraumphysik (Vorlesung (PF) - 2 TWS)
	10912	Weltraumphysik (Übung (PF) - 2 TWS)

Modulverantwortlicher Prof. Dr.-Ing. Roger Förstner

Inhalt

Die Studierenden erwerben im Modul Weltraumphysik die für die Auslegung von Raumflugmissionen wichtigen Zusammenhänge unterschiedlicher Zeit- und Koordinatensysteme kennen. Es werden Methoden der Bahnbestimmung (Winkel, Doppler- und Laufzeitverfahren) zur Bestimmung der Bahnelemente vorgestellt. Das Gravitationspotenzial eines ausgedehnten Körpers wird abgeleitet, das Mehrkörperproblem sowie die Grundlagen der Störungstheorie werden am Beispiel erdnaheer und geostationärer Bahnen behandelt; ebenso wichtige Berechnungsmethoden und missionstechnische Konzepte, wie die „Einflusssphäre“, „Patched Conics“ Methode und „Gravity Assist“ Manöver, die beim interplanetaren Bahntransfer Anwendung finden.

Die Vorlesung gliedert sich in:

- Bezugssysteme und Zeitreferenz
- Keplerbahn, Bahnelemente, Bahnübergänge
- Bestimmung von Satellitenbahnen
- Bahnstörungen
- Spezielle Satellitenbahnen
- Interplanetare Bahnen
- Interplanetarer Transfer

Qualifikationsziele

- Die Studierenden können die in der Vorlesung behandelten Themen der Weltraumphysik (Zeit- und Koordinatensysteme, Geopotenzial, Bahnmechanik, Bahnbestimmung, Bahntransfer) zeitgemäß einordnen.
- Die Studierenden lernen Berechnungsverfahren zur Bahnbestimmung im erdnaheer und im interplanetaren Raum anzuwenden und Messverfahren (wie Doppler- und Ranging-Verfahren) zu verstehen.
- Die Studierenden wissen die aus der Störungstheorie folgenden Auswirkungen auf Satellitenbahnen zu berechnen und deren Bedeutung für die Durchführung von Raumfahrtmissionen einzuschätzen.

- Die Studierenden erwerben die Fähigkeit, Berechnungen für Bahntransfer-Manöver im interplanetaren Raum vorzunehmen und dabei das Konzept der Einflussphären anzuwenden.

Voraussetzungen	Vorausgesetzt werden Kenntnisse in Höherer Mathematik sowie in der Regelungstechnik.
-----------------	--

Verwendbarkeit	Voraussetzung für wissenschaftliche Grundlagenuntersuchungen sowie angewandte Forschung und Entwicklung auf dem Gebiet der Dynamik und Lageregelung von Satelliten.
----------------	---

Leistungsnachweis	Schriftliche Prüfung 90 Minuten <ul style="list-style-type: none">• 30 Minuten Frageteil: keine Hilfsmittel• 60 Minuten Aufgabenteil: Skript, Formelsammlung, Taschenrechner
-------------------	---

Sonstige Bemerkungen	Die Vorlesung findet in klassischer Form mittels Beamerpräsentation, mündlichem Vortrag und Tafelanschrieb statt. In den Übungen werden typische Aufgaben interaktiv mit den Studenten durchgearbeitet und gelöst. Zuordnung zu den Studienschwerpunkten siehe Tabelle am Anfang des Dokumentes.
----------------------	--

Literatur	<ul style="list-style-type: none">• Curtis: Orbital Mechanics for Engineering Students• Steiner, Schagerl: Raumflugmechanik• Messerschmid, Fasoulas: Raumfahrtsysteme• Ley, Wittman, Hallmann: Handbuch der Raumfahrttechnik
-----------	---

Dauer und Häufigkeit	Das Modul dauert ein Trimester, es findet im Frühjahrstrimester des 1. Master-Studienjahres statt.
----------------------	--

Modul 1373 Werkstoffe der Elektrotechnik und der Halbleitertechnologie

zugeordnet zu: Wahlpflichtmodule Vertiefungsrichtung: Mechatronik

Studiengang:	Mathematical Engineering	Modultyp:	Pflicht
Workload gesamt (h):	210 Stunden	ECTS-Punkte:	7
-> Präsenzzeit (h):	84 Stunden	TWS:	7 Stunden
-> Selbststudium (h):	126 Stunden		

Modulbestandteile	13731	Werkstoffe der Elektrotechnik (Vorlesung (PF) - 3 TWS)
	13732	Praktikum Halbleitertechnik (Praktikum (PF) - 4 TWS)

Modulverantwortlicher Prof. Dr.-Ing. Walter Hansch

Inhalt

Gegenstand der Vorlesung ist die Vermittlung von Grundwissen über den Aufbau von Werkstoffen, beginnend auf atomarer Ebene. Der Zusammenhang zwischen Mikrostruktur und physikalischen Eigenschaften der Materie wird gezeigt. Die mechanischen, elektrischen, optischen, thermischen und chemischen Eigenschaften der verschiedenen Arten von Werkstoffen sowie gängige Prüfverfahren werden vermittelt und durch fachpraktische Anteile wie Experimente und Übungen intensiviert. Des Weiteren erhält der Student /die Studentin einen Überblick sowohl über die Möglichkeiten zur gezielten Beeinflussung von Werkstoffen als auch über die Auswahl von Werkstoffen für verschiedene spezielle Anwendungen. Ein Hauptaugenmerk liegt dabei auf Werkstoffen, die in der Elektrotechnik Anwendung finden.

Im Praktikum werden den Studierenden Kenntnisse über die Laborarbeit unter Reinraumbedingungen vermittelt. Die Prozessierung der unterschiedlichen Werkstoffklassen mit Methoden der Halbleitertechnologie ist genauso Gegenstand des Praktikums wie die Kombination der unterschiedlichen Werkstoffe zu einen funktionsfähigen elektronischen Bauelement. Im Rahmen der einzelnen Teilprozesse wird den Studierenden praktisches Grundwissen über eine Reihe für die Elektrotechnik wichtiger Technologien, wie z.B. Vakuumtechnik, Fotolithografie, nass- und trockenchemische Prozesse, Abscheidung von Dünnschichten etc. vermittelt.

Qualifikationsziele

Der Student / die Studentin erwirbt während der Vorlesung Grundwissen der Werkstoffkunde und -technologie, das in allen Ingenieurwissenschaften breite Anwendung findet. Der Student / die Studentin erhält einen Überblick über typische Werkstoffe, die im Bereich der Elektrotechnik Anwendung finden. Der Student / die Studentin ist nach Abschluss der Lehrveranstaltung in der Lage, Werkstoffe für spezifische Problemstellungen anhand ihrer Eigenschaften auszuwählen.

Im anschließenden Praktikum arbeiten die Studierenden selbst mit verschiedenen Werkstoffen, die in der Elektrotechnik Anwendung finden. Aus halbleitenden, isolierenden und metallischen Werkstoffen erstellen die Studenten eigenhändig ein Halbleiterbauelement und charakterisieren dieses.

Voraussetzungen

- Der Stoff des Bachelormoduls Physik wird für Vorlesung und Praktikum vorausgesetzt.
- Der Stoff des Pflichtmoduls Halbleitertechnologie wird für das Praktikum vorausgesetzt

Verwendbarkeit

- Pflichtmodul für die Vertiefungsrichtung ME-EET im Studiengang Mathematical Engineering (M.Sc.)
- Wahlpflichtmodul für die Vertiefungsrichtungen ME-Mechatronik, ME-PTM und ME-VSK des Studiengangs Mathematical Engineering (M.Sc.)
- Wahlpflichtmodul für alle Vertiefungsrichtungen des Studiengangs Elektrotechnik und Informationstechnik (M.Sc.)
Hinweis : Das Modul ist nur dann verwendbar, wenn keine der zugehörigen Lehrveranstaltungen im Rahmen eines anderen Moduls eingebracht wird!

Leistungsnachweis

- Nach der Vorlesung eine Prüfung, sP-60 (=40%)
- Praktikum NoS: Eingangstest (=10%), Versuchsdurchführung (20%), Ausarbeitung (20%), Abschlussprüfung (10%)

Literatur

Ivers-Tiffée, v. Münch: Werkstoffe der Elektrotechnik, 10. Auflage, Teubner, 2007

G. Fasching: Werkstoffe für die Elektrotechnik: Mikrophysik, Struktur, Eigenschaften, 4. Auflage, Springer, Wien, 2004

Dauer und Häufigkeit

Das Modul dauert 2 Trimester.

Das Modul findet jedes Studienjahr jeweils im Winter- und Frühjahrssemester statt.

Als Startzeitpunkt ist das Wintersemester des 1. Studienjahrs vorgesehen.

Modul 1318 Anlagenbezogener Gewässerschutz

zugeordnet zu: Wahlpflichtmodule Vertiefungsrichtung: Physikalisch-Technische Modellierung in der Anwendung auf Bauingenieurwesen (Module aus BAU)

Studiengang:	Mathematical Engineering	Modultyp:	Pflicht
Workload gesamt (h):	150 Stunden	ECTS-Punkte:	5
-> Präsenzzeit (h):	50 Stunden	TWS:	5 Stunden
-> Selbststudium (h):	100 Stunden		

Modulbestandteile	13181	Industrieabwasserreinigung (Vorlesung (PF) - 1 TWS)
	13182	Klärschlammbehandlung (Vorlesung (PF) - 1 TWS)
	13183	Laborpraktikum (Praktikum (PF) - 1 TWS)
	13184	Mech. und biol. Abwasserreinigung (Vorlesung (PF) - 2 TWS)

Modulverantwortlicher Prof. Dr.-Ing. Frank Wolfgang Günthert

Inhalt	<p>Industrieabwasserreinigung (Prof. Günthert):</p> <ul style="list-style-type: none">• Direkt- und Indirekteinleiter• Abwasser mit mineralischen Stoffen• Abwasser mit organischen Stoffen (Getränkeindustrie)• Abwasser mit organischen Stoffen (Fleisch- und Tierkörperverwertung)• Abwasser aus der Papierindustrie <p>Klärschlammbehandlung (Prof. Günthert):</p> <ul style="list-style-type: none">• Entwässerung• Eindickung und Trocknung• Desintegration• Stabilisation• Beseitigung und Verwertung <p>Analytisches Laborpraktikum (Dr. Krause):</p> <ul style="list-style-type: none">• Temperatur, Leitfähigkeit, pH-Wert, Gesamt- und Carbonathärte• Kalk-Kohlensäure Gleichgewicht• Absetzbare und abfiltrierbare Stoffe• CSB, BSB5• N, P, Probennahme und -konservierung <p>Mechanische und biologische Abwasserreinigung (Prof. Günthert):</p> <ul style="list-style-type: none">• Rechen, Sandfang• Vorklärung (Sedimentation)• Belebungsverfahren• Belebungsverfahren• Festbettverfahren• Simulation von Stoffumwandlungsprozessen
--------	--

- Nachklärung (Sedimentation)
- Flotation
- Membranverfahren
- Filtration
- Exkursion zu Abwasserreinigungsanlagen

Qualifikationsziele

Das Modul Anlagenbezogener Gewässerschutz gibt einen vertieften Einblick in weitergehende Abwasserreinigungstechnologien. In der Vorlesung Industrieabwasser erhalten die Studenten einen Überblick über verschiedene Industriebranchen und erlernen die Charakterisierung von deren Abwässern und die zugehörigen Behandlungsmöglichkeiten. In der Vorlesung Klärschlammbehandlung werden wesentliche Methoden der Klärschlammbehandlung vermittelt, die als Voraussetzung für die Entsorgung und Verwertung der Reststoffe aus der Abwasserbehandlung dienen. Im Laborpraktikum entwickeln die Studierenden Fähigkeiten zur Durchführung wesentlicher Analyseverfahren zur Charakterisierung von Rohwasser, Trinkwasser, Abwasser und Klärschlamm mit Möglichkeit zur praktischen Anwendung. In der Vorlesung "Mechanische und biologische Abwasserreinigung" werden vertiefte Kenntnisse in der mechanischen-biologischen Verfahrenstechnik der Abwasserreinigung vermittelt.

Voraussetzungen

Grundlagen des Wasserwesens
Siedlungswasserwirtschaft und Abfallwirtschaft
Umweltwissenschaften II

Verwendbarkeit

Mit dem erlernten Wissen können Kläranlagenkonzepte für kommunale und industrielle Einleiter erarbeitet werden. Bestehende Anlagen sollen überprüft und optimiert werden. Die Bearbeitung weiterführender Studienobjekte sowie der Master- Abschlussarbeit werden dadurch ermöglicht.

Leistungsnachweis

Schriftliche Prüfung 120 Minuten oder mündliche Prüfung 30 Minuten.
Teilnahmeschein über erfolgreich besuchtes Laborpraktikum.

Dauer und Häufigkeit

Das Modul dauert 1 Trimester.
Das Modul beginnt jedes Studienjahr jeweils im Frühjahrstrimester.

Modul 1339 Auslandsbau und BauBWL

zugeordnet zu: Wahlpflichtmodule Vertiefungsrichtung: Physikalisch-Technische Modellierung in der Anwendung auf Bauingenieurwesen (Module aus BAU)

Studiengang:	Mathematical Engineering	Modultyp:	Wahlpflicht
Workload gesamt (h):	150 Stunden	ECTS-Punkte:	5
-> Präsenzzeit (h):	72 Stunden	TWS:	6 Stunden
-> Selbststudium (h):	78 Stunden		

Modulbestandteile	13391	Auslandseinsatz und Bauen im Ausland (Vorlesung (PF) - 2 TWS)
	13392	Baubetriebswirtschaftslehre (Vorlesung (PF) - 2 TWS)
	13393	Baubetriebswirtschaftslehre (Übung (PF) - 2 TWS)

Modulverantwortlicher Prof. Dr.-Ing. Jürgen Schwarz

Inhalt	<p>Bauen im Ausland - Bereich Privatwirtschaft (Prof. Schwarz)</p> <ul style="list-style-type: none"> Aufgaben der Bauindustrie und der Bundeswehr im Ausland Besondere Risiken und Chancen im Auslandsbau Vertragsformen und Unternehmensformen im Auslandsbau Kalkulation (KK) für Auslandsbaustellen KK und monetäre Bewertung besonderer Risiken, z.B. Währungsrisiko <p>Bauen im Ausland - Militärischer Bereich (MinR Lange)</p> <ul style="list-style-type: none"> Infrastruktur der Bundeswehr im Auslandseinsatz Infrastruktur für einen Auslandseinsatz der Bw (Anforderungen, Vorbereitung, Einrichtung im Einsatzort sowie Anpassung und Entwicklung im Einsatzort) Aufstellen von Checklisten für Auslandseinsätze <p>Baubetriebswirtschaftslehre (Prof. Schwarz, Dr. Büllsbach)</p> <ul style="list-style-type: none"> Betriebswirtschaftliche Aufgaben des Bauingenieurs Volkswirtschaft- Betriebswirtschaft- Baubetriebswirtschaft Einführung in die Investitionsrechnung Ausgewählte Themen der Baubetriebswirtschaftslehre (z. B. Lebenszyklusbetrachtungen, Entscheidungstheorien, Mängelmanagement. Controlling, Immobilienwirtschaft und nachhaltiges Bauen) Immobilienwirtschaft (Dr. Büllsbach): Grundlagen, Immobilienentwicklung, Immobilienmanagement
--------	--

Qualifikationsziele	<p>Zur Bewältigung von Aufträgen im Ausland für zivile und insbesondere militärische Aufgaben bedarf es besonderer Kenntnisse. Die Studierenden erwerben im Rahmen des Moduls Kenntnisse über Organisationsabläufe im BMVg zur Abwicklung von Auslandseinsätzen, den militärischen Auslandsbau und Besonderheiten beim Bauen im Aus-</p>
---------------------	--

land (militärisch und zivil). Weiterhin erhalten die Studierenden einen Einblick in die Abwicklung einer Auslandsbaustelle, in die kalkulatorischen Besonderheiten im Auslandsbau und lernen die Unterschiede und Gemeinsamkeiten zwischen militärischem und zivilem Auslandsbau kennen.

Wirtschaftliches Handeln und Denken ist für Unternehmer, Bauingenieure in Führungspositionen und operativ tätige Bauingenieure notwendig. Die Grundlage hierfür erwirbt der Student in diesem Modul.

Dem Studenten werden Grundkenntnisse vermittelt in:

- Grundlagen der Baubetriebswirtschaftslehre
- Bedeutung der fachspezifischen Begriffe
- Kontierung und Bilanzierung
- Finanzmathematische Grundlagen, z. B. Investitionsrechnungen
- Unternehmensführung in den Einheiten Baustelle - Niederlassung - Unternehmen

Voraussetzungen

- Erfolgreiche Teilnahme an Modul "Grundlagen des Baubetriebs" (1607) im Bachelor- Studium oder vergleichbare Kenntnisse in Baustelleneinrichtung, Terminplanung, Kalkulation und Baurecht
- Zusätzlich empfohlen wird das Modul 1745 "Baubetrieb in der Praxis"

Verwendbarkeit

Das Modul vermittelt:

- eine nützliche Qualifikation für die militärische Laufbahn und darüber hinaus in der Praxis nachgefragte Fähigkeiten eines Bauingenieurs
- die Kenntnisse zur wirtschaftlichen Beurteilung von Bauwerken und Immobilien im gesamten Lebenszyklus.

Leistungsnachweis

Teilnahmeschein und schriftliche Prüfung 90 Minuten oder Teilnahmeschein und mündliche Prüfung 30 Minuten.
Der Teilnahmeschein wird im Teil Baubetriebswirtschaftslehre durch rechtzeitige und ausreichende Bearbeitung und Abgabe von Hausübungen erworben.

Dauer und Häufigkeit

Das Modul dauert 2 aufeinanderfolgende Trimester.
Das Modul beginnt jedes Studienjahr jeweils im Herbsttrimester.

Modul 1309 Baubetrieb in der Praxis

zugeordnet zu: Wahlpflichtmodule Vertiefungsrichtung: Physikalisch-Technische Modellierung in der Anwendung auf Bauingenieurwesen (Module aus BAU)

Studiengang:	Mathematical Engineering	Modultyp:	Pflicht
Workload gesamt (h):	150 Stunden	ECTS-Punkte:	5
-> Präsenzzeit (h):	72 Stunden	TWS:	6 Stunden
-> Selbststudium (h):	78 Stunden		

Modulbestandteile	13091	Bauablaufoptimierung (Vorlesung (PF) - 2 TWS)
	13092	Projektübung (Übung (PF) - 2 TWS)
	13093	Terminplanung und Kapazitätsermittlung (Vorlesung (PF) - 2 TWS)

Modulverantwortlicher Prof. Dr.-Ing. Jürgen Schwarz

Inhalt	Terminplanung und Kapazitätsermittlung (Prof. Schwarz)
	<ul style="list-style-type: none"> • Terminplanung mit: Balkenplan, Weg-Zeit-Diagramm, Netzplantechnik • Terminplanung/Taktplanung/Kapazitätsermittlung an ausgewählten Objekten, z. B. Betonbau / Schalung / Tunnelbau / Sprengvortrieb, konventioneller Vortrieb, Maschinenvortrieb, Hochbau, Brückenbau
	Bauablaufoptimierung (Prof. Schwarz)
	<ul style="list-style-type: none"> • Verfahren zur Bauablaufoptimierung • Definition von Optimierungsschritten (z. B. wirtschaftlich, terminlich, qualitätsorientiert) • Ableitung der Optimierungsschritte aus den Ergebnissen der Vorlesung Terminplanung mit praktischen Beispielen.
	Kalkulation als Verfahren der Kostenartenrechnung (Prof. Schwarz)
	<ul style="list-style-type: none"> • Vertiefung zur Angebotskalkulation • Nachtragskalkulation • Arbeitskalkulation • Nachkalkulation (mit Bezug zum Controlling) • besondere Fragen der Kalkulation von Auslandsprojekten
	Projektübung
	<ul style="list-style-type: none"> • Bearbeitung von Übungen zu den Themengebieten.

Qualifikationsziele	Die Studierenden erwerben vertiefende Kenntnisse und Fähigkeiten für die vollständige Durchführung einer Bauaufgabe in Terminabwicklungen und Terminplanung, insbesondere der Netzplantechnik sowie der Optimierung von Bauabläufen nach zeitlichen und wirtschaftlichen Gesichtspunkten im Regelkreis.
---------------------	---

Sie erlernen weiterhin spezielle Kalkulationsverfahren für unterschiedliche Projektarten, Kalkulationsverfahren in verschiedenen Projektphasen, z. B. Nachtragskalkulation und Nachkalkulation, ganzheitliche Lösungen für die Herstellung und den Betrieb.

Voraussetzungen

Erfolgreiche Teilnahme an Modul "Grundlagen des Baubetriebs" (1607) im Bachelor-Studium oder (bei externen Studenten) vergleichbare Kenntnisse in Arbeitsvorbereitung, Terminplanung und Kalkulation.

Verwendbarkeit

Das Modul ist grundlegend für die Fähigkeit, Bauprojekte zu planen, zu kalkulieren und durchzuführen.

Leistungsnachweis

Teilnahmeschein und schriftliche Prüfung 90 Minuten oder Teilnahmeschein und mündliche Prüfung 30 Minuten.
Der Teilnahmeschein wird durch rechtzeitige und ausreichende Bearbeitung und Abgabe von Hausübungen erworben.

Dauer und Häufigkeit

Das Modul dauert 1 Trimester.
Das Modul beginnt jedes Studienjahr jeweils im Wintertrimester.

Modul 1337 Baudynamik und Erdbebeningenieurwesen

zugeordnet zu: Wahlpflichtmodule Vertiefungsrichtung: Physikalisch-Technische Modellierung in der Anwendung auf Bauingenieurwesen (Module aus BAU)

Studiengang:	Mathematical Engineering	Modultyp:	Wahlpflicht
Workload gesamt (h):	270 Stunden	ECTS-Punkte:	9
-> Präsenzzeit (h):	108 Stunden	TWS:	9 Stunden
-> Selbststudium (h):	162 Stunden		

Modulbestandteile	13371	Bauwerke unter Erdbebenbelastung (Vorlesung (PF) - 2 TWS)
	13372	Bodendynamik (Vorlesung (PF) - 1 TWS)
	13373	Dynamik der Baukonstruktionen (Vorlesung (PF) - 1 TWS)
	13374	Dynamik der Baukonstruktionen (Übung (PF) - 2 TWS)
	13375	Erdbebenschutzsysteme im Hoch- und Brückenbau (Vorlesung (PF) - 2 TWS)
	13376	Mathematische Methoden in der Dynamik (Vorlesung (PF) - 1 TWS)

Modulverantwortlicher	Prof. Dr.-Ing. habil. Norbert Gebbeken
-----------------------	--

- Inhalt
- Dynamik der Baukonstruktionen (Prof. Marburg):
- Einmassenschwinger unter sprung- und stoßartiger Belastung
 - Selbsterregte und parametererregte Schwingungen
 - Schwinger mit mehreren Freiheitsgraden
 - Schwingungen von Maschinenfundamenten
 - Torsions- und Kippschwingungen
 - Eigenfrequenzen und Eigenformen
 - Erzwungene Schwingungen des Mehrmassenschwingers
 - Maßnahmen zur Schwingungsreduzierung - Windeinwirkung auf Bauwerke
 - Schwingungsprobleme bei Hochbauten und Brücken
- Mathematische Methoden in der Dynamik (Prof. Apel):
- Numerische Verfahren und Begriffe
 - Einschrittverfahren und Mehrschrittverfahren
 - implizite und explizite Verfahren
 - Konvergenz und Stabilität
 - Schrittweitensteuerung
 - Angepasste Verfahren für Schwingungsprobleme
 - Newmark-Verfahren für Schwingungsprobleme
 - Houbolt-Verfahren
 - Wilson-Theta-Verfahren
 - Hilber-Hughes-Taylor-Verfahren

Bodendynamik (Prof. Boley):

- Wellenausbreitung im Boden
- Dynamische Bodeneigenschaften
- Erschütterungsausbreitung und -reduktion
- Einbeziehung des Bodens in die Modellbildung
- Seismologische Grundlagen
- Geotechnisches Erdbebeningenieurwesen

Bauwerke unter Erdbebenbelastung (Prof. Gebbeken):

- Einführung in das Erdbebeningenieurwesen
- Erdbebennachweise mittels Antwortspektrum
- Methode der Kapazitätsbemessung
- Plastische Mechanismen bei der Erdbebenbemessung
- Planungs- und Konstruktionsgrundsätze
- Bestandsbeurteilung
- Praxisbeispiele

Erdbebenschutzsysteme (Prof. Mangerig)

- technische Möglichkeiten im Neu- und Bestandsbau
- spezielle Lagerungsmöglichkeiten im Hoch- und Brückenbau
- Praxisbeispiele aus dem In- und Ausland

Qualifikationsziele

Die Studierenden erwerben Grundlagenwissen über die dynamischen Eigenschaften des Bodens und kennen erschütterungsresistente Gründungstechniken. Sie erwerben vertiefte Kenntnisse über Schwingungen infolge aperiodischer Belastung sowie über selbst- und parametererregte Schwingungen. Weiterhin können die Studierenden die vermittelten Schwingungsmodelle und Lösungsstrategien auf konkrete Bauwerksschwingungen anwenden. Die Studierenden erwerben ein grundlegendes Verständnis für Beanspruchungen infolge Erdbeben und können die erworbenen Kenntnisse zum Antwortspektrenverfahren und zur Kapazitätsbemessung anwenden. Sie sind sensibilisiert bezüglich der Wirkung von Erdbeben auf bauliche Infrastruktur und kennen Verfahren zur Isolierung gegen Erdbebeneinwirkungen.

Voraussetzungen

Grundkenntnisse der Strukturmechanik, z.B. aus dem Modul "Tragwerksschwingungen und Erschütterungsschutz".

Verwendbarkeit

Anspruchsvolle Bauprojekte im In- und Ausland.

Leistungsnachweis

Schriftliche Prüfung 150 Minuten oder mündliche Prüfung 45 Minuten.

Dauer und Häufigkeit

Das Modul dauert 1 Trimester.
Das Modul beginnt jedes Studienjahr jeweils im Frühjahrstrimester.

Modul 1342 Bauen im Bestand - Hochbau

zugeordnet zu: Wahlpflichtmodule Vertiefungsrichtung: Physikalisch-Technische Modellierung in der Anwendung auf Bauingenieurwesen (Module aus BAU)

Studiengang:	Mathematical Engineering	Modultyp:	Wahlpflicht
Workload gesamt (h):	150 Stunden	ECTS-Punkte:	5
-> Präsenzzeit (h):	72 Stunden	TWS:	6 Stunden
-> Selbststudium (h):	78 Stunden		

Modulbestandteile	13421	Vermessungsverfahren beim Bauen im Bestand (Vorlesung (PF) - 1 TWS)
	13422	Vermessungsverfahren beim Bauen im Bestand (Übung (PF) - 1 TWS)
	13423	Entwerfen und Konstruieren im Bestand (Vorlesung (PF) - 1 TWS)
	13424	Entwerfen und Konstruieren im Bestand (Übung (PF) - 1 TWS)
	13425	Schadensmechanismen/Sanierungsverfahren (Vorlesung im HT) (Vorlesung (PF) - 1 TWS)

Modulverantwortlicher	Prof. Dr.-Ing. Geralt Siebert
-----------------------	-------------------------------

Inhalt	<p>Vermessungsverfahren beim Bauen im Bestand (Prof. Heunecke):</p> <ul style="list-style-type: none"> • Bestandserfassung und Beweissicherung aus Sicht der Geodäsie • Mess-, Auswerte- und Visualisierungstechniken; u. a. mittels Laserscanning • Vorstellung von Fallbeispielen • Exemplarische Messungen und deren Auswertung <p>Entwerfen und Konstruieren im Bestand (Prof. Siebert):</p> <ul style="list-style-type: none"> • Bauen im Bestand: Warum? (Ertüchtigung, Nutzungsänderung?) • Bauphysikalische und baukonstruktive Aufgaben und deren Lösung bei Ertüchtigung oder Nutzungsänderung von Bestandsbauten (geänderte statische, konstruktive und bauphysikalische Beanspruchungen/Randbedingungen, Systemänderungen) • Beispiele aus der Baupraxis zu unterschiedlichen praktischen Fragestellungen und deren Lösung zum Teil als Übungsarbeit für die Studierenden um Gelehrtes anzuwenden <p>Schadensmechanismen (Prof.Thienel):</p> <ul style="list-style-type: none"> • Schäden an Mauerwerk • Schäden an Holzbauteilen • Schäden an Abdichtungssystemen • Fasadenschäden • Schäden an Dächern • Mauerwerkstroeknenlegung • Holzverstärkung und -ersatz
--------	---

- Abdichtungssysteme
- Nachträgliche Wärmedämmung
- Baustoffliche Anforderungen in der Denkmalpflege

Qualifikationsziele

Kenntnis der unterschiedlichen Methoden, um erforderliche geometrische Randbedingungen des Bestandes zu ermitteln. Kenntnis der besonderen Randbedingungen beim Bauen im Bestand, zusammenhängende Entwurfs- und Konstruktionsweisen sowie Bauverfahren bei Erüchtigung / Verstärkung, Berücksichtigung der Belastungsgeschichte für bautechnische Nachweise. Erkennen von Schäden im Bestand und Beurteilen des Erfordernis sowie der Möglichkeiten für eventuelle Sanierung.

Voraussetzungen

Kenntnisse entsprechend der folgenden Module:

- Grundlagen der Geodäsie
- Entwerfen und Konstruieren, Baukonstruktion und Bauphysik
- Statik II (statisch unbestimmte Tragwerke); Konstruktiver Ingenieurbau I und II
- Werkstoffe und Bauchemie I, II

Verwendbarkeit

Die überwiegenden Bauaufgaben sind bereits weniger im Neubau als in der Erüchtigung oder Sanierung beispielsweise im Zusammenhang mit Nutzungsänderungen/Umbauten oder energetischen Fragestellungen angesiedelt. Die Bauaufnahme dient als Voraussetzung für Bauen im Bestand. Der Einblick in historische Tragkonstruktionen vertieft das Verständnis im allgemeinen, die sich gegenüber Neubau andere Herangehensweise (zunächst Bestandsaufnahme, dann davon abhängig bzw. darauf abgestimmt Planung, Konstruktion und Bemessung unter häufig speziellen Randbedingungen) stellt eine zukünftig immer wichtiger werdende Erweiterung des Tätigkeitsfeldes von konstruktiv tätigen Ingenieuren dar.

Leistungsnachweis

Schriftliche Prüfung 90 Minuten oder mündliche Prüfung 25 Minuten.

Dauer und Häufigkeit

Das Modul dauert 1 Trimester.
Das Modul beginnt jedes Studienjahr jeweils im Herbsttrimester.

Modul 1344 Bauen unter besonderen Randbedingungen

zugeordnet zu: Wahlpflichtmodule Vertiefungsrichtung: Physikalisch-Technische Modellierung in der Anwendung auf Bauingenieurwesen (Module aus BAU)

Studiengang:	Mathematical Engineering	Modultyp:	Wahlpflicht
Workload gesamt (h):	150 Stunden	ECTS-Punkte:	5
-> Präsenzzeit (h):	60 Stunden	TWS:	5 Stunden
-> Selbststudium (h):	90 Stunden		

Modulbestandteile	13441	Klimagerechtes Bauen (Vorlesung im WT) (Vorlesung (PF) - 1.5 TWS)
	13442	Bauweisen unter Berücksichtigung lokaler Bautechniken (Vorlesung (PF) - 1.5 TWS)
	13443	Bauen in erdbebengefährdeten Gebieten und schwingungsanfällige Bauwerke (Vorlesung (PF) - 1 TWS)
	13444	Anwendungsbeispiele (Vorlesung (PF) - 1 TWS)

Modulverantwortlicher Prof. Dr.-Ing. Ingbert Mangerig

Inhalt Bauen unter besonderen Randbedingungen (Prof. Mangerig, Prof. Siebert, Prof. Thienel):

Das Modul Bauweisen unter besonderen Randbedingungen soll den Studierenden die bautechnischen Möglichkeiten zum Bauen unter Beachtung besonderer lokaler Randbedingungen aufzeigen. Hierzu zählen sowohl die Verwendung der am Einsatzort verfügbaren Baustoffe wie auch die Darstellung lokaler Bautechniken. Auf besondere Techniken zur Gestaltung von Bauwerken in erdbebengefährdeten Gebieten wird vertieft eingegangen. Außerdem werden die Ursachen für Bauwerksschwingungen behandelt und Konstruktionen zu deren Reduzierung vorgestellt.

Qualifikationsziele Im Rahmen der Veranstaltung soll bei den Studierenden das Verständnis für die bautechnischen Randbedingungen beim Einsatz in unterschiedlichen Kulturkreisen geweckt werden. Die Studierenden erkennen die Vorteile traditioneller Bauweisen und können diese in die eigene Planung integrieren.

Voraussetzungen Kenntnisse in Bauphysik, Mechanik, Baustatik und Werkstoffverhalten

Leistungsnachweis Schriftliche Prüfung 120 Minuten oder mündliche Prüfung 60 Minuten.

Dauer und Häufigkeit Das Modul dauert 1 Trimester.
Das Modul beginnt jedes Studienjahr jeweils im Wintertrimester.

Modul 1311 Baurecht

zugeordnet zu: Wahlpflichtmodule Vertiefungsrichtung: Physikalisch-Technische Modellierung in der Anwendung auf Bauingenieurwesen (Module aus BAU)

Studiengang:	Mathematical Engineering	Modultyp:	Wahlpflicht
Workload gesamt (h):	150 Stunden	ECTS-Punkte:	5
-> Präsenzzeit (h):	72 Stunden	TWS:	6 Stunden
-> Selbststudium (h):	78 Stunden		

Modulbestandteile	13111	Baugrund- und Tiefbaurecht (Vorlesung (PF) - 2 TWS)
	13112	Grundlagen des Baurechts (Vorlesung (PF) - 2 TWS)
	13113	Übungen zu den Themengebieten (Übung (PF) - 2 TWS)

Modulverantwortlicher Prof. Dr.-Ing. Jürgen Schwarz

Inhalt	<p>Grundlagen des Baurechts (Prof. Schwarz / Prof. Bardenhagen):</p> <ul style="list-style-type: none">• Vertragsmodelle, Unternehmensformen: Überblick• Neue Vertragsmodelle im Bauwesen: PPP, BOT; GMP, und andere• Grundlagen des Bauvertragsrechts• Vertragsgestaltung - intern / extern• Externe Vertragsverhältnisse AG - AN• Besondere Aspekte im Auslandsbau• Rechtsfragen am Fallbeispiel: Vertragsgestaltung aus Sicht des GU, des NU, des Bauherrn, des Nutzers. <p>Baugrund-, Tiefbau- und Auslandsrecht (Prof. Boley / Dr. Fuchs): Übung und Vorlesung</p> <ul style="list-style-type: none">• Grundzüge und rechtliche Relevanz der DIN 4020• Baugrundrisiko und Systemrisiko• Nachweispflichten bei Leistungsänderungen im Tiefbau• Vertragsgestaltung im Tiefbau• Der Baustoff Boden im rechtlichen Sinne• Leistungsänderungen im Tiefbau an ausgewählten Beispielen• Ausschreibung von Tiefbauarbeiten• Empfehlungen zur Baugrunderkundung und -beschreibung• Richtiges Handeln bei Schäden und Leistungsänderungen• Auslandsverträge z. B. FIDIC und NEC
--------	---

Qualifikationsziele	<p>Rechtliche Grundkenntnisse sind für jeden Bauingenieur in jeder Stellung notwendig. Der Student erwirbt Kenntnisse über:</p> <ul style="list-style-type: none">• verschiedene Vertragsformen und Vertragsabwicklungen• das BGB (Bürgerliches Gesetzbuch)• die Vergabe- und Vertragsordnung für Bauleistungen (DIN 1960 und 1961 VOB)
---------------------	---

- Vertragsrecht im Auslandsbau (z.B. FIDIC)
- Honorarordnung für Architekten und Ingenieure (HOAI)
- rechtliche Behandlung von Änderungen während der Ausführungsphase

Voraussetzungen

Erfolgreiche Teilnahme an Modul "Grundlagen des Baubetriebs" (1607) im Bachelor-Studium oder (bei externen Studenten) vergleichbare Kenntnisse im Baurecht.

Verwendbarkeit

Das Modul vermittelt dem Bauingenieur die notwendigen rechtlichen Kenntnisse für die Abwicklung von Projekten, für die Sicht der Bauindustrie, der Immobilienwirtschaft und der Verwaltung.

Leistungsnachweis

Teilnahmeschein und schriftliche Prüfung 90 Minuten oder Teilnahmeschein und mündliche Prüfung 30 Minuten.
Der Teilnahmeschein wird durch rechtzeitige und ausreichende Bearbeitung und Abgabe von Hausübungen erworben.

Dauer und Häufigkeit

Das Modul dauert 1 Trimester.
Das Modul beginnt jedes Studienjahr jeweils im Wintertrimester.

Modul 1335 Beurteilung/Ertüchtigung historischer Tragwerke

zugeordnet zu: Wahlpflichtmodule Vertiefungsrichtung: Physikalisch-Technische Modellierung in der Anwendung auf Bauingenieurwesen (Module aus BAU)

Studiengang:	Mathematical Engineering	Modultyp:	Wahlpflicht
Workload gesamt (h):	150 Stunden	ECTS-Punkte:	5
-> Präsenzzeit (h):	84 Stunden	TWS:	6 Stunden
-> Selbststudium (h):	66 Stunden		

Modulbestandteile	13351	Beurteilung und Ertüchtigung historischer Tragwerke (Vorlesung (PF) - 2 TWS)
	13352	Beurteilung und Ertüchtigung historischer Tragwerke (Übung (PF) - 2 TWS)
	13353	Beurteilung und Ertüchtigung historischer Tragwerke (Praktikum (PF) - 2 TWS)

Modulverantwortlicher Prof. Dr.-Ing. Stefan Holzer

Inhalt

Tragwerke, die mehr als ca. 60-80 Jahre alt sind, sind als historische Tragwerke anzusprechen. Ein großer Teil der Infrastruktur Europas besteht aus historischen Tragwerken. Für solche Tragwerke existieren meist keine zuverlässigen Planunterlagen, so dass die erste Aufgabe in der Dokumentation der Konstruktion und ihres Ist-Zustandes liegt. Zur Beurteilung historischer Tragwerke ist Hintergrundwissen über deren Konstruktion unabdingbar. Die Vorlesung behandelt die Konstruktionsarten historischer Holztragwerke (Systeme und deren Entwicklungsgeschichte, zimmermannsmäßige Anschlüsse, historische Verbindungsmittel), die Konstruktion gewölbter Strukturen (Gewölbe und Kuppeln im Hochbau: Naturstein-, Backstein- und Holzgewölbe; gewölbte Brücken) und die Konstruktion historischer Mauerwerkswände und Gründungen. Die Materialeigenschaften historischer Werkstoffe sind ebenfalls Gegenstand der Vorlesung.

Historische Tragwerke verdanken ihre Konstruktion nicht allein statischen Überlegungen, sondern sind stark durch die Randbedingungen des historischen Bauprozesses bedingt (keine Verfügbarkeit starker Hebezeuge, Notwendigkeit von Arbeitsplattformen, langsame Erhärtung historischer Mörtel, bauzeitliche Verformungen, leichtere Bearbeitbarkeit schlagfrischen Holzes, usw.). Daher handelt es sich oft um Tragwerke mit uneindeutiger Tragwirkung, so dass eine geeignete statische Modellbildung zur Schnittgrößenermittlung und Standsicherheitsbeurteilung schwieriger ist als bei modernen, ingenieurmäßig geplanten Tragwerken mit klaren Anschlüssen und statischen Systemen. In den Vorlesungen und in der Übung werden Techniken der statischen Modellbildung - mit Schwerpunkten bei zimmermannsmäßigen Holzkonstruktionen und bei gemauerten Bögen und Gewölben - vorgeführt und exemplarisch auf konkrete Beispiele angewendet.

Zur Standsicherheitsbeurteilung historischer Tragwerke gehört auch die Analyse der Schadens- und Reparaturgeschichte, um Schaden-

sursachen erkennen zu können und eine Aussage über die zeitliche Entwicklung der Standsicherheit treffen zu können. Speziell im denkmalgeschützten Kontext (historische Baudenkmäler) unterliegen Reparatur- und Ertüchtigungsmaßnahmen speziellen Randbedingungen, die in der Lehrveranstaltung anhand konkreter Objekte und aktueller Sanierungsmaßnahmen erläutert werden.

Grundprinzip der Lehrveranstaltung ist das Motto "Theoria cum praxi": Die Lehre findet nicht allein anhand von Fotos und Abbildungen im Hörsaal statt, sondern auch vor Ort am konkreten historischen Objekt, das im Rahmen der Lehrveranstaltung auch "in die Hand genommen" wird: Das Praktikum umfasst gegen Beginn des Trimesteres eine Exkursion zu beispielhaften historischen Tragwerken. Es folgt das Aufmaß eines Teiles eines historischen Tragwerks (2-3 halbe Tage, 35-km-Radius um die Universität). Im Nachgang dazu sind die entwicklungsgeschichtliche Einordnung, die Aufschlüsselung der Schadens- und Reparaturgeschichte, die zerstörungsfreie Materialprüfung und Zustandskartierung bis hin zur statischen Berechnung durchzuführen.

Als Resultat des Praktikums, welches in Kleingruppen (je 3-4 Studierende, je 2-3 Kleingruppen gleichzeitig je Objekt) durchgeführt und betreut wird, haben die Studierenden Pläne, eine kleine Baudokumentation (Text und Fotos) und Berechnungen als Gruppenleistung vorzulegen. Die Prüfung findet als mündliche Prüfung entweder in einem historischen Bauwerk oder an der Universität statt. Dabei haben die Studierenden zu dem realen Tragwerk oder zu konkreten Belegstücken aus solchen Konstruktionen Aussagen zu treffen. Alternativ kann eine schriftliche Prüfung von 90 min. Dauer angesetzt werden (Mitteilung über Art der Prüfung am Beginn des Trimesters).

Qualifikationsziele

Fähigkeit zur Beurteilung historischer Konstruktionen, besonders hinsichtlich Schäden, Tragverhalten und Standsicherheit. Kenntnis historischer Tragwerksformen. Methodenwissen: Aufmaß historischer Tragwerke, Zustandskartierung, zerstörungsfreie Prüfverfahren für historische Konstruktionen. Fähigkeit zur statischen Modellbildung und Analyse von historischen Holz- und Mauerwerkskonstruktionen (Statik zimmermannsmäßiger Holzkonstruktionen, Gewölbestatik). Kenntnis der Grundprinzipien der Ertüchtigung im Kontext des Denkmalschutzes. Fähigkeit zum Dialog mit Denkmalpflegern, Restauratoren und Nutzern historischer Bauwerke.

Voraussetzungen

Kenntnisse im Konstruktiven Ingenieurbau, in Baustatik und Baumechanik; grundlegende Fertigkeit im Zeichnen.

Leistungsnachweis

- Teilnahmeschein des Praktikums
- Schriftliche Prüfung 90 Minuten oder mündliche Prüfung 30 Minuten

Dauer und Häufigkeit

Das Modul dauert 1 Trimester.
Das Modul beginnt jedes Studienjahr jeweils im Frühjahrstrimester.

Modul 1310 Brücken- und Ingenieurbau

zugeordnet zu: Wahlpflichtmodule Vertiefungsrichtung: Physikalisch-Technische Modellierung in der Anwendung auf Bauingenieurwesen (Module aus BAU)

Studiengang:	Mathematical Engineering	Modultyp:	Pflicht
Workload gesamt (h):	150 Stunden	ECTS-Punkte:	5
-> Präsenzzeit (h):	72 Stunden	TWS:	5 Stunden
-> Selbststudium (h):	78 Stunden		

Modulbestandteile	13101	Betonbrücken (Vorlesung (PF) - 1 TWS)
	13102	Betonbrücken (Übung (PF) - 1 TWS)
	13103	Grundlagen des Brückenbaus (Vorlesung (PF) - 1 TWS)
	13104	Stahl- und Verbundbrücken (Vorlesung (PF) - 1 TWS)
	13105	Stahl- und Verbundbrücken (Übung (PF) - 1 TWS)

Modulverantwortlicher Prof. Dr.-Ing. Manfred Keuser

Inhalt

Im Modul Brücken- und Ingenieurbau werden zunächst in der Vorlesung Grundlagen des Brückenbaus (Prof. Mangerig/Prof. Keuser) die unabhängig vom Werkstoff geltenden Grundlagen für die Planung und die Berechnung von Brücken gelegt. Themenschwerpunkte bilden dabei die Einwirkungen aus Straßen-, Eisenbahn- und Fußgängerverkehr, aus Zwang (Temperatur, Setzungen etc.) und die außergewöhnlichen Einwirkungen (Anprall, Erdbeben), der Entwurf und die Berechnung von Brücken, die Brückenausrüstung (Lager, Fahrbahnübergänge) und die Gestaltung von Brücken.

In weiterführenden Lehrveranstaltungen werden dann die besonderen Gegebenheiten bei Stahl- und Stahlverbundbrücken (Prof. Mangerig) sowie Betonbrücken (Prof. Keuser) vorgestellt und in Übungen vertieft. Dies betrifft sowohl die Berechnung der Brückentragwerke als auch die aus unterschiedlichen Bauverfahren (Taktschieben, Freivorbau, Lehrgerüst, Montage mit Kran und/oder mit Hilfsstützen) resultierenden statisch-konstruktiven Aspekte.

Qualifikationsziele

Im Modul Brücken- und Ingenieurbau erwerben die Studierenden die Grundkenntnisse in der Objekt- und Tragwerksplanung von Straßen-, Eisenbahn- und Radwegbrücken. So sind sie in der Lage, aufbauend auf ihrem Grundlagenwissen einfache Brücken in Stahl-, Stahlverbund-, Stahlbeton- und Stahlbauweise planerisch und statisch-konstruktiv zu bearbeiten.

Voraussetzungen

Fundierte Grundkenntnisse in den Bereichen Statik, Werkstoffe und Bauchemie und konstruktiver Ingenieurbau (Stahlbau/Massivbau) sind Voraussetzung für eine erfolgreiche Teilnahme.

Verwendbarkeit

Das Modul ist Voraussetzung für das Modul Projekt Konstruktiver Ingenieurbau. Es bildet die Grundlage für eine Masterarbeit im Konstruktiven Ingenieurbau.

Leistungsnachweis

Schriftliche Prüfung 120 Minuten oder mündliche Prüfung 30 Minuten.

Dauer und Häufigkeit

Das Modul dauert 1 Trimester.
Das Modul beginnt jedes Studienjahr jeweils im Frühjahrstrimester.

Modul 1341 Faserverbundkonstruktionen

zugeordnet zu: Wahlpflichtmodule Vertiefungsrichtung: Physikalisch-Technische Modellierung in der Anwendung auf Bauingenieurwesen (Module aus BAU)

Studiengang:	Mathematical Engineering	Modultyp:	Wahlpflicht
Workload gesamt (h):	150 Stunden	ECTS-Punkte:	5
-> Präsenzzeit (h):	72 Stunden	TWS:	5 Stunden
-> Selbststudium (h):	78 Stunden		

Modulbestandteile

Modulverantwortlicher Prof. Dr.-Ing. habil. Norbert Gebbeken

Inhalt

Grundlagen der Faserverbundtechnologie (Prof. Gebbeken):

- Werkstoffgesetze und Materialmodelle
- Tragverhalten und Berechnung von inhomogenen Stäben und Balken
- Berechnung dickwandiger Bauteile
- Festigkeitsnachweis und Versagenskriterien

Netztheorie (Prof. Gebbeken):

- Auslegung und Optimierung von Laminaten
- Berechnung von Sandwichstrukturen
- Feuchte- und Temperatureinflüsse
- Berechnung geklebter Strukturen

Nachweismethodik bzgl. Lebensdauer und Schadenstoleranz (Prof. Gebbeken)

Qualifikationsziele

Die Studierenden kennen grundlegende Unterschiede zwischen isotropen und orthotropen sowie anisotropen Werkstoffgesetzen. Sie wissen um die Vor- und Nachteile der Faserverbundtechnologie, verstehen das Tragverhalten von Faserverbundkonstruktionen und können dieses analytisch und numerisch berechnen.

Voraussetzungen

Grundkenntnisse ebener Flächentragwerke, z.B. aus dem Modul Statik III

Verwendbarkeit

Moderne Werkstoffe wie Faserverbundwerkstoffe haben in der Bauindustrie in den letzten Jahren erheblich an Bedeutung gewonnen. Doch auch in anderen Ingenieurwissenschaften werden Faserverbundmaterialien eingesetzt. Dieses Modul vermittelt Grundlagen und zeigt Anwendungsmöglichkeiten auf.

Leistungsnachweis Schriftliche Prüfung 60 Minuten oder mündliche Prüfung 20 Minuten.

Sonstige Bemerkungen Das Modul wird nicht in jedem Studienjahr angeboten.

Dauer und Häufigkeit Das Modul dauert 1 Trimester.
Das Modul beginnt im Herbsttrimester.

Modul 1315 Finite Elemente im Bauwesen

zugeordnet zu: Wahlpflichtmodule Vertiefungsrichtung: Physikalisch-Technische Modellierung in der Anwendung auf Bauingenieurwesen (Module aus BAU)

Studiengang:	Mathematical Engineering	Modultyp:	Pflicht
Workload gesamt (h):	150 Stunden	ECTS-Punkte:	5
-> Präsenzzeit (h):	84 Stunden	TWS:	7 Stunden
-> Selbststudium (h):	66 Stunden		

Modulbestandteile	13151	Finite Elemente im Bauwesen (Vorlesung (PF) - 3 TWS)
	13152	Finite Elemente im Bauwesen (Praktikum (PF) - 4 TWS)

Modulverantwortlicher Prof. Dr.-Ing. habil. Norbert Gebbeken

Inhalt	<ul style="list-style-type: none"> • Einführung FEM: Verschiebungsmethode, Spannung-Verzerrungs-Beziehung, Stabmodelle • Isoparametrische Formulierung: Numerische Integration • Stabelemente • Theorie ebener Flächenträger - Scheiben- und Plattenelemente • Schalentheorie: Schalenelemente • Kontinuumstheorie: Kontinuumselemente • Randbedingungen • Nichtlineare Probleme: Inkrementelle Betrachtung • Stoffgesetze (linear elastisch, plastisch) • Gleichgewichtsbedingungen • Lösung im Zeitbereich, explizite und implizite Verfahren, Newmark, Houbolt, Wilson-Theta • Eigenwertprobleme • Anwendung der theoretischen Inhalte auf Aufgabenstellungen des Bauwesens
--------	---

Qualifikationsziele	Die Studierenden erwerben Grundkenntnisse numerischer Methoden und deren Anwendung im Bauwesen. Es werden verschiedene im Bauwesen gebräuchliche Elementtypen und Materialgesetze vorgestellt, die in Übungen praxisnah angewendet werden. Weiterhin wird auf verschiedene Detailprobleme und auf deren Lösung eingegangen. Insbesondere werden die Ergebnisse der Simulationen kritisch hinterfragt und deren Plausibilität überprüft.
---------------------	---

Voraussetzungen Grundkenntnisse der Numerik.

Verwendbarkeit Numerische Berechnungsverfahren sind in der Praxis unentbehrlich. Dabei muss der Ingenieur die Ergebnisse stets beurteilen und kontrol-

lieren können sowie die zugrunde liegenden Annahmen kennen. Dieses Modul vermittelt die entsprechenden Fähigkeiten.

Leistungsnachweis

Schriftliche Prüfung 90 Minuten oder mündliche Prüfung 20 Minuten.
Teilnahmeschein über erfolgreich besuchtes Laborpraktikum.

Dauer und Häufigkeit

Das Modul dauert 2 Trimester.
Das Modul beginnt jedes Studienjahr jeweils im Frühjahrstrimester.
Der zweite Teil des Moduls findet anschließend im Herbsttrimester statt.

Modul 1348 Finite Methoden und Stoffgesetze Hochdynamik

zugeordnet zu: Wahlpflichtmodule Vertiefungsrichtung: Physikalisch-Technische Modellierung in der Anwendung auf Bauingenieurwesen (Module aus BAU)

Studiengang:	Mathematical Engineering	Modultyp:	Wahlpflicht
Workload gesamt (h):	150 Stunden	ECTS-Punkte:	5
-> Präsenzzeit (h):	60 Stunden	TWS:	4 Stunden
-> Selbststudium (h):	90 Stunden		

Modulbestandteile	13481	Numerische Simulationsverfahren (Vorlesung (PF) - 1 TWS)
	13482	Werkstoffcharakterisierung (Vorlesung (PF) - 1 TWS)
	13483	Laborpraktikum (Praktikum (PF) - 2 TWS)

Modulverantwortlicher Prof. Dr.-Ing. habil. Norbert Gebbeken

Inhalt	<p>Werkstoffcharakterisierung (Prof. Hiermaier):</p> <ul style="list-style-type: none"> • Vorstellung ratenabhängiger Werkstoffeigenschaften • Anforderungen an einen gültigen Versuch zur Parameteridentifikation • Spezielle Probleme bei dynamischen Materialtests • Ratenabhängige Elastizität, Plastizität und Versagen bei uniaxialem Zug • Generalisierung im Hauptspannungsraum • Mathematische Modelle zur Beschreibung ratenabhängiger Plastizität • Phänomenologische Einführung in die Physik der Stoßwellen • Bedeutung des nichtlinearen Zusammenhangs zwischen Druck und Dichte für die Entstehung und Ausbreitung von Stoßwellen • Zerlegung des Spannungstensors in Deviator und Hydrostatischen Druck • Formulierung einer nichtlinearen Zustandsgleichung für Metalle <p>Numerische Simulationsverfahren (Dr.-Ing. Martin Sauer):</p> <ul style="list-style-type: none"> • Wellenausbreitung als der Mechanismus zur Erreichung von Gleichgewichtszuständen in Statik und Dynamik • Notwendigkeit einer zeitaufgelösten Untersuchung bei dynamischen Belastungsarten • Beschreibung eines Deformationsprozesses in Festkörpern mittels Erhaltungsgleichungen und konstitutiver Gleichungen • Zeitabhängigkeit der zu lösenden Gleichungen • Diskretisierung der Gleichungen mit Finiten Elementen • Alternative Diskretisierung mit Finiten Differenzen • Optionen netzfreier Verfahren • Zeitliche Diskretisierung mit Finiten Differenzen • Implizite und explizite Zeitintegration: Vor- und Nachteile
--------	---

Qualifikationsziele	Erkennen der Abhängigkeit mechanischer Eigenschaften von der Belastungsgeschwindigkeit. Fähigkeit, einen Materialtest von einem Validierungsversuch zu unterscheiden, d.h. Einsicht in die Notwendigkeit wohl definierter Spannungs- und Verzerrungszustände beim Versuch. Einblick in die Durchführung und typische Ergebnisse uniaxialer Zugversuche bei variierenden Verzerrungsraten. Fähigkeit einer Zuordnung von Termen in einfachen ratenabhängigen Modellen zum vorher experimentell identifizierten Verhalten. Verständnis der Stoßwelle als Welle mit sprunghafter Druckänderung, die im Festkörper nur auftritt, wenn ein nichtlinearer Zusammenhang zwischen Druck und Dichte besteht. Einsicht in die Notwendigkeit einer nichtlinearen Zustandsgleichung und deren Berücksichtigung durch die Zerlegung des Spannungstensors. Einsicht in Gemeinsamkeit und Unterschiede zwischen quasi-statischen und dynamischen Belastungen. Erkennen der Erhaltungsgleichungen für Masse, Impuls und Energie als Alternative zur bekannten Beschreibung von Gleichgewichtszuständen. Verständnis der Grundidee von Diskretisierung. Übertragung der bekannten Methoden räumlicher Diskretisierung auf den Aspekt der zeitlichen Auflösung. Fähigkeit, die gewonnenen Erkenntnisse in einem expliziten Solver anzuwenden.
Voraussetzungen	Kenntnisse der Kontinuumsmechanik und Werkstoffmodelle
Verwendbarkeit	Dieses Modul eröffnet allgemein auslegenden Ingenieuren ein breites Anwendungsgebiet im Bereich dynamisch belasteter Strukturen - insbesondere auch außerhalb des Bauingenieurwesens (z.B. in der Automobilindustrie bei Crash-Berechnungen oder in Bereichen des Maschinenbaus sowie der Luft- und Raumfahrtindustrie).
Leistungsnachweis	Mündliche Prüfung 30 Minuten oder schriftliche Prüfung 90 Minuten.
Dauer und Häufigkeit	Das Modul dauert 1 Trimester. Das Modul beginnt jedes Studienjahr jeweils im Wintertrimester.

Modul 1340 Flächenmanagement

zugeordnet zu: Wahlpflichtmodule Vertiefungsrichtung: Physikalisch-Technische Modellierung in der Anwendung auf Bauingenieurwesen (Module aus BAU)

Studiengang:	Mathematical Engineering	Modultyp:	Wahlpflicht
Workload gesamt (h):	150 Stunden	ECTS-Punkte:	5
-> Präsenzzeit (h):	72 Stunden	TWS:	6 Stunden
-> Selbststudium (h):	78 Stunden		

Modulbestandteile	13401	Bodenordnung (Vorlesung (PF) - 2 TWS)
	13402	Fallbeispiele zum Flächenmanagement (Übung (PF) - 2 TWS)
	13403	Liegenschaftsrecht (Vorlesung (PF) - 2 TWS)

Modulverantwortlicher Prof. Dr.-Ing. Karl-Heinz Thiemann

Inhalt

Neben den tatsächlichen Eigenschaften des Baugrunds, wie Tragfähigkeit oder Altlastengefährdung, stellen die rechtlichen Gegebenheiten entscheidende Kriterien dar, ob und wie schnell sich ein geplantes Bauprojekt realisieren lässt. Dies gilt insbesondere für die Innenentwicklung und Nachverdichtung sowie das Bauen im Bestand. Das Modul behandelt, wie Grundstücke, Gebäude oder einzelne Räumlichkeiten in Gebäuden für (private) Bauvorhaben bereitgestellt werden können und wie dabei mit den unterschiedlichen Rechtsverhältnissen umzugehen ist. Hierauf aufbauend wird vermittelt, wie die sogenannte Bodenfrage (zeitgerechte Bereitstellung der benötigten Flächen) im Zusammenhang mit dem Infrastrukturausbau und Ressourcenschutz gelöst werden kann und wie Großbauvorhaben vor allem mit Hilfe der ländlichen Bodenordnung (Flurbereinigung) eigentums-, nutzungs- und landschaftsverträglich in den Gesamtraum eingebunden werden können. Damit erhalten die Studierenden eine umfassende Einführung in das materielle und formelle Liegenschaftsrecht und werden mit den Grundlagen der kommunalen und ländlichen Bodenordnung vertraut gemacht. Das erworbene Wissen wird anhand von exemplarischen Fallbeispielen erweitert und vertieft.

Im Einzelnen werden folgende Aspekte behandelt:

1. Liegenschaftsrecht (Prof. Thiemann):

- Überblick über das öffentliche und private Grundstücksrecht
- Eigentumsbegriff, Eigentum, Besitz und Erwerb von Grundstücken
- Miteigentum, Wohnungseigentum, Erbbaurecht und Teilerbbaurecht
- Dienstbarkeit, Nießbrauch, Vorkaufsrecht, Reallast
- Aufbau, Führung und Bedeutung des Grundbuchs
- Aufbau, Führung und Bedeutung des Liegenschaftskatasters
- öffentlich-rechtliche Beschränkungen an Grundstücken, Baulasten
- Erschließungsbeitragsrecht
- privat- und öffentlich-rechtliche Zulässigkeit von Bauvorhaben

2. Bodenordnung (Prof. Thiemann):

- Überblick über die Aufgaben und Instrumente der Bodenordnung
- freiwillige Bodenordnung (Pacht, Kauf, Tausch, Dienstbarkeit, etc.)
- hoheitliche Bodenordnung durch Enteignung
- Grundlagen der Baulandumlegung nach dem Baugesetzbuch (BauGB)
- Flächen- und Wertumlegung
- vereinfachte und freiwillige Umlegung
- Grundlagen der Flurbereinigung nach dem Flurbereinigungsgesetz (FlurbG)
- Regelflurbereinigungsverfahren
- Sonderverfahren, insbesondere zur Lösung von Landnutzungskonflikten und zur Landentwicklung
- Unternehmensflurbereinigung zur Umsetzung von Großbauvorhaben

3. Fallbeispiele (Prof. Thiemann)

Die Fallbeispiele behandeln aktuelle Herausforderungen der Raumplanung (wie demographischer und wirtschaftlicher Wandel, Klimaanpassung, Bürgerbeteiligung) und sich daraus ergebende Aufgaben der freiwilligen und hoheitlichen Bodenordnung (Umlegung, Flurbereinigung, Enteignung).

Qualifikationsziele

Die Studierenden werden in die Lage versetzt, die liegenschaftsrechtlichen Verhältnisse an Grundstücken und Gebäuden zu erfassen und ihre Bedeutung für die Realisierung von Bau- und Investitionsvorhaben zu analysieren. Sie erhalten einen Überblick, wie mit den Instrumenten der freiwilligen und hoheitlichen Bodenordnung rechtliche Probleme beim Bauen im Bestand beseitigt, Bauflächen gerade auch für die Innenentwicklung und Nachverdichtung mobilisiert sowie Großprojekte eigentums- und landschaftsverträglich realisiert werden können. Die Studierenden können das erworbene Wissen selbstständig auf neue Problemstellungen anwenden und sind damit in der Lage, auch für komplexe eigentumsrechtliche Fragen im Zusammenhang mit geplanten Bau- und Investitionsvorhaben Lösungen des Flächenmanagements zu entwerfen.

Verwendbarkeit

Das Modul liefert wichtiges liegenschafts- und bodenrechtliches Hintergrundwissen für das Modul Immobilienwertermittlung.

Leistungsnachweis

Schriftliche Prüfung 90 Minuten oder mündliche Prüfung 30 Minuten.

Dauer und Häufigkeit

Das Modul dauert 1 Trimester.
Das Modul beginnt jedes Studienjahr jeweils im Herbsttrimester.

Modul 1319 Geodäsie und Geoinformationssysteme

zugeordnet zu: Wahlpflichtmodule Vertiefungsrichtung: Physikalisch-Technische Modellierung in der Anwendung auf Bauingenieurwesen (Module aus BAU)

Studiengang:	Mathematical Engineering	Modultyp:	Pflicht
Workload gesamt (h):	150 Stunden	ECTS-Punkte:	5
-> Präsenzzeit (h):	96 Stunden	TWS:	6 Stunden
-> Selbststudium (h):	54 Stunden		

Modulbestandteile	13191	Geodäsie (Vorlesung (PF) - 2 TWS)
	13192	Geodäsie (Übung (PF) - 1 TWS)
	13193	Geoinformationssysteme (Vorlesung (PF) - 2 TWS)
	13194	Geoinformationssysteme (Übung (PF) - 1 TWS)

Modulverantwortlicher Prof. Dr.-Ing. Otto Heunecke

Inhalt

Das Modul gliedert sich in die folgenden Teilbereiche

„Geodäsie“ (Professur für Ingenieurgeodäsie):

- Einführung, Messverfahren zur Bestandsaufnahme
- Geobasisdaten und Geodateninfrastrukturen
- Terrestrisches Laserscanning
- Mobile Mapping

„Geoinformationssysteme“ (Professur für Geoinformatik, Fakultät Informatik)

- Einführung, Überblick und Nutzungsszenarien GIS
- Geometrisches / Topologisches Modellieren
- GIS-Datentypen (Vektor- und Raster), Sachdaten
- Modellierung, Erstellen des konzeptionellen Schema (UML)
- Geodatenbanken
- Digitale Geländemodelle, Theorie und Anwendung
- Geometrisch / topologische Verarbeitung in Arc GIS
- Analysen und Datenvisualisierung in Arc GIS

Begleitend finden Messübungen in Kleingruppen sowie Hörsaalübungen zu statt:

- Aufnahme von Objekten mittels terrestrischem Laserscanning
- Auswertung der Laserscanneraufnahme
- Erstellen eines Digitalen Geländemodells
- Trassierung in einem Digitalen Geländemodell, Mengenberechnungen

Sämtliche Unterlagen zur Vorlesung und den Übungen werden zur Verfügung gestellt.

Qualifikationsziele	Die Studierenden lernen das Leistungsspektrum der Geodäsie und Geoinformation für die Belange des Bauwesens in Bezug auf Geodateninfrastrukturen, die Möglichkeiten der digitalen Bestandserfassung mit modernen Verfahren, die Bestandsverwaltung in Geoinformationssystemen sowie die Weiterverarbeitung von Daten zu z.B. Digitalen Geländemodellen und die Anwendung von GIS-Methoden kennen. Die Studierenden kennen das Messverfahren "Terrestrisches Laserscanning", arbeiten selbständig mit der verfügbaren Software aus den Bereichen Laserscanning, CAD und Geoinformationssystemen und können wichtige Methoden anwenden.
Voraussetzungen	Allgemeine Grundkenntnisse in Mathematik, Physik und Informatik sowie der Programmierung und Kenntnisse entsprechend dem Modul "Grundlagen der Geodäsie".
Verwendbarkeit	Sowohl die Inhalte des schwerpunktmäßig behandelten Messverfahrens "Terrestrisches Laserscanning" für die Bestandserfassung als auch die Kenntnisse zu Geodateninfrastrukturen und Geoinformationssystemen sind nicht nur mit Bezug auf das Studium des Bauingenieurwesens und der Umweltwissenschaften in den Vertiefungen Umwelt, Verkehr und Raumplanung (UVR) sowie Wasser, Umwelt, Boden (WUB) zu sehen, sondern haben darüber hinaus auch allgemeinbildende Bedeutung.
Leistungsnachweis	Schriftliche Prüfung 90 Minuten oder mündliche Prüfung 30 Minuten.
Dauer und Häufigkeit	Das Modul dauert 1 Trimester. Das Modul beginnt jedes Studienjahr jeweils im Frühjahrstrimester.

Modul 1320 Geotechnik Vertiefung

zugeordnet zu: Wahlpflichtmodule Vertiefungsrichtung: Physikalisch-Technische Modellierung in der Anwendung auf Bauingenieurwesen (Module aus BAU)

Studiengang:	Mathematical Engineering	Modultyp:	Pflicht
Workload gesamt (h):	150 Stunden	ECTS-Punkte:	5
-> Präsenzzeit (h):	72 Stunden	TWS:	6 Stunden
-> Selbststudium (h):	78 Stunden		

Modulbestandteile	13201	Geotechnische Bauverfahren (Vorlesung (PF) - 2 TWS)
	13202	Geotechnische Bauverfahren (Seminar (PF) - 2 TWS)
	13203	Umweltgeotechnik (Vorlesung (PF) - 2 TWS)

Modulverantwortlicher Prof. Dr.-Ing. Conrad Boley

Inhalt Geotechnische Bauverfahren, Vorlesung (WT) (Prof. Boley):

- Überblick Tiefgründungen
- Pfahlsysteme
- Pfahlroste
- Kombinierte Pfahlplattengründungen
- Besondere Tiefgründungen (Caissons, Brunnen, etc.)
- Einführung Bodenverbesserung
- Injektionstechnik
- Rüttelstopf- und Rütteldruckverfahren
- Düsenstrahltechnik
- Mixed-in-Place-Verfahren
- Vertiefung Baugrubenumschließung
- Vertiefung Wasserhaltung
- Rütteln und Rammen

Geotechnische Bauverfahren, Seminar (WT) (Prof. Boley):

- Vorträge der Teilnehmer in Gruppen
- Erarbeitung von vertieften Kenntnissen in ausgewählten Bauverfahren

Umweltgeotechnik (FT) (Prof. Boley, Prof. Börger):

- Altlastenerkundung
- Altlastenverdachtsflächen
- Gesetze und Regelwerke in der Umweltgeotechnik
- Kampfmittelerkundung
- Umweltgerechte Kampfmittelbeseitigung
- Sicherung und Sanierung von Altlasten
- Schutzmaßnahmen im Einsatz
- Hydraulische Verfahren zur Dekontamination
- Pneumatische Verfahren zur Dekontamination
- Immobilisierung von Altlasten

- Verfahren des Spezialtiefbaus in der Umweltgeotechnik
- Geokunststoffe
- Einführung in die Deponietechnik

Qualifikationsziele	Die Studierenden erwerben Kenntnisse zur Bodenverbesserung und beherrschen die Wirkungsweisen und Bemessungsmethoden für geotechnische Bauwerke, insbesondere für Tiefgründungen. Weiterhin erwerben die Studierenden vertiefte Kenntnisse der Umweltgeotechnik.
Voraussetzungen	Für eine erfolgreiche Teilnahme sind die Lehrinhalte des Moduls "Grundlagen der Geotechnik" (B.Sc.) oder vergleichbare Kenntnisse hilfreich.
Verwendbarkeit	Die hier erworbenen Kenntnisse bilden eine Grundlage für die Erstellung der Master-Arbeit im vielfältigen Bereich der Geotechnik.
Leistungsnachweis	Schriftliche Prüfung von 120 Minuten und Teilnahmechein oder mündliche Prüfung von 30 Minuten und Teilnahmechein. Zusätzlich: Teilnahmechein für das Seminar
Dauer und Häufigkeit	Das Modul dauert 2 Trimester. Das Modul beginnt jedes Studienjahr jeweils im Wintertrimester.

Modul 1345 Immobilienwertermittlung

zugeordnet zu: Wahlpflichtmodule Vertiefungsrichtung: Physikalisch-Technische Modellierung in der Anwendung auf Bauingenieurwesen (Module aus BAU)

Studiengang:	Mathematical Engineering	Modultyp:	Wahlpflicht
Workload gesamt (h):	150 Stunden	ECTS-Punkte:	5
-> Präsenzzeit (h):	84 Stunden	TWS:	7 Stunden
-> Selbststudium (h):	66 Stunden		

Modulbestandteile	13451	Grundlagen der Immobilienwertermittlung (Vorlesung (PF) - 2 TWS)
	13452	Grundlagen der Immobilienwertermittlung (Übung (PF) - 2 TWS)
	13453	Methodik der Immobilienwertermittlung (Vorlesung (PF) - 1 TWS)
	13454	Methodik der Immobilienwertermittlung (Übung (PF) - 2 TWS)

Modulverantwortlicher Prof. Dr.-Ing. Karl-Heinz Thiemann

Inhalt In dem Modul erhalten die Studierenden eine umfassende Einführung in die Grundlagen der Immobilienwertermittlung und deren methodische Ansätze. In exemplarischen Beispielen wird das erworbene Wissen vertieft und die Methodenkompetenz erweitert.

Im Einzelnen werden in den Lehrveranstaltungen Grundlagen und Methodik der Immobilienwertermittlung (Dr. Hendricks) folgende Aspekte behandelt:

- Einführung in das Berufsfeld, Wertbegriffe, insb. Verkehrs- und Marktwert
- städtebauliche Bodenqualifikation (vom Agrar- zum Bauland)
- bauplanungs- und grundstücksrechtliche Grundlagen der Immobilienwertermittlung
- Boden- und Gebäudewert, Liegenschaftszinssatz, Restnutzungsdauer
- Gutachterausschuss, Kaufpreissammlung, Bodenrichtwerte
- finanzmathematische Grundlagen der Immobilienwertermittlung
- statistische Grundlagen der Immobilienwertermittlung (Regressionsanalyse)
- Vergleichs-, Ertrags- und Sachwertverfahren sowie nicht normierte Verfahren
- Normalherstellungskosten (NHK)
- Wertermittlung land- und forstwirtschaftlich genutzter Grundstücke
- Bewertung von Erbbaurechten und Teilerbbaurechten
- Bewertung von dinglichen Rechten und anderen Belastungen
- Bewertung von Gemeinbedarfs-, Ausgleichs- und Konversionsflächen
- Wertermittlung (Einlage- und Zuteilungswerte) in der Baulandumlegung

- Wertermittlung bei städtebaulichen Sanierungs- und Entwicklungsmaßnahmen
- Wertermittlung bei Planungsschäden und in Enteignungsverfahren

Qualifikationsziele

Bauingenieure sind aufgrund ihres bautechnischen Sachverstandes prädestiniert für das wachsende Berufs- und Tätigkeitsfeld der Immobilienwertermittlung, insbesondere der Bewertung von Gebäuden.

Hierauf aufbauend erweitert das Modul das notwendige Basiswissen vor allem um grundstücksrechtliche und mathematisch-statistische Aspekte und vermittelt die Methodik der Bewertung von bebauten und unbebauten Grundstücken. Die Studierenden erwerben die Kompetenz, den Immobilienmarkt zu analysieren und die wertrelevanten Faktoren für die unterschiedlichen Marktsegmente abzuleiten. Sie erlernen, mit den verschiedenen Methoden der Wertermittlung bebauter und unbebauter Grundstücke sicher umzugehen und diese auch auf komplexe Bewertungsfälle anzuwenden.

Voraussetzungen

Kenntnisse über das materielle und formelle Liegenschaftsrecht (Immobiliarsachenrecht) sowie die Grundzüge der kommunalen Bodenordnung und Bodenwirtschaft, zum Beispiel aus dem Modul Flächenmanagement.

Leistungsnachweis

Schriftliche Prüfung 90 Minuten oder mündliche Prüfung 30 Minuten.

Dauer und Häufigkeit

Das Modul dauert 1 Trimester.
Das Modul beginnt jedes Studienjahr jeweils im Wintertrimester.

Modul 1347 Instandhaltung der baulichen Infrastruktur

zugeordnet zu: Wahlpflichtmodule Vertiefungsrichtung: Physikalisch-Technische Modellierung in der Anwendung auf Bauingenieurwesen (Module aus BAU)

Studiengang:	Mathematical Engineering	Modultyp:	Wahlpflicht
Workload gesamt (h):	150 Stunden	ECTS-Punkte:	5
-> Präsenzzeit (h):	60 Stunden	TWS:	5 Stunden
-> Selbststudium (h):	90 Stunden		

Modulbestandteile	13471	Schalung und Rüstung (Vorlesung (PF) - 1 TWS)
	13472	Instandhaltungsstrategien (Vorlesung (PF) - 1 TWS)
	13473	Sanierung und Verstärkung von Ingenieurbauwerken (Vorlesung im WT) (Vorlesung (PF) - 1.5 TWS)
	13474	Bauwerksdiagnosen und Werkstoffermüdung (Vorlesung (PF) - 1.5 TWS)

Modulverantwortlicher Prof. Dr.-Ing. Ingbert Mangerig

Inhalt

Prof. Keuser, Prof. Thienel: "Sanierung und Verstärkung von Ingenieurbauwerken"
 Prof. Pfisterer: "Instandhaltungsstrategien"
 Prof. Mangerig, Prof. Keuser: "Schalung und Rüstung"
 Prof. Mangerig: "Bauwerksdiagnose" und "Werkstoffermüdung"

- Gerüstkonstruktionen
- Schalungstechniken
- Methoden der Schadenserkenung
- Ertüchtigungs- und Verstärkungsmaßnahmen
- Grundlagen der Werkstoffermüdung
- Tragwerksanalysen unter Berücksichtigung fortschreitender Schädigung
- Inspektionsstrategien
- Praktische Beispiele

Qualifikationsziele

Im Rahmen des Moduls sollen die Studierenden Methoden zur Feststellung der Lebensdauererwartung bestehender Infrastrukturbauwerke kennenlernen und über zielgerechte Strategien zur Ertüchtigung informiert werden.

Voraussetzungen

Für eine erfolgreiche Teilnahme werden fundierte Kenntnisse in der Baustatik, dem Werkstoffverhalten sowie Kenntnisse entsprechend den Modulen Konstruktiver Ingenieurbau V und VI sowie Brücken- und Ingenieurbau vorausgesetzt.

Leistungsnachweis Schriftliche Prüfung 120 Minuten oder mündliche Prüfung 30 Minuten.

Dauer und Häufigkeit

Das Modul dauert 1 Trimester.

Das Modul beginnt jedes Studienjahr jeweils im Wintertrimester.

Modul 1455 Integralgleichung und Randelemente

zugeordnet zu: Wahlpflichtmodule Vertiefungsrichtung: Physikalisch-Technische Modellierung in der Anwendung auf Bauingenieurwesen (Module aus BAU)

Studiengang:	Mathematical Engineering	Modultyp:	Wahlpflicht
Workload gesamt (h):	90 Stunden	ECTS-Punkte:	3
-> Präsenzzeit (h):	36 Stunden	TWS:	3 Stunden
-> Selbststudium (h):	54 Stunden		

Modulbestandteile	14551	Integralgleichungen und Randelemente (Vorlesung (PF) - 3 TWS)
-------------------	-------	--

Modulverantwortlicher	Prof. Dr.sc.math.habil. Joachim Gwinner
-----------------------	---

Inhalt	<ul style="list-style-type: none"> • Potentialgleichung: Außen- und Innenrandwertaufgaben • Integraldarstellungsformel; Einfach- und Doppelschichtpotential • Randintegraloperatoren • Variationelle Randformulierungen gemischter Randwertprobleme: Gebietsformulierungen, Randformulierungen) • Galerkin-Verfahren; vereinfachte Methode der Finiten Elemente auf dem Rand: „Randelemente“, Approximation mit periodischen Spline-Funktionen • Fehlerabschätzungen, Aubin-Nitsche-Trick, Superapproximation • Numerische Integration, Kollokationsmethode • Hypersinguläre Integrale und ihre Regularisierung
--------	---

Qualifikationsziele	<ul style="list-style-type: none"> • Aufbau von Wissen durch Einführung in ein aktuelles Gebiet der angewandten und numerischen Mathematik • Kompetenz zum Wissenstransfer aus der mathematischen Forschung in die ingenieurwissenschaftliche Anwendung • Fähigkeit zu selbständigem Studium der weiterführenden > englischsprachigen Fachliteratur • Vorbereitung auf eine einschlägige Master-Arbeit
---------------------	---

Voraussetzungen	<ul style="list-style-type: none"> • unabdingbar: Kenntnisse aus der Linearen Algebra, der Differential- und Integralrechnung für Funktionen mehrerer Veränderlicher und der Numerischen Mathematik • empfohlen: Kenntnisse in Partiellen Differentialgleichungen
-----------------	---

Verwendbarkeit	Anwendung des erlangten Wissens in der Masterarbeit und in Modulen aus den Bereichen Numerische Simulation – Computer Aided Engineering.
----------------	--

Leistungsnachweis	Am Ende der Veranstaltung wird eine mündliche Prüfung mit 30 Minuten Dauer abgehalten.
-------------------	--

Sonstige Bemerkungen

Die Veranstaltung kann bei Bedarf in englischer Sprache angeboten werden.

Literatur

- H. Gründemann: Randelementmethoden in der Festkörpermechanik, Fachbuchverlag Leipzig 1991.
- J. Gwinner, E.P. Stephan: Numerical Analysis of Boundary Value Problems and First Kind Integral Equations, Book manuscript.
- G.C. Hsiao, W.L. Wendland, Boundary Integral equations, Springer, Berlin, 2008.
- S. Sauter, C. Schwab: Randelementmethoden, Teubner-Verlag Stuttgart 2004.

Es werden umfangreiche Unterlagen in Form eines Ordners mit Vorlesungs- und Übungsinhalten und weiterführende Inhalte zur Verfügung gestellt.

Dauer und Häufigkeit

Das Modul dauert ein Trimester, es findet im Frühjahrstrimester des 1. Master-Studienjahres statt.

Modul 1321 Integrierte Wasserbewirtschaftung unter Berücksichtigung des Klimawandels

zugeordnet zu: Wahlpflichtmodule Vertiefungsrichtung: Physikalisch-Technische Modellierung in der Anwendung auf Bauingenieurwesen (Module aus BAU)

Studiengang:	Mathematical Engineering	Modultyp:	Pflicht
Workload gesamt (h):	150 Stunden	ECTS-Punkte:	5
-> Präsenzzeit (h):	72 Stunden	TWS:	5 Stunden
-> Selbststudium (h):	78 Stunden		

Modulbestandteile	13211	Ausgewählte Kapitel der Wasserversorgung (Vorlesung (PF) - 1 TWS)
	13212	Integrierte Wasserbewirtschaftung (Vorlesung, Übung (PF) - 4 TWS)

Modulverantwortlicher Prof. Dr.-Ing. Markus Disse

- Inhalt Integrierte Wasserbewirtschaftung (Prof. Disse):
- Ziele nachhaltiger integrierter Wasserwirtschaft
 - Monitoring und Maßnahmenprogramm der EU-Wasserrahmenrichtlinie
 - Bestimmung des verfügbaren Wasserdargebotes und des Wasserbedarfs
 - Identifikation von Belastungen aus diffusen Quellen
 - Auswirkungen geänderter Randbedingungen (z. B. Szenarien künftiger Entwicklung: Klima, Sozioökonomie, Landnutzung)
 - Modellierung der Nutzung von Speichern mit ihren Auswirkungen auf den Wasser- und Stoffhaushalt
 - Simulation des Einflusses von Bewirtschaftungsstrategien auf landwirtschaftlich genutzten Flächen bezüglich der Wassermengen und der Stoffausträge
 - Planung und Prognose der Effektivität von Maßnahmen
 - Struktur und Nutzung von Systemen zur Entscheidungsunterstützung
 - Aufstellung eines Wasserbewirtschaftungsplans
 - Die globale Strahlungsbilanz - der Treibhauseffekt
 - Klimageschichte und Klimaänderung
 - Klimamodelle und IPCC Report
 - Klimaveränderung und Konsequenzen für die Wasserwirtschaft
 - Vulnerabilität und Anpassungsstrategien an den Klimawandel
 - Aufbau und Funktion des Flussgebietsmodells WaSiM-ETH
- Ausgewählte Kapitel der Wasserversorgung (Prof. Günthert/MR Haug):
- Wasserversorgungsstrukturen
 - Instrumente des Trinkwasserschutzes
 - Wasserressourcenmanagement
 - Nachhaltige Grundwassernutzung für die Wasserversorgung

- Betrieb und Eigenüberwachung von Wasserversorgungsanlagen
- Trinkwasser und Aufbereitung
- Wasserspeicherung
- Wasserverteilungsanlagen
- Notwasserversorgung
- Finanzierung der Wasserversorgung

Qualifikationsziele

Der Student wird befähigt, optimierte Konzepte zur integrierten und nachhaltigen Wasserbewirtschaftung unter Einbeziehung der Trinkwasserversorgung zu entwickeln. Dabei werden Einflüsse auf die Gewässerqualität und den Wasserhaushalt durch Wasserbauwerke, Wasserentnahmen, Landnutzungsänderungen sowie punktuelle und diffuse Stoffeinträge berücksichtigt. Die Konsequenzen des Klimawandels auf die Wasserwirtschaft werden ausführlich diskutiert. Ziel ist es, Lösungen mit positiven Synergieeffekten zu erarbeiten.

Voraussetzungen

Für eine erfolgreiche Teilnahme sind Kenntnisse entsprechend den Modulen

- UI I
- UI II
- UI III und
- UI VIa

Verwendbarkeit

Die Inhalte des Moduls sind von besonderer Bedeutung für die Teilnahme an dem Modul Projekt Wasserwesen und Umwelttechnik.

Leistungsnachweis

Teilnahmeschein und schriftliche Prüfung 120 Minuten oder Teilnahmeschein und mündliche Prüfung 30 Minuten.

Dauer und Häufigkeit

Das Modul dauert 1 Trimester.
Das Modul beginnt jedes Studienjahr jeweils im Wintertrimester.

Modul 1322 Konstruktiver Hochwasserschutz und Hochwassermanagement

zugeordnet zu: Wahlpflichtmodule Vertiefungsrichtung: Physikalisch-Technische Modellierung in der Anwendung auf Bauingenieurwesen (Module aus BAU)

Studiengang:	Mathematical Engineering	Modultyp:	Pflicht
Workload gesamt (h):	150 Stunden	ECTS-Punkte:	5
-> Präsenzzeit (h):	72 Stunden	TWS:	6 Stunden
-> Selbststudium (h):	78 Stunden		

Modulbestandteile	13221	Geotechnik im Hochwasserschutz (Vorlesung (PF) - 1 TWS)
	13222	Geotechnik im Hochwasserschutz (Übung (PF) - 1 TWS)
	13223	Hochwasserrisikomanagement (Vorlesung (PF) - 2 TWS)
	13224	Hochwasserrisikomanagement (Übung (PF) - 1 TWS)
	13225	Raumplanung und Hochwasserschutz (Vorlesung (PF) - 1 TWS)

Modulverantwortlicher Prof. Dr.-Ing. Markus Disse

Inhalt	<p>Geotechnik im Hochwasserschutz (Prof. Boley):</p> <ul style="list-style-type: none"> • Einführung in den Deich- und Dammbau • Konstruktion von See- und Flußdeichen • Erdstaudammbau • Erdbau im Deich- und Dammbau • Bodenmechanik im Deich- und Dammbau • Erosionssicherheit • Spezielle Strömungsprobleme im Hochwasserschutz • Bodenmechanik ausgewählter afrikanischer und asiatischer Böden • Sanierung von Deichen und Dämmen, Deichertüchtigung • Erdbebensicherheit von Hochwasserschutzbauwerken • Eignungsprüfungen an Böden für den Hochwasserschutz • Hochwasserschutz im Ausland • Hochwasserschutz im militärischen Einsatz • Geokunststoffe im Hochwasserschutz <p>Hochwasserrisikomanagement (Prof. Disse)</p> <ul style="list-style-type: none"> • Sicherheit und Risiko: Begriffe und Konzepte • Methoden zur Abschätzung von Risiken • Datengüte, Instationarität und Extrapolation • Risikoanalysen und Unsicherheiten • Der Kreislauf des Risikomanagements • Traditionelle Hochwasserbemessungsverfahren • Risiko-orientierte Bemessung / Bemessungspraxis in Deutschland und im Ausland • Gefahrenanalyse und Szenariobildung
--------	--

- Versagen von Hochwasserschutzsystemen
- Hochwasserszenarien in Flusseinzugsgebieten
- Hochwasserschäden - Schadenfunktionen - Kumulschäden
- Räumliche Darstellung des Hochwasserrisikos
- Aufgaben und Ziele der EU-Hochwassermanagementrichtlinie
- Datenanalyse
- Extremwertstatistik
- Testtheorie
- Korrelationsanalyse
- Regressionsrechnung

Raumplanung und Hochwasserschutz (Prof. Jacoby):

- Hochwasserschutz in Raumordnungsplänen (Landes- und Regionalplanung)
- Hochwasserschutz in der Bauleitung
- Hochwasserschutz und Landschaftsplanung
- Raumordnungsverfahren für Hochwasserschutzmaßnahmen
- Angepasste Raumnutzungen in Hochwasserschutzbereichen

Qualifikationsziele

Die Studierenden erwerben Kenntnisse in der Konstruktion und Bemessung von Deichen und Dämmen. Erosions- und Strömungsprobleme können neben bodenmechanischen Problemstellungen von den Studierenden verstanden und gelöst werden. Weiterhin erwerben sie Kenntnisse, um auf Grundlage von Geotechnik, Wasserwirtschaft und Raumplanung Verfahren zum Hochwasserrisikomanagement zu entwickeln. Dies befähigt die Studierenden zu konstruktiven und planerischen Lösungen von komplexen Hochwasserfragestellungen.

Voraussetzungen

Kenntnisse aus den Modulen

- UI I
- UI II und
- UI III

Verwendbarkeit

Die Inhalte des Moduls sind von besonderer Bedeutung

- für die Teilnahme an dem Modul Projekt Wasserwesen (M.Sc., Nr. 1324).
- für die Durchführung der Master Abschlussarbeit.

Leistungsnachweis

Schriftliche Prüfung 120 Minuten oder mündliche Prüfung 30 Minuten.

Dauer und Häufigkeit

Das Modul dauert 1 Trimester.
Das Modul beginnt jedes Studienjahr jeweils im Frühjahrstrimester.

Modul 1386 Konstruktiver Ingenieurbau V (Stahlbau)

zugeordnet zu: Wahlpflichtmodule Vertiefungsrichtung: Physikalisch-Technische Modellierung in der Anwendung auf Bauingenieurwesen (Module aus BAU)

Studiengang:	Mathematical Engineering	Modultyp:	Pflicht
Workload gesamt (h):	150 Stunden	ECTS-Punkte:	5
-> Präsenzzeit (h):	72 Stunden	TWS:	6 Stunden
-> Selbststudium (h):	78 Stunden		

Modulbestandteile	13121	Ingenieurholzbau (Vorlesung (PF) - 2 TWS)
	13122	Stahl- und Verbundkonstruktionen (Vorlesung (PF) - 2 TWS)
	13123	Stahl- und Verbundkonstruktionen (Übung (PF) - 2 TWS)

Modulverantwortlicher Prof. Dr.-Ing. Ingbert Mangerig

Inhalt Ingenieurholzbau (Prof. Mangerig):

- Tragstrukturen aus Holzelementen
- Brettschichtholz, Herstellung, Werkstoffkenngrößen
- Dimensionierungsgrundsätze
- Gekrümmte Holzleimkonstruktionen
- Rahmentragwerke
- Detailgestaltung
- Holzschutz
- Tafelbauweise
- Hallentragwerke
- Holzbrücken, Pionierbrücken
- Gegenüberstellung Berechnungsansätze Holzbau - Stahlbau

Stahl- und Verbundkonstruktionen (Prof. Mangerig):

- Grenzzustände der Tragfähigkeit und der Gebrauchstauglichkeit
- St. Venant Torsion
- Wölbkrafttorsion
- Stabilisierung elastisch gebetteter Stabsysteme
- Schubfeldtheorie
- Beulen
- Interaktion Knicken/Beulen
- Theorie der Verbundkonstruktionen
- Gestaltung der Verbundfuge
- Zeitabhängiges Materialverhalten
- Anschluss technik im Stahl- und Verbundbau

Qualifikationsziele Im Rahmen des Moduls Konstruktiver Ingenieurbau V erwerben die Studierenden vertiefte Kenntnisse in den Fächern Ingenieurholzbau sowie Stahl- und Verbundbau. Insbesondere entwickeln sie Fähigkeiten zur Analyse des Tragverhaltens der genannten Bauweisen und

zur anwendungsorientierten Übersetzung der Berechnungsergebnisse in ausführbare Konstruktionen.

Voraussetzungen

Voraussetzung für die Teilnahme an der Veranstaltung sind fundierte Kenntnisse in der Mechanik, der Baustatik, dem Verhalten der Werkstoffe des Bauwesens sowie dem Stahlbau und dem Holzbau.

Verwendbarkeit

Das Modul ist Voraussetzung für die Teilnahme an den Modulen Brücken- und Ingenieurbau sowie Projekt Konstruktiver Ingenieurbau.

Leistungsnachweis

Schriftliche Prüfung 120 Minuten oder mündliche Prüfung 30 Minuten.

Sonstige Bemerkungen

Hinweis: Studierende der Vertiefungsrichtung ME-PTM/Bau des Studiengangs Mathematical Engineering (M.Sc.) können entweder das Modul Konstruktiver Ingenieurbau V (Stahlbau) **oder** das Modul Konstruktiver Ingenieurbau VI (Massivbau) als Pflichtmodul einbringen. Werden beide Module belegt, kann ein Modul als Pflichtmodul, das andere als Wahlpflichtmodul eingebracht werden.

Dauer und Häufigkeit

Das Modul dauert 1 Trimester.

Das Modul beginnt jedes Studienjahr jeweils im Wintertrimester.

Als Startzeitpunkt ist das Wintertrimester des 1. Studienjahrs vorgesehen.

Modul 1387 Konstruktiver Ingenieurbau VI (Massivbau)

zugeordnet zu: Wahlpflichtmodule Vertiefungsrichtung: Physikalisch-Technische Modellierung in der Anwendung auf Bauingenieurwesen (Module aus BAU)

Studiengang:	Mathematical Engineering	Modultyp:	Pflicht
Workload gesamt (h):	150 Stunden	ECTS-Punkte:	5
-> Präsenzzeit (h):	72 Stunden	TWS:	6 Stunden
-> Selbststudium (h):	78 Stunden		

Modulbestandteile	13131	Hoch- und Industriebau (Vorlesung (PF) - 2 TWS)
	13132	Spannbetonbau (Vorlesung (PF) - 2 TWS)
	13133	Spannbetonbau (Übung (PF) - 2 TWS)

Modulverantwortlicher Prof. Dr.-Ing. Manfred Keuser

Inhalt

Spannbetonbau (Prof. Keuser):
 In der Vorlesung Spannbetonbau werden nach einem geschichtlichen Rückblick die Vorspanntechnologien vorgestellt und die Berechnung der Vorspannung statisch bestimmter und statisch unbestimmter Systeme hergeleitet. Anschließend folgen die Berechnung der Auswirkung des zeitabhängigen Materialverhaltens von Beton und Stahl auf das Tragverhalten sowie die Berechnung von Spannkraftverlusten. Nach der Bemessung vorgespannter Bauteile im Grenzzustand der Tragfähigkeit und der Gebrauchstauglichkeit schließt eine Zusammenfassung mit der Darstellung von Entwurfsgrundsätzen diese Lehrveranstaltung ab. In der zugehörigen Übung wird ein Beispiel vorgestellt und umfassend bearbeitet.

Hoch- und Industriebau (Prof. Keuser):
 In der Vorlesung Hoch- und Industriebau wird die Anwendung der Massivbauweise im Hoch- und Industriebau, sowohl bei Fertigteile- als auch bei Ortbetonkonstruktionen behandelt. Daneben werden Spezialthemen wie z.B. WU-Konstruktionen, Betontragwerke für Hochhäuser, Heißbemessung von Massivbauteilen etc. behandelt.

Qualifikationsziele

Im Modul "KI VI" erwerben die Studierenden die Kenntnisse der Grundlagen und der Berechnungsverfahren der Spannbetonbauweise sowie die Fähigkeit zur Umsetzung der Grundlagen des Massivbaus im Hoch- und Industriebau.

Voraussetzungen

Fundierte Kenntnisse der Statik, Mechanik und Werkstoffe. Grundlagenkenntnisse im Massivbau.

Verwendbarkeit

Das Modul ist empfohlene Voraussetzung für die Teilnahme an den Modulen:

- Brücken- und Ingenieurbau
- Projekt Konstruktiver Ingenieurbau

Leistungsnachweis

Schriftliche Prüfung 120 Minuten oder mündliche Prüfung 30 Minuten.

Sonstige Bemerkungen

Hinweis: Studierende der Vertiefungsrichtung ME-PTM/Bau des Studiengangs Mathematical Engineering (M.Sc.) können entweder das Modul Konstruktiver Ingenieurbau V (Stahlbau) **oder** das Modul Konstruktiver Ingenieurbau VI (Massivbau) als Pflichtmodul einbringen. Werden beide Module belegt, kann ein Modul als Pflichtmodul, das andere als Wahlpflichtmodul eingebracht werden.

Dauer und Häufigkeit

Das Modul dauert 1 Trimester.

Das Modul beginnt jedes Studienjahr jeweils im Wintertrimester.

Als Startzeitpunkt ist das Wintertrimester des 1. Studienjahrs vorgesehen.

Modul 1323 Küsteningenieurwesen

zugeordnet zu: Wahlpflichtmodule Vertiefungsrichtung: Physikalisch-Technische Modellierung in der Anwendung auf Bauingenieurwesen (Module aus BAU)

Studiengang:	Mathematical Engineering	Modultyp:	Pflicht
Workload gesamt (h):	150 Stunden	ECTS-Punkte:	5
-> Präsenzzeit (h):	72 Stunden	TWS:	6 Stunden
-> Selbststudium (h):	78 Stunden		

Modulbestandteile	13231	Hydromechanik der Küstengewässer (Vorlesung (PF) - 2 TWS)
	13232	Küstenwasserbau (Vorlesung (PF) - 2 TWS)
	13233	Küstenwasserbau (Übung (PF) - 1 TWS)
	13234	Morphodynamik der Küstengewässer (Vorlesung (PF) - 1 TWS)

Modulverantwortlicher Prof. Dr.-Ing. Andreas Malcherek

Inhalt Hydromechanik der Küstengewässer (Prof. Malcherek):

- Einführung: Küste und Küsteningenieurwesen
- Gravitations-, Coriolis- und Gezeitenkräfte
- Astronomische Partialtiden
- Flachwassertheorie der Tidewellen
- Tidedynamik in Ästuaren
- Nichtlineare Flachwassertiden
- Atmosphäre und Küste, Windsysteme
- Ideale Wellentheorie
- Transformation von Welleneigenschaften
- Seegang

Morphodynamik der Küstengewässer (Prof. Malcherek):

- Geologie und Morphodynamik
- Partikeldynamik in Fluiden
- Bewegungsbeginn von Feststoffen
- Geschiebetransportformeln
- Kurvenströmungen und Mäander
- Sohlstrukturen: Riffel und Dünen
- Schwebstofftransport
- Verlanden von Hafenbecken, Stauräumen
- Baggern und Verklappen
- WRRL: Gewässerstruktur von Küstengewässern

Küstenwasserbau (Prof. Malcherek):

- Schutz vor Sturmfluten: See- und Tidestromdeiche, Sperrwerke
- Schutz vor Wellen: Wellenbrecher, Wellenkräfte auf Pfahlwerke
- Seehafenbau
- Natürlicher Küstenschutz: Seegras, Mangroven

- Integrated Coastal Zone Management

Qualifikationsziele	Die Studierenden erwerben vertiefte Kenntnisse über Küsten und Küstengewässer und die Fähigkeit, in diesen Natur- und Kulturräumen wasserbaulich zu handeln.
---------------------	--

Voraussetzungen	Vorausgesetzt werden Kenntnisse aus den Veranstaltungen Hydromechanik I bis III.
-----------------	--

Leistungsnachweis	Schriftliche Prüfung 120 Minuten oder mündliche Prüfung 30 Minuten.
-------------------	---

Dauer und Häufigkeit	Das Modul dauert 1 Trimester. Das Modul beginnt jedes Studienjahr jeweils im Herbsttrimester.
----------------------	--

Modul 1338 Leichte und transparente Bauwerke

zugeordnet zu: Wahlpflichtmodule Vertiefungsrichtung: Physikalisch-Technische Modellierung in der Anwendung auf Bauingenieurwesen (Module aus BAU)

Studiengang:	Mathematical Engineering	Modultyp:	Wahlpflicht
Workload gesamt (h):	150 Stunden	ECTS-Punkte:	5
-> Präsenzzeit (h):	72 Stunden	TWS:	6 Stunden
-> Selbststudium (h):	78 Stunden		

Modulbestandteile	13381	Konstruktiver Glasbau (Vorlesung (PF) - 3 TWS)
	13382	Konstruktiver Glasbau (Sem. Unterricht (PF) - 2 TWS)
	13383	Kunststoffe (Vorlesung im FT) (Vorlesung (PF) - 1 TWS)

Modulverantwortlicher Prof. Dr.-Ing. Geralt Siebert

Inhalt	<p>Glasbau (Prof. Siebert):</p> <ul style="list-style-type: none"> • Geschichte des Glasbau • Überblick Einsatzmöglichkeiten • Herstellung, Eigenschaften und Einsatzgebiete von Einfachglas (SPG, TVG, ESG, ESG-H) und Verbundglas (PVB, EVA, GH, SG) bzw. Isolierglas (Klimalast) • Linear-elastische Bruchmechanik zur Beschreibung der Festigkeit • Festigkeit von Glasprodukten • Lagerung von Glaselementen (Linie, Punkt, Kombinationen) • Nachweis Tragsicherheit durch Berechnung (Bemessungskonzepte) • Nachweis Tragsicherheit durch Bauteilversuch • Linienförmig gelagerte Konstruktionen • Punktgelagerte Verglasungen • Anwendungen FEM für Berechnungen im Glasbau: liniengelagert und punktförmig ohne Bohrungen gelagerte Verglasungen sowie punktförmig mit Bohrungen gelagerte Verglasungen • absturzsichernde Verglasungen • begehbare Verglasungen • Beispiele: Bemessung einfacher Konstruktionen (TRLV, TRAV, DIN 18008) <p>Kunststoffe (Prof. Thienel):</p> <ul style="list-style-type: none"> • Transparente Bauteile aus PMMA und ETFE • Transluzente Wärmedämmung • Glasfaserverstärkte Kunststoffe • Carbonfaserverstärkte Kunststoffe
--------	---

Qualifikationsziele	Die Studierenden erwerben Kenntnisse, um Konstruktionen unter Verwendung von Glas und Kunststoffen zu entwerfen und zu bemessen.
---------------------	--

Voraussetzungen	Fundierte Kenntnisse der Statik, Mechanik, Werkstoffkunde, Baukonstruktion und des Konstruktiven Ingenieurbaus.
Verwendbarkeit	Moderne Konstruktionen werden sowohl im Neubau wie auch bei der Ertüchtigung des Bestandes zunehmend unter Verwendung von Glas und Kunststoffen erstellt. Beispielsweise zu nennen sind Fassadenkonstruktionen (insbesondere moderne Doppelfassaden als Beitrag zur Reduktion von Energiebedarf und damit CO ₂ bei gleichzeitig positivem Raumklima), transparente Geländer...
Leistungsnachweis	Schriftliche Prüfung 90 Minuten oder mündliche Prüfung 25 Minuten.
Dauer und Häufigkeit	Das Modul dauert 1 Trimester. Das Modul beginnt jedes Studienjahr jeweils im Frühjahrstrimester.

Modul 1327 Luftverkehrsanlagen

zugeordnet zu: Wahlpflichtmodule Vertiefungsrichtung: Physikalisch-Technische Modellierung in der Anwendung auf Bauingenieurwesen (Module aus BAU)

Studiengang:	Mathematical Engineering	Modultyp:	Pflicht
Workload gesamt (h):	150 Stunden	ECTS-Punkte:	5
-> Präsenzzeit (h):	60 Stunden	TWS:	5 Stunden
-> Selbststudium (h):	90 Stunden		

Modulbestandteile	13271	Luftverkehrsanlagen I (Vorlesung (PF) - 3 TWS)
	13272	Luftverkehrsanlagen II (Vorlesung (PF) - 2 TWS)

Modulverantwortlicher Prof. Dr.-Ing. Wolfgang Wirth

Inhalt	<p>Luftverkehrsanlagen I (Wirth, Jacoby, Toepel, Lehrbeauftragte)</p> <ul style="list-style-type: none"> • Verkehrssystem Luftfahrt (deutsch/international, Statistik, Verkehrsprognosen) • Flughafentypen: Verkehrsflughäfen, Landeplätze, Hubschrauberlandeplätze, Militärflugplätze, Segelfluggelände • Planungsgrundlagen für Flugplätze zivil/militärisch (Raumplanung, Luftraum, künftige Anforderungen usw.) • Standortuntersuchungen: raumordnerische Vorgaben, funktionale Kriterien, umwelttechnische und ökologische Kriterien • Flughäfen als betriebswirtschaftliche Einheit (maximale Endausbaugröße; PAXE/Jahr, Entwicklung in Baustufen, Masterplanung, Anpassungsflexibilität an unvorhersehbare Entwicklungen, „Jobmaschine Flughafen“) • flughafeninterne Verkehrsströme und -systeme (Passagiere: clean/unclean, Schengen/Non-Schengen; Gepäck; Fracht; Mitarbeiter; Besucher; General Aviation) <p>Luftverkehrsanlagen II (Wirth, Lehrbeauftragte)</p> <ul style="list-style-type: none"> • Luftraum (An-/Abflug, Hindernisfreiheit, Bauschutzbereich usw.) • Flugbetriebsflächen: S/L-Bahn-Systeme, Rollbahnen, Vorfelder* • Hochbauten inkl. städtebauliche Aspekte (Terminals, Hangars, Cargo, Verwaltung, Dienstleistung: aviation/non-aviation)* • landseitige Verkehrsanlagen (IV-, ÖV-Verkehrsanbindung, Parken, Taxispeicher) • Sonderkapitel: Behelfs-S/L-Bahnen (z.B. VP 1-Platten, Grasbahnen) <p>* jeweils mit folgenden Inhalten:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Vorschriften und Bemessungsgrundlagen (ICAO, BMVBS, FAA, EASA, LuftVG) • Nutzeranforderungen (IATA, Lufthansa, Flughafenbenutzungsordnung - FBO -)
--------	--

- Konfigurationen, Strukturen, Netze (Beispiele: Fraport, Lufthansa, Emirates)
- Bau- und Erhaltungsaspekte: Abnahme; Inspektion; Erweiterungsfreundlichkeit, Ausbau „unter Verkehr“ (§ 44 LuftVZO, § 45 ff., LuftVZO)

Zusätzlich findet in diesem Modul eine Exkursion zu einem ausgewählten Flughafen statt.

Qualifikationsziele

Ziel des Moduls „Luftverkehrsanlagen“ ist es, den Studierenden Luftverkehr als Teilsystem des Gesamtverkehrs verständlich zu machen,

- die Zusammenhänge nationaler und internationaler Luftverkehrswirtschaft, deren rechtliche und technische Grundlagen sowie die beteiligten Organisationen und Institutionen aufzuzeigen,
- die Planungskriterien, -vorschriften und -verfahren incl. Standortfindung für Flughäfen zu vermitteln.

Weiterhin soll der/die Studierende

- die ökonomischen und ökologischen Aspekte des Luftverkehrs sowie die Wechselwirkungen eines Flughafens mit seinem Umland verstehen,
- die fachlichen Planungsprozesse für den Flughafenbau kennen lernen,
- mit den betrieblichen Anforderungen (Flugsicherung, Abfertigungsprozesse von Passagieren, Gepäck und Fracht, Safety/Security: Terror-, Katastrophenschutz usw.) vertraut gemacht werden,
- einen Einblick in die Bemessungsgrundlagen und die Dimensionierung von land- und luftseitigen Verkehrsanlagen sowie von Terminals und Satelliten erhalten,
- einen Überblick über die Bauabnahme ausgewählter sicherheitsrelevanter Teilanlagen sowie über deren Erhaltungsmanagement bekommen.

Voraussetzungen

keine formalen Voraussetzungen

Leistungsnachweis

Schriftliche Prüfung 90 Minuten oder mündliche Prüfung 30 Minuten.

Dauer und Häufigkeit

Das Modul dauert 2 Semester.
Das Modul beginnt jedes Studienjahr jeweils im Wintersemester.

Modul 1328 Modelle im Verkehr

zugeordnet zu: Wahlpflichtmodule Vertiefungsrichtung: Physikalisch-Technische Modellierung in der Anwendung auf Bauingenieurwesen (Module aus BAU)

Studiengang:	Mathematical Engineering	Modultyp:	Pflicht
Workload gesamt (h):	150 Stunden	ECTS-Punkte:	5
-> Präsenzzeit (h):	72 Stunden	TWS:	6 Stunden
-> Selbststudium (h):	78 Stunden		

Modulbestandteile	13281	Transportinformatik (Vorlesung (PF) - 1 TWS)
	13282	Transportinformatik (Übung (PF) - 2 TWS)
	13283	Entscheidungs- und Optimierungsmethoden (Vorlesung (PF) - 2 TWS)
	13284	Verkehrstheorie und Anwendungen (Vorlesung (PF) - 1 TWS)

Modulverantwortlicher Prof. Dr.-Ing. Klaus Bogenberger

Inhalt	<p>Transportinformatik (1V und 2Ü)</p> <ul style="list-style-type: none"> • Einführung in die verkehrstechnische/-planerische Programmierung mittels Matlab/Simulink, Excel und „R“ und Anwendung von Standardsoftware • Einführung in Matlab/Simulink • Methoden der Datenverarbeitung und Optimierung, Softcomputing Methoden • Programmierung eines makroskopischen Verkehrsflussmodells nach Payne und eines Kürzest-Weg-Algorithmus nach Dykstra • Verkehrsdatenanalyse und grafische Darstellungsformen • Clusteranalyse <p>Entscheidungs- und Optimierungsmethoden im Verkehr (2V)</p> <ul style="list-style-type: none"> • nichtlineare Optimierung • Zeitreihenanalyse • Entscheidungstheorie • Lineare Optimierung • Tourenplanung • Heuristiken • Graphentheorie • Netzoptimierung • Spieltheorie <p>Verkehrstheorie und Anwendungen (1V) (Lehrbeauftragter)</p> <ul style="list-style-type: none"> • Überblick über Verkehrsflusstheorie • Räumlich-Zeitlich Verkehrsmuster auf Autobahnen • Einführung Drei-Phasen Verkehrsflusstheorie • Einführung in ASDA/FOTO-Verkehrslageschätzung und -prognose
--------	---

- Anwendung ASDA/FOTO für kollektive Verkehrsbeeinflussung am Beispiel A5
- Anwendungen Drei-Phasen Theorie in der Fahrerassistenz, Verkehrsinformation und Navigation
- ANCONA-Zuflussdosierung

Qualifikationsziele	Die Studierenden erlangen die Fähigkeit spezielle Methoden und Modelle in der Verkehrsplanung, Verkehrstechnik und in der Planung von Verkehrsleitsystemen anzuwenden.
Voraussetzungen	Grundkenntnisse in den Bereichen Verkehrstechnik und Verkehrsplanung.
Verwendbarkeit	Für Projekte aus dem Verkehrswesen, die sich mit speziellen Themen aus den o.g. Gebieten beschäftigen.
Leistungsnachweis	Teilnahmeschein und schriftliche Prüfung 90 Minuten oder Teilnahmeschein und mündliche Prüfung 30 Minuten.
Dauer und Häufigkeit	Das Modul dauert 1 Trimester. Das Modul beginnt jedes Studienjahr jeweils im Herbsttrimester.

Modul 1329 Nachhaltige Raumentwicklung und umweltfreundliche Mobilität

zugeordnet zu: Wahlpflichtmodule Vertiefungsrichtung: Physikalisch-Technische Modellierung in der Anwendung auf Bauingenieurwesen (Module aus BAU)

Studiengang:	Mathematical Engineering	Modultyp:	Pflicht
Workload gesamt (h):	150 Stunden	ECTS-Punkte:	5
-> Präsenzzeit (h):	72 Stunden	TWS:	6 Stunden
-> Selbststudium (h):	78 Stunden		

Modulbestandteile	13291	Nachhaltige Raumentwicklung (Vorlesung (PF) - 2 TWS)
	13292	Nachhaltige Raumentwicklung (Übung (PF) - 1 TWS)
	13293	Umweltfreundliche Mobilität (Vorlesung (PF) - 2 TWS)
	13294	Umweltfreundliche Mobilität (Übung (PF) - 1 TWS)

Modulverantwortlicher Prof. Dr.-Ing. Christian Jacoby

Inhalt	<p>Nachhaltige Raumentwicklung (Prof. Dr. Jacoby und wiss. Mitarbeiter)</p> <ul style="list-style-type: none"> • Europäische Raumentwicklung und Regionale Strukturpolitik • Grenzüberschreitende Raumentwicklung • Regionalentwicklung und Regionalmanagement • Raumplanerische Strategien zur Begleitung des demografischen Wandels • Aktuelle Herausforderungen in der Stadtentwicklung und beim Stadtumbau • Entwicklung von Wohnquartieren und Gewerbeflächen • Vorhabenbezogene Bebauungsplanung für Freizeit-, Sport- und Tourismusprojekte • Planungskonzepte zur Entwicklung ländlicher Räume und der Dorferneuerung • Planerische Unterstützung der Konversion militärischer Liegenschaften • Zwischennutzungen für Brach- und Konversionsflächen • Umweltmanagement / Öko-Audit • Raum- und Umweltinformationssysteme • Lokale Agenda 21 für eine nachhaltige Ortsentwicklung • Siedlungsflächenmanagement zur Begrenzung der Flächenneuanspruchnahme • Kompensationsflächenmanagement / Öko-Konto • Öko-Siedlungen und Ökologischer Stadtumbau • Raumplanerische Strategien zur Anpassung an den Klimawandel • Strategische Umweltprüfung und Nachhaltigkeitsprüfung in der Raumplanung • Raum- und Umweltmonitoring - Indikatoren nachhaltiger Raumentwicklung
--------	--

Umweltfreundliche Mobilität (Prof. Dr. Jacoby, Dr. Wappelhorst und wiss. Mitarbeiter)

- Mobilitätsentwicklung bis zur Gegenwart
- Prognosen und Szenarien der Mobilitätsentwicklung
- Mobilitätsanalysen - Mobilitätsverhalten und seine Ursachen
- Verkehrs- und umweltpolitische Grundsätze einer nachhaltigen Mobilität
- Grundlagen des Verkehrsplanungsrechts
- Verkehrsinfrastruktur als öffentliche Daseinsvorsorge
- Verkehrspolitik und -planung der Europäischen Gemeinschaft
- Verkehrspolitik und -planung des Bundes und der Länder
- Erreichbarkeitsmodellierung in der Raum- und Verkehrsplanung
- Regionale und kommunale Verkehrsentwicklungsplanung
- Energieeffizienz und Klimaschutz im Verkehrswesen
- Förderung des Umweltverbunds (ÖPNV, Fuß- und Radverkehr)
- Projektstudien (Machbarkeits- und Umweltstudien) für Verkehrsprojekte
- Beteiligung von Öffentlichkeit, Umweltverbänden und Bürgerinitiativen
- Moderation und Mediation bei Verkehrsprojekten
- Regionales und kommunales Mobilitätsmanagement
- Betriebliches Mobilitätsmanagement
- Mobilitätsberatung und Mobilitätskostenrechnung

Qualifikationsziele

Die Studierenden erwerben vertiefende Kenntnisse auf den Gebieten der nachhaltigen Raumentwicklung und der umweltfreundlichen Mobilität. Sie eignen sich mittels Übungen weitergehende Fähigkeiten und Fertigkeiten in diesen Gebieten an.

Voraussetzungen

Für eine erfolgreiche Teilnahme an diesem Modul werden Grundkenntnisse der Raumplanung und Projektentwicklung, des Verkehrswesens sowie der Umweltwissenschaften empfohlen.

Verwendbarkeit

Die mit diesem Modul vermittelten vertieften Kenntnisse und weitergehenden methodischen Fähigkeiten werden als Basis für die Bearbeitung von Projekten und für die Erstellung einer Master-Arbeit in den Vertiefungsbereichen UVR und WUB empfohlen.

Leistungsnachweis

Schriftliche Prüfung 90 Minuten oder mündliche Prüfung 30 Minuten.

Dauer und Häufigkeit

Das Modul dauert 1 Trimester.
Das Modul beginnt jedes Studienjahr jeweils im Wintertrimester.

Modul 1316 Projekt Konstruktiver Ingenieurbau

zugeordnet zu: Wahlpflichtmodule Vertiefungsrichtung: Physikalisch-Technische Modellierung in der Anwendung auf Bauingenieurwesen (Module aus BAU)

Studiengang:	Mathematical Engineering	Modultyp:	Pflicht
Workload gesamt (h):	150 Stunden	ECTS-Punkte:	5
-> Präsenzzeit (h):	68 Stunden	TWS:	5 Stunden
-> Selbststudium (h):	82 Stunden		

Modulbestandteile	13161	Bauwerksentwurf (Vorlesung (PF) - 1 TWS)
	13162	Bauwerksentwurf (Seminar (PF) - 2 TWS)
	13163	Exkursion Konstruktiver Ingenieurbau (Exkursion (PF) - 2 TWS)

Modulverantwortlicher Prof. Dr.-Ing. Manfred Keuser

Inhalt

Im Modul "Projekt KI" werden zunächst werkstoffübergreifend Lösungen für ein Ingenieurtragwerk auf dem Niveau einer Vorplanung entwickelt. Hierzu wählen die Studierenden in Gruppen bis zu vier Personen geeignete Tragwerkskonzepte aus und legen die Stützweiten und Querschnittsabmessungen überschlägig fest. Die verschiedenen Lösungsmöglichkeiten werden skizzenhaft dargestellt. Auf dieser Grundlage wird jeweils eine Vorzugsvariante pro Bearbeitungsgruppe ausgewählt, für die eine statische Vorberechnung für wesentliche Traglelemente durchgeführt wird. Für diese Vorzugsvariante wird ein Bauwerksentwurf ausgearbeitet. Im Rahmen der Exkursion werden an ausgewählten Beispielen die Bemessung, Konstruktion und Bauausführung von Ingenieurbauwerken exemplarisch dargestellt (Prof. Keuser, Prof. Mangerig, Prof. Siebert, MinRat Goj).

Qualifikationsziele

Im Modul "Projekt KI" erwerben die Studierenden die Grundfähigkeiten, das in den Modulen Konstruktiver Ingenieurbau V und VI erlernte theoretische Wissen an Beispielen aus der Ingenieurpraxis umzusetzen und sich in für sie neue Spezialthemen einzuarbeiten.

Voraussetzungen

Für eine erfolgreiche Teilnahme werden fundierte Kenntnisse in den Fächern Statik und Werkstoffe des Bauwesens sowie die Kenntnisse der Inhalte der folgenden Module vorausgesetzt: Konstruktiver Ingenieurbau V und VI; Brücken- und Ingenieurbau.

Verwendbarkeit Vorbereitung für die spätere Bearbeitung der Master-Arbeit.

Leistungsnachweis Notenschein

Dauer und Häufigkeit

Das Modul dauert 2 Trimester (vorlesungsfreie Zeit + Herbsttrimester).
Das Modul beginnt jedes Studienjahr jeweils zu Beginn der vorlesungsfreien Zeit des 1. Studienjahres.

Modul 1330 Projekt Umwelt, Siedlung und Verkehr

zugeordnet zu: Wahlpflichtmodule Vertiefungsrichtung: Physikalisch-Technische Modellierung in der Anwendung auf Bauingenieurwesen (Module aus BAU)

Studiengang:	Mathematical Engineering	Modultyp:	Pflicht
Workload gesamt (h):	150 Stunden	ECTS-Punkte:	5
-> Präsenzzeit (h):	108 Stunden	TWS:	6 Stunden
-> Selbststudium (h):	42 Stunden		

Modulbestandteile	13301	Exkursion Umwelt, Siedlung und Verkehr (Exkursion (PF) - 2 TWS)
	13302	Projekt Umwelt, Siedlung und Verkehr (Studienprojekt (PF) - 4 TWS)

Modulverantwortlicher Prof. Dr.-Ing. Klaus Bogenberger

Inhalt

Planspielartige Anwendung der im Masterstudium - Vertiefung UVR - erworbenen Kenntnisse und Fähigkeiten in einem realen Projekt der Regional- oder Stadtentwicklung sowie der integrierten Verkehrsplanung mit Entwurfsaspekten von Straßen-, Schienen- und/oder Luftverkehrsanlagen. Es kann sich um Neubau-, Um- bzw. Ausbau- oder Erhaltungsmaßnahmen handeln. Der simulierte Planungsprozess erstreckt sich von der Projektdefinition bis zur Erlangung des Planungs- bzw. Baurechts. Praxisanwendung der erworbenen Projektmanagementfähigkeiten.

(Prof. Dr. Bogenberger, Prof. Dr. Jacoby, Dr. Kienlein und wiss. Mitarbeiter des Instituts für Verkehrswesen und Raumplanung; je nach Themenstellung ergänzende Betreuung durch Professoren und Mitarbeiter anderer Institute).

Qualifikationsziele

Erlangung der Praxisreife bei der Abwicklung planerischer Aufgaben bei Verkehrs-, Raumplanungs- und Umweltprojekten. Besondere Ziele: nachhaltige Entwicklung des Lebensraums, insbesondere Umwelt- und Umfeldintegration von Verkehrsinfrastrukturprojekten (zivil/militärisch), Einbindung von bautechnischen Anlagen in das natürliche und künstliche Umfeld (Landschafts- und Stadtraum). Einübung von organisatorischen Fähigkeiten und Teamarbeit.

Voraussetzungen

Grundkenntnisse des Verkehrs- und Straßenwesens sowie das Interesse, sich neben rein formalen, algorithmischen Nachweisen auch verbal-argumentativ mit Planungsproblemen auseinanderzusetzen.

Von den Studierenden wird die Bereitschaft erwartet, sich mit einem interdisziplinären Projekt - insbesondere was die Wechselwirkungen zwischen Umwelt, Verkehr und Raumplanung auf der einen und zwi-

schen den einzelnen Verkehrsarten auf der anderen Seite betrifft -
ernsthaft auseinanderzusetzen.

Verwendbarkeit	Testfeld für die spätere Bearbeitung der Master-Arbeit.
----------------	---

Leistungsnachweis	Notenschein
-------------------	-------------

Dauer und Häufigkeit	Das Modul dauert 1 Trimester. Das Modul beginnt jedes Studienjahr jeweils im Herbsttrimester.
----------------------	--

Modul 1324 Projekt Wasser, Umwelt und Boden

zugeordnet zu: Wahlpflichtmodule Vertiefungsrichtung: Physikalisch-Technische Modellierung in der Anwendung auf Bauingenieurwesen (Module aus BAU)

Studiengang:	Mathematical Engineering	Modultyp:	Pflicht
Workload gesamt (h):	150 Stunden	ECTS-Punkte:	5
-> Präsenzzeit (h):	78 Stunden	TWS:	6 Stunden
-> Selbststudium (h):	72 Stunden		

Modulbestandteile

Modulverantwortlicher Prof. Dr.-Ing. Andreas Malcherek

Inhalt (Prof. Malcherek, Prof. Günthert, Prof. Boley)

- Gewässerstrukturgüte
- Gewässergüte
- Bewertung der Hochwassersicherheit
- Verbesserung der Hochwassersituation
- Konstruktion wasserbaulicher Anlagen
- Entwurf von Trinkwasseranlagen
- Entwässerungs- und Abwasserbehandlungskonzepte
- Abfallwirtschaftsplanungen
- Projektmanagement
- Simulation eines Ingenieurbüros
- Baugrunderkundung
- Deich- und Dammbau
- Spezialtiefbau und Geokunststoffe
- Sicherung und Sanierung von Altlasten
- Stofftransport im Boden
- Deponiebau
- Wasserhaltung und Grundwassermanagement

Qualifikationsziele Der/die Studierende wird befähigt, Aufgaben der wasserwirtschaftlichen Gesamtplanung in einem praxisbezogenem Projekt anzuwenden, wobei Verfahren der Hydromechanik, Hydrologie und Siedlungswasserwirtschaft integriert werden. Ziel ist es, für wasserwirtschaftliche Problemstellungen Lösungsalternativen zu finden und zu bewerten. Exkursionen zu den Untersuchungsgebieten dienen zum Verständnis für die Realisierbarkeit der Planungsalternative.

Arbeitsaufwand Im Vorfeld des Moduls wird von den Lehrenden ein Rahmenthema ausgewählt, zu welchem die Teilnehmenden Vorträge erarbeiten und im Plenum vorstellen müssen.

Voraussetzungen Für eine erfolgreiche Teilnahme sind Kenntnisse aus den Modulen

UI I, UI III, UI IV und UI VIa oder vergleichbare Kenntnisse hilfreich.

Verwendbarkeit

Vorbereitung für die spätere Bearbeitung der Master-Arbeit.

Leistungsnachweis

Notenschein

Dauer und Häufigkeit

Das Modul dauert 1 Trimester.

Das Modul beginnt jedes Studienjahr jeweils im Herbsttrimester.

Modul 1325 Rohrsysteme

zugeordnet zu: Wahlpflichtmodule Vertiefungsrichtung: Physikalisch-Technische Modellierung in der Anwendung auf Bauingenieurwesen (Module aus BAU)

Studiengang:	Mathematical Engineering	Modultyp:	Pflicht
Workload gesamt (h):	150 Stunden	ECTS-Punkte:	5
-> Präsenzzeit (h):	72 Stunden	TWS:	6 Stunden
-> Selbststudium (h):	78 Stunden		

Modulbestandteile	13251	Bau- und Instandhaltung (Vorlesung (PF) - 2 TWS)
	13252	Bemessung und Simulation von Rohrsystemen (Vorlesung (PF) - 2 TWS)
	13253	Elemente des Rohrsystems (Vorlesung (PF) - 2 TWS)

Modulverantwortlicher Prof. Dr.-Ing. Frank Wolfgang Günthert

Inhalt

Bau- und Instandhaltung (Prof. Günthert):

- Offene Bauweise
- Grabenlose Bauweise
- Grundstücksentwässerungsanlagen
- Selbstverdichtende Verfüllmaterialien
- Inspektionsverfahren
- Dichtheitsprüfverfahren
- Sanierungsverfahren
- Vermeidung von Geruchsemissionen und Korrosionsproblemen

Elemente des Rohrsystems (Prof. Günthert):

- Entwässerungssysteme (Druck- Vakuum)
- Rohrmaterialien (biegeweich)
- Rohrmaterialien (biegesteif)
- Rohrverbindungen
- Schächte und Bauwerke

Bemessung und Simulation von Rohrsystemen (Prof. Malcherek):

- Elastostatik und Hydromechanik
- Die inneren Spannungen in kreisförmigen Rohren
- Thermische Belastung von Rohren
- Bemessung auf äußere Belastungen: Erddruck, Beulen etc.
- Hardy-Cross-Verfahren
- Knotenbezogene Gesamtschrittverfahren
- Nichtlineare algebraische Gleichungslöser
- Dynamische Rohrströmungsdifferenzialgleichungen
- Charakteristikenverfahren
- OO-Programmierung von Rohrsystemem

Qualifikationsziele	Die Studierenden werden in die Lage versetzt, Rohrnetze zu planen, Rohrleitungen zu bemessen und zu bauen. Technische und kaufmännische Aspekte zur Instandhaltung der Rohrnetze werden vermittelt um das größte Vermögen einer Kommune, die Trink- und Abwasserleitungen wertmäßig und funktionsfähig zu erhalten.
Voraussetzungen	Kenntnisse aus den Modulen <ul style="list-style-type: none">• Grundlagen des Wasserwesens• Grundlagen Geotechnik
Verwendbarkeit	Das Modul ist Grundlage für die Erarbeitung von Entwässerungskonzepten. Die Bearbeitung weiterführender Studienobjekte sowie der Master-Abschlußarbeit werden dadurch ermöglicht.
Leistungsnachweis	Schriftliche Prüfung 120 Minuten oder mündliche Prüfung 30 Minuten.
Dauer und Häufigkeit	Das Modul dauert 1 Trimester. Das Modul beginnt jedes Studienjahr jeweils im Wintertrimester.

Modul 1336 Sonderbetone und Baustoffkreislauf

zugeordnet zu: Wahlpflichtmodule Vertiefungsrichtung: Physikalisch-Technische Modellierung in der Anwendung auf Bauingenieurwesen (Module aus BAU)

Studiengang:	Mathematical Engineering	Modultyp:	Wahlpflicht
Workload gesamt (h):	180 Stunden	ECTS-Punkte:	6
-> Präsenzzeit (h):	120 Stunden	TWS:	7 Stunden
-> Selbststudium (h):	60 Stunden		

Modulbestandteile	13361	Baustoffrecycling (Vorlesung im HT) (Vorlesung (PF) - 1 TWS)
	13362	Verwertung industrieller Nebenprodukte (Vorlesung im HT) (Vorlesung (PF) - 2 TWS)
	13363	Sonderbetone (Vorlesung im WT) (Vorlesung (PF) - 2 TWS)
	13364	Sonderbetone (Praktikum im HT und WT) (Praktikum (PF) - 2 TWS)

Modulverantwortlicher	Prof. Dr.-Ing. Karl-Christian Thienel
-----------------------	---------------------------------------

Inhalt	<p>Sonderbetone (Prof. Thienel):</p> <ul style="list-style-type: none"> Sichtbeton; Faserbeton; Beton für massige Bauteile; Selbstverdichtender Beton (SVB); Ultra hochfester Beton (UHPC) Unterwasserbeton; Spritzbeton; Leichtbeton; Haufwerksporiger Beton; Dämmbeton; Betone mit Kunststoffen <p>Verwertung industrieller Nebenprodukte (Prof. Thienel):</p> <ul style="list-style-type: none"> Hochfenstückschlacken; Stahlwerkschlacken; Hüttensand; sonstige Metall-schlacken; Altglas Steinkohleflugasche; sonstige Flug- und Feuerraumaschen; Silicastaub; REAGips; Dämmstoffe aus organischen Nebenprodukten <p>Baustoffrecycling:</p> <ul style="list-style-type: none"> Quantität und Qualität anfallender Recyclate; Anforderung an die Verwertbarkeit; Analysemethoden; Aufbereitungsverfahren; Sekundärbrennstoffe Recycling mineralischer Baustoffe; Betonrecycling; Recycling von Holz und Holz-werkstoffen; Kunststoffrecycling
--------	---

Qualifikationsziele	<p>Die Studierenden erhalten in den Teilen „Baustoffrecycling“ und „Verwertung industrieller Nebenprodukte“ einen Überblick über die Bedeutung der baustofflichen Verwertung von Industrienebenprodukten und können anschließend auf der Basis dieses Moduls sowohl die ökologischen als auch ökonomischen Potenziale dieser Produkte erkennen. Sie erwerben die Befähigung, die Anforderungen und die Randbedingungen des Recyclings von Baustoffen korrekt zu formulieren.</p>
---------------------	--

Im Teil Sonderbetone erlernen die Studierenden deren Eigenschaften und die Eigenarten besonderer Betonierverfahren zu beurteilen. Die Studierenden erlangen die Fähigkeiten, auch Betone für spezielle Anwendungen richtig konzeptionieren zu können und sie entsprechend ihrer Leistungsgrenzen richtig einzusetzen.

Voraussetzungen	Grundkenntnisse der Betontechnologie
Verwendbarkeit	<ul style="list-style-type: none">- Massivbau- Baubetrieb- Tragwerksplanung- Baustoffgewinnung und -verarbeitung- Umwelt- und Ressourcenschutz
Leistungsnachweis	Schriftliche Prüfung 90 Minuten oder mündliche Prüfung 20 Minuten.
Dauer und Häufigkeit	Das Modul dauert 2 Trimester. Das Modul beginnt jedes Studienjahr jeweils im Herbsttrimester.

Modul 1331 Straßenbau, Straßenerhaltung und Schienenverkehr

zugeordnet zu: Wahlpflichtmodule Vertiefungsrichtung: Physikalisch-Technische Modellierung in der Anwendung auf Bauingenieurwesen (Module aus BAU)

Studiengang:	Mathematical Engineering	Modultyp:	Pflicht
Workload gesamt (h):	150 Stunden	ECTS-Punkte:	5
-> Präsenzzeit (h):	72 Stunden	TWS:	6 Stunden
-> Selbststudium (h):	78 Stunden		

Modulbestandteile	13311	Bauweisen (Vorlesung (PF) - 1 TWS)
	13312	Erhaltungsmanagement (Vorlesung (PF) - 1 TWS)
	13313	Schienenverkehr (Vorlesung (PF) - 1 TWS)
	13314	Stadtstraßenplanung (Vorlesung (PF) - 1 TWS)
	13315	Übung zu Straßenbau, Straßenerhaltung und Schienenverkehr (Übung (PF) - 2 TWS)

Modulverantwortlicher Dr.-Ing. Edgar Kienlein

Inhalt	<p>Bauweisen (Dr.-Ing. Kienlein)</p> <ul style="list-style-type: none">• Bemessungstheorien von Verkehrsflächenbefestigungen• Betonfahrbahnen• Pflasterfahrbahnen• Sonderflächen (Geh-, Radwege, Fußgängerzonen) <p>Erhaltungsmanagement (Dr.-Ing. Kienlein)</p> <ul style="list-style-type: none">• ZEB (Zustanderfassung/-bewertung)• Zustandsgrößen, Normierungsfunktion, Zustandsnote• Erhaltungsbedarfsprognosen, Budgetierung• Schadensarten, Maßnahmearten• Baustellenkoordinierung, Bauzeitenoptimierung• PMS, Asset-Management <p>Stadtstraßenentwurf (Dr.-Ing. Kienlein)</p> <ul style="list-style-type: none">• Innerortsstraßenentwurf (RASt)• Rad-, Fußgängerverkehrsanlagen (ERA, EFA)• Verkehrsbeeinflussungsanlagen• Straßenbetrieb (rechtliche, logistische und technische Grundlagen) <p>Die Übung zu Straßenbau und -betrieb findet im FT statt.</p> <p>Schienenverkehr (Lehrbeauftragter)</p> <ul style="list-style-type: none">• Oberbauarten, Oberbaubemessung, Gleisbauverfahren, Instandhaltung von Gleisanlagen• Signalsysteme und ihre Steuerung• Leistungsfähigkeitsermittlung von Gleisanlagen• Signalsysteme und ihre Steuerung• Betriebssteuerung und Disposition
--------	--

- Baubetriebsplanung
- Schienengebundener ÖPNV

Qualifikationsziele	Erreichung eines abgerundeten Erkenntnisstandes bezüglich Planung, Bau und Betrieb von Straßen und schienengebundenem Verkehr, insbesondere auch Vertiefung der theoretischen Grundlagen, die den baupraktischen Regelungen zugrunde liegen.
Voraussetzungen	Grundkenntnisse des Verkehrs- und Straßenwesens sowie das Interesse, sich neben rein formalen, algorithmischen Nachweisen auch verbal-argumentativ mit Planungsproblemen auseinanderzusetzen.
Verwendbarkeit	Bei Projekten aus dem Bereich Betrieb und Erhaltung von Infrastruktur.
Leistungsnachweis	Teilnahmeschein und schriftliche Prüfung 90 Minuten oder Teilnahmeschein und mündliche Prüfung 30 Minuten.
Dauer und Häufigkeit	Das Modul dauert 2 Trimester. Das Modul beginnt jedes Studienjahr jeweils im Wintertrimester.

Modul 1332 Tunnelbau

zugeordnet zu: Wahlpflichtmodule Vertiefungsrichtung: Physikalisch-Technische Modellierung in der Anwendung auf Bauingenieurwesen (Module aus BAU)

Studiengang:	Mathematical Engineering	Modultyp:	Pflicht
Workload gesamt (h):	150 Stunden	ECTS-Punkte:	5
-> Präsenzzeit (h):	72 Stunden	TWS:	6 Stunden
-> Selbststudium (h):	78 Stunden		

Modulbestandteile	13321	Baubetrieb im Tunnelbau und Tunnelvermessung (Vorlesung (PF) - 2 TWS)
	13322	Geotechnik im Tunnelbau (Vorlesung (PF) - 1 TWS)
	13323	Planung und Betrieb von Tunneln (Vorlesung (PF) - 1 TWS)
	13324	Übungen oder Seminar zum Tunnelbau (Seminar (PF) - 2 TWS)

Modulverantwortlicher Prof. Dr.-Ing. Jürgen Schwarz

Inhalt

Baubetrieb im Tunnelbau (Prof. Schwarz):

- Einführung und Beispiele aus dem Tunnelbau
- Zusammenhang zwischen Ausbaumitteln und Gebirge
- Gebirgsklassifizierung, Vortriebsklassifizierung
- Sicherungsmittel (z.B. Spritzbeton, Bögen, Anker, Voraussicherung)
- Sprengvortrieb und konventioneller Tunnelausbruch
- offene und geschlossene Schildmaschinen
- Ortsbruststützung
- gleisloser und gleisgebundener Schutterbetrieb, Bandförderung
- Bewetterung, Separierung
- nachlaufende Betriebe (z.B. Bewetterung, Innenschale, Abdichtung)
- Tübbingausbau (Tübbingherstellung, Tübbingdichtung, Koppelung)
- Kalkulation im Tunnelbau

Geotechnik im Tunnelbau (Prof. Boley):

- Baugrunderkundung im Tunnelbau
- tunnelbautechnische Gebirgsklassifikation
- Baugrund - Bauwerk - Wechselwirkung für offene Bauweisen
- Tunnelbaustatik für bergmännische Bauweisen
- Grundlagen der Felsmechanik und des Felsbaus
- Monitoring im Tunnelbau

Planung und Betrieb von Tunneln (Prof. Keuser):

- Objekt- und Tragwerksplanung von Tunnelbauwerken
- Berechnungsverfahren für Tunnelkonstruktionen
- Stahlbetonkonstruktionen im Tunnelbau
- Sicherheitskonzepte für Verkehrstunnel
- Technische Ausrüstung von Verkehrstunneln

Tunnelvermessung (Prof. Heunecke):

- Aufgabenspektrum der Tunnelvermessung (offene und geschlossene Bauweise)
- Grundlagen-, Portal- und Vortriebsnetze
- Kreismessungen zur Unterstützung der Vortriebsvermessung
- Vortriebssteuerung beim TBM-Vortrieb
- Kontrollmessungen (Deformationsmessungen)
- Beispiele aus der Praxis

Qualifikationsziele

Das Fachgebiet "Tunnelbau" ist im Aufgabenspektrum eines Bauingenieurs gleichzeitig besonders zukunftssträftig und anspruchsvoll. Es kann umfassend nur interdisziplinär dargestellt werden. Daher haben sich Baubetrieb, Geotechnik, Massivbau und Geodäsie zu einer gemeinsamen Lehrveranstaltung zusammengeschlossen.

Die Studierenden erwerben Kenntnisse und Fähigkeiten in den Bereichen:

- Betriebliche Planung für den Tunnelbau
- Techniken zum Tunnelvortrieb, wie maschineller Vortrieb und Sprengvortrieb
- Zusammenwirken von Boden, Fels und Grundwasser mit dem Tunnelbauwerk
- Tunnelvermessung
- Planung von Tunnelbauwerken bezüglich Verkehrstechnik und Sicherheitstechnik
- Stahlbetonkonstruktionen im Tunnelbau
- Integration der Technologien zum Gesamtprojekt

Voraussetzungen

Kenntnisse aus den Modulen "Grundlagen des Baubetriebs", "Konstruktiver Ingenieurbau I und III", "Grundlagen der Geotechnik" und "Grundlagen der Geodäsie" (B.Sc.); empfohlen werden auch Kenntnisse aus dem Wahlpflichtmodul "Baubetrieb in der Praxis".

Verwendbarkeit

Das Modul vermittelt die grundlegenden Kenntnisse für die berufliche Tätigkeit im Bereich des Tunnel- und Untertagebaus in allen Berufsfeldern (Planung, Bauindustrie, Verwaltung).

Leistungsnachweis

Teilnahmeschein und schriftliche Prüfung 90 Minuten oder Teilnahmeschein und mündliche Prüfung 30 Minuten. Der Teilnahmeschein wird durch rechtzeitige und ausreichende Bearbeitung und Abgabe von Hausübungen erworben.

Dauer und Häufigkeit

Das Modul dauert 1 Trimester (Herbsttrimester). Das Modul beginnt jedes Studienjahr im Herbsttrimester.

Modul 1349 Wasserwesen in Schwellen- und Entwicklungsländern

zugeordnet zu: Wahlpflichtmodule Vertiefungsrichtung: Physikalisch-Technische Modellierung in der Anwendung auf Bauingenieurwesen (Module aus BAU)

Studiengang:	Mathematical Engineering	Modultyp:	Wahlpflicht
Workload gesamt (h):	150 Stunden	ECTS-Punkte:	5
-> Präsenzzeit (h):	50 Stunden	TWS:	5 Stunden
-> Selbststudium (h):	100 Stunden		

Modulbestandteile	13491	Ausgewählte Kapitel der Wasserversorgung (Vorlesung (PF) - 1 TWS)
	13492	Siedlungswasserwirtschaft in Schwellen- und Entwicklungsländern (Vorlesung (PF) - 2 TWS)
	13493	Wasserbau in Schwellen- und Entwicklungsländern (Vorlesung (PF) - 2 TWS)

Modulverantwortlicher Prof. Dr.-Ing. Frank Wolfgang Günthert

Inhalt	<p>Ausgewählte Kapitel der Wasserversorgung (Prof. Günthert/MR Haug):</p> <ul style="list-style-type: none"> • Wasserversorgungsstrukturen • Instrumente des Trinkwasserschutzes • Wasserressourcenmanagement • Nachhaltige Grundwassernutzung für die Wasserversorgung • Betrieb und Eigenüberwachung von Wasserversorgungsanlagen • Trinkwasser und Aufbereitung • Wasserspeicherung • Wasserverteilungsanlagen • Notwasserversorgung • Finanzierung der Wasserversorgung <p>Siedlungswasserwirtschaft in Schwellen- und Entwicklungsländern (Prof. Günthert):</p> <ul style="list-style-type: none"> • Randbedingungen in Schwellenländern • Einfache Aufbereitungsverfahren • Versorgungsnetze • Finanzierungsmöglichkeiten • Regenwassernutzung • Abwasserteiche • Pflanzenkläranlagen • Neuartige Sanitärsysteme • Abwasserwiederverwendung • Klärschlammverwertung <p>Wasserbau in Schwellen- und Entwicklungsländern (Prof. Malcherek): Diese Vorlesung findet im Rahmen einer für Beleger dieses Moduls obligatorischen (14-17 Tage) Exkursion in ein Schwellen- oder Entwicklungsland statt.</p>
--------	--

- Aufgabenfelder: Stauanlagen, Schutzanlagen, Transportsysteme
- Konfliktfelder: Naturschutz, Regionale Bevölkerungsinteressen etc
- Internationale Konflikte: Ober- und Unterliegerstaaten
- Umwelt- und Sozialverträglichkeitsprüfungen
- Die Weltbankstrategie: Wasser als Wirtschaftsgut
- Pumpen als Turbinen
- Das Beispiel Ganges

Qualifikationsziele

Die Studenten werden in die wasserwirtschaftlichen Randbedingungen in Schwellenländern eingeführt. Mit diesen Grundlagen werden sie in die Lage versetzt, wasserwirtschaftliche Konzepte für Bewässerung, Wasserbau, Wasserversorgung und Abwasserbehandlung zu entwickeln, um nach dem Studium in Einsatzgebieten der Bundeswehr und in Schwellen- und Entwicklungsländern die erforderliche Infrastruktur planen und umsetzen zu können. Dies ist Voraussetzung für ausreichende Lebensbedingungen in diesen Regionen.

Voraussetzungen

Grundkenntnisse des Wasserwesens, der Siedlungswasserwirtschaft und Abfallwirtschaft sowie der Umweltwissenschaften.

Verwendbarkeit

Die Bearbeitung weiterführender Studienobjekte sowie der Master-Abschlußarbeit werden dadurch ermöglicht. Als Voraussetzung für Tätigkeiten und Planungen in Schwellen- und Entwicklungsländern ist das Modul auch verwendbar.

Leistungsnachweis

Schriftliche Prüfung 90 Minuten und mündliche Prüfung 30 Minuten.

Dauer und Häufigkeit

Das Modul dauert 2 Trimester.
Das Modul beginnt jedes Studienjahr jeweils im Wintertrimester.

Modul 1048 Aerothermodynamik

zugeordnet zu: Wahlpflichtmodule Vertiefungsrichtung: Physikalisch-Technische Modellierung in der Anwendung auf Bauingenieurwesen (Module aus LRT und EIT)

Studiengang:	Mathematical Engineering	Modultyp:	Wahlpflicht
Workload gesamt (h):	150 Stunden	ECTS-Punkte:	5
-> Präsenzzeit (h):	48 Stunden	TWS:	4 Stunden
-> Selbststudium (h):	102 Stunden		

Modulbestandteile 10481 Aerothermodynamik (Vorlesung, Übung (PF) - 4 TWS)

Modulverantwortlicher Prof. Dr.-Ing. Christian Mundt

Inhalt

Die Studierenden erwerben im Modul Aerothermodynamik das Grundwissen zu und das Verständnis der Aerothermodynamik mit den vielfältigen gekoppelten Wechselwirkungen die bei heißen und/oder sehr schnellen Strömungen auftreten.

1. Die Studierenden erhalten eine Einführung in die Bedeutung der Aerothermodynamik bei Problemstellungen aus dem Bereich der Luft- und Raumfahrttechnik. Insbesondere werden Anwendungen zum Atmosphäreneintritt und zu Raketen-/Staustrahlerströmungen vermittelt.
2. Ausgehend von einer Betrachtung von reibungsfreien Über-/Hyperschallströmungen unter Idealgasannahme werden schrittweise zusätzliche Kopplungen wie z.B.

- Reibungseffekte,
- Effekte von einfachen chemischen Reaktionen im Gleichgewicht und Nichtgleichgewicht

eingeführt und um Ansätze zur Beschreibung von Hochtemperaturgaseigenschaften erweitert.

3. Das erworbene Wissen wird durch die Anwendung auf insbesondere Erdwiedereintritt sowie Reichweitenflug von Flugkörpern erweitert.

Qualifikationsziele

- 1) Die Studierenden können die Bedeutung der Aerothermodynamik bei technischen Problemstellungen hinsichtlich Machbarkeit, Technologie und zukünftigen Trends einordnen.
- 2) Die Studierenden können für einfache Fälle mechanische und thermische Lasten abschätzen.
- 3) Die Studierenden erwerben die Fähigkeit, für die jeweiligen Anwendungen sinnvolle Konfigurationen vorschlagen zu können.
- 4) Die Studenten bekommen Einblick in einige Phänomene, die nicht direkt LRT zuzuordnen sind.

Universität der Bundeswehr München

Voraussetzungen	Der Besuch der Vorlesung Aerodynamik und/oder Gasdynamik wird empfohlen.
Verwendbarkeit	Voraussetzung für wissenschaftliche Grundlagenuntersuchungen und angewandte Forschung und Entwicklung auf dem Gebiet insbesondere von Wiedereintrittsfluggeräten.
Leistungsnachweis	Schriftliche Prüfung 75 Minuten oder mündliche Prüfung 30 Minuten
Sonstige Bemerkungen	Zuordnung zu den Studienschwerpunkten siehe Tabelle am Anfang des Dokumentes.
Dauer und Häufigkeit	Das Modul dauert ein Trimester, es findet im Wintertrimester des 2. Master-Studienjahres statt.

Modul 1294 Angewandte Lineare Algebra

zugeordnet zu: Wahlpflichtmodule Vertiefungsrichtung: Physikalisch-Technische Modellierung in der Anwendung auf Bauingenieurwesen (Module aus LRT und EIT)

Studiengang:	Mathematical Engineering	Modultyp:	Wahlpflicht
Workload gesamt (h):	150 Stunden	ECTS-Punkte:	5
-> Präsenzzeit (h):	72 Stunden	TWS:	6 Stunden
-> Selbststudium (h):	78 Stunden		

Modulbestandteile	12941	Angewandte Lineare Algebra (Vorlesung (WP) - 4 TWS)
	12942	Angewandte Lineare Algebra (Übung (PF) - 2 TWS)

Modulverantwortlicher Prof. Dr. Mathias Richter

Inhalt

- Matrix-Faktorisierungen: LR, QR, Cholesky, Lemma von Schur, unitäre Ähnlichkeitstransformationen, SVD.
- Praktische Aspekte der LR-Zerlegung zur Lösung von Gleichungssystemen: Kondition, Rundungsfehler, iterative Nachverbesserung, Parallelisierung.
- Lineare Ausgleichsprobleme, auch bei nicht vollem Matrixrang und unter Nebenbedingungen.
- Ausblick auf nichtlineare Ausgleichsprobleme.
- Numerische Verfahren zum (verallgemeinerten) Eigenwertproblem und zur Berechnung der SVD.
- Unterraummethoden zur iterativen Lösung von Gleichungssystemen, Vorkonditionierung.
- Mehrgitterverfahren zur Lösung der bei der Diskretisierung linearer partieller Differentialgleichungen entstehenden Gleichungssysteme.

Grundsätzlich wird großer Wert auf die Illustration der Theorie durch anwendungsorientierte Beispiele gelegt.

Qualifikationsziele

Diese Vorlesung versteht sich als Erweiterung und Vertiefung von Themen, die in der Linearen Algebra und der Einführung in die Numerik (Mathematik A und C für EIT) nicht in ausreichender Tiefe besprochen werden konnten, die aber im Zentrum fast jeder rechnerische Lösung von praktischen Problemen der Ingenieurwissenschaften stehen. Vermittelt werden sollen

- die Kenntnis effizienter Verfahren zur Lösung von linearen Gleichungssystemen, linearer Ausgleichsprobleme und des Eigenwertproblems und
- ein Verständnis für die Eigenschaften der besprochenen Algorithmen

für Studierende, die selbst Software erstellen wollen, etwa im Bereich der Simulation, oder die vertiefte Kenntnisse der Linearen Algebra

bra in ihrem Fachgebiet benötigen (z.B. Kommunikationstechnik: MI-MO-Übertragung, z.B. Inverse Probleme in der Messtechnik: Diagnostik)

Voraussetzungen	unabdingbar: Module Lineare Algebra und Einführung in die Numerik (für ME) bzw. Mathematik A und Mathematik C (für EIT)
-----------------	---

Verwendbarkeit	<ul style="list-style-type: none">• Pflichtmodul für die Vertiefungsrichtungen ME-EET, ME-VSK und ME-PTM/LRT im Studiengang Mathematical Engineering (M. Sc.)• Wahlpflichtmodul für die Vertiefungsrichtungen ME-Mechatronik und ME-PTM/BAU im Studiengang Mathematical Engineering (M. Sc.)• Wahlpflichtmodul für den Masterstudiengang EIT mit allen Vertiefungsrichtungen
----------------	--

Leistungsnachweis	Schriftliche Prüfung von 75 min Dauer (sP-75) oder mündliche Prüfung von 30 min Dauer (mP-30). Die genaue Art der Prüfung wird zu Beginn des Moduls bekanntgegeben.
-------------------	---

Literatur	Demmel: Applied Numerical Linear Algebra, SIAM, 1997 Trefethen, Bau: Numerical Linear Algebra, SIAM, 1997 Golub, van Loan: Matrix Computations, Johns Hopkins Univ. Press, 3rd ed., 1996 Briggs, Henson, Mc Cormick: A Multigrid Tutorial, 2nd ed., SIAM, 2000
-----------	---

Dauer und Häufigkeit	Das Modul dauert ein Trimester. Das Modul beginnt jedes Studienjahr im Wintertrimester. Als Beginn ist das Wintertrimester im 1. Studienjahr vorgesehen.
----------------------	--

Modul 1290 Antennentechnik und EMV in der Kommunikationstechnik

zugeordnet zu: Wahlpflichtmodule Vertiefungsrichtung: Physikalisch-Technische Modellierung in der Anwendung auf Bauingenieurwesen (Module aus LRT und EIT)

Studiengang:	Mathematical Engineering	Modultyp:	Wahlpflicht
Workload gesamt (h):	150 Stunden	ECTS-Punkte:	5
-> Präsenzzeit (h):	60 Stunden	TWS:	5 Stunden
-> Selbststudium (h):	90 Stunden		

Modulbestandteile	12901	Antennentechnik (Vorlesung (WP) - 2 TWS)
	12902	Antennentechnik (Übung (WP) - 1 TWS)
	12903	EMV in der Kommunikationstechnik (Vorlesung (WP) - 2 TWS)

Modulverantwortlicher Prof. Dr.-Ing. habil. Stefan Lindenmeier

Inhalt Lehrveranstaltung a): **Antennentechnik (Prof. Hopf)**

Passive Antennen

- Antenne als Wellentypwandler zwischen Freiraumwelle und leitungsgeführter Welle,
- Dimensionierungsaspekte für elektrisch kurze Antennen im Sendefall über eine Leistungsbetrachtung,
- Rauschtemperatur des Außenraumes und fiktive Temperatur des Strahlungswiderstands,
- Rauschkenngößen von Verstärkern und Empfängern,
- Dimensionierungsaspekte für elektrisch kurze Antennen im Empfangsfall über eine Betrachtung des Signal-Rauschabstands,
- Prinzipien zur Erzeugung von Richtwirkung,
- Beispiele von Richtantennen für technisch eingesetzte Funkdienste,
- Überblick über Antennenberechnungsverfahren.

Aktive Antennen

- Definition der aktiven Antenne,
- Anwendbarkeit und Vorteile dieses Prinzips, erläutert an Beispielen technisch eingesetzter aktiver Antennen,
- Anforderungen an die Verstärker, Besonderheiten der Schaltungstechnik,
- Dimensionierungsaspekte des Verstärkers unter Berücksichtigung von Rauschen und nichtlinearen Verzerrungen für aktive Antennen bei Frequenzen mit hohem Außenrauschen (kHz- und MHz-Bereich), insbesondere rauscharme Gegenkopplungstechniken,
- Dimensionierungsaspekte unter Berücksichtigung von Rauschen und nichtlinearen Verzerrungen für aktive Antennen bei Frequenzen mit geringem Außenrauschen (GHz-Bereich), insbesondere "Figure of merit" bzw. G/T.

Besonderheiten von Antennen für mobilen Einsatz

- Problematik des Mehrwegeempfangs,
- Zwang zur Miniaturisierung,

- Anwendung statistischer Messverfahren zur Qualitätsermittlung.

Lehrveranstaltung b): **EMV in der Kommunikationstechnik (Prof. Reiter)**

- Kopplungsmechanismen bei ortsunabhängigen Strömen und Spannungen (Induktive, kapazitive und gemischt induktive u. kap. Kopplung, Impedanzkopplung),
- Leitungskopplung bei hochfrequenten Signalen (TEM-Wellen, Leitungstransformation, Skineffekt, Verkopplung von Leitungswellen, LeitungsbaufORMen, Schlitzleitungen, Drahtwellenleiter, Mantelwellen),
- Strahlungsgekoppelte Störeinkopplungen (Von der Leitungswelle zur Freiraumwelle, Feld-komponenten des Hertz'schen Dipols, Kenngrößen von Antennen, effektive Höhe und Absorptionsfläche im Empfangsfall, Kreisrahmenantenne, Breitbandantennen für die EMV-Messtechnik, Schnüffelsonden, Freifeldantennenmessungen, Numerische Berechnung elektromagnetischer Felder),
- Elektromagnetische Strahlenexposition (Grenzwerte, Messergebnisse zur elektromagnetischen Strahlungsbelastung),
- HF-Messgeräte für die EMV (HF-Störmessgeräte, bewertete Messungen, Suszeptibilitätsmessungen),
- Maßnahmen zur Sicherstellung der EMV (Schirmungsmaßnahmen, Verringerung von Verkopplungen).

Qualifikationsziele

Lehrveranstaltung a):

- Detaillierte Kenntnisse zu passiven Antennen und deren Dimensionierung,
- Detaillierte Kenntnisse zu aktiven Antennen und deren Dimensionierung,
- Grundkenntnisse zu Rauschvorgängen und zur Bedeutung des Außenrauschens,
- Grundkenntnisse über hochlineare rauscharme Verstärkerkonzepte,
- Grundkenntnisse zur speziellen Problematik von Mobilfunkkommunikation.

Lehrveranstaltung b):

- Detaillierte Kenntnisse zu Kopplungsmechanismen bei ortsunabhängigen Spannungen und Strömen,
- Detaillierte Kenntnisse zur Leitungs- und Strahlungskopplung,
- Grundkenntnisse zur Strahlungsexposition,
- Detaillierte Kenntnisse zu HF-Messgeräten für die EMV,
- Detaillierte Kenntnisse zu Maßnahmen zur Sicherstellung der EMV.

Voraussetzungen

Kenntnisse in Hochfrequenztechnik und Theoretischer Elektrotechnik, wie sie z.B. in den Modulen "Hochfrequenztechnik I und II" sowie "Theoretische Elektrotechnik I und II" aus den jeweiligen B.Sc.-Studiengängen vermittelt werden.

Verwendbarkeit

Wahlpflichtmodul aller Vertiefungsrichtungen des M.Sc.-Studiengangs

"Elektrotechnik und Informationstechnik" sowie des M.Sc.-Studiengangs
"Mathematical Engineering"

Leistungsnachweis

Schriftliche Prüfung von 90 Minuten Dauer (sP-90) oder mündliche Prüfung von 30 min Dauer (mP-30) mit gleichen Anteilen für Lehrveranstaltung a) und b). Die genaue Art der Prüfung wird zu Beginn des Moduls bekannt gegeben.

Literatur

Lehrveranstaltung a):

- K. Fujimoto, J.R. James: "Mobile Antenna Systems Handbook - Chapter 5"; Artech House, 1994,
- Meinke, Gundlach: "Taschenbuch der Hochfrequenztechnik - Kap. N"; Springer Verlag, Berlin, 1986.

Lehrveranstaltung b):

- E. Habiger: "Elektromagnetische Verträglichkeit", Hüthig Verlag, Heidelberg, 1998,
- A. Weber: "EMV in der Praxis", Hüthig Verlag, Heidelberg; 1996.

Dauer und Häufigkeit

Das Modul dauert 1 Trimester.
Das Modul beginnt jedes Studienjahr jeweils im Herbsttrimester.

Modul 1049 Antriebskomponenten

zugeordnet zu: Wahlpflichtmodule Vertiefungsrichtung: Physikalisch-Technische Modellierung in der Anwendung auf Bauingenieurwesen (Module aus LRT und EIT)

Studiengang:	Mathematical Engineering	Modultyp:	Wahlpflicht
Workload gesamt (h):	150 Stunden	ECTS-Punkte:	5
-> Präsenzzeit (h):	48 Stunden	TWS:	4 Stunden
-> Selbststudium (h):	102 Stunden		

Modulbestandteile	10491	Antriebskomponenten (Vorlesung (PF) - 2 TWS)
	10492	Antriebskomponenten (Übung (PF) - 2 TWS)

Modulverantwortlicher Prof. Dr.-Ing. Reinhard Niehuis

Inhalt

Die Studierenden erwerben im Modul Antriebskomponenten ein vertieftes Grundlagenwissen über Turbomaschinen für den Einsatz in Luftfahrzeugen und anderen Bereichen wie z.B. der Energietechnik:

- Die Studierenden erhalten eine Einführung in die verschiedenen Arten und Typen von Turbomaschinen sowie deren Anwendungsgebiete.
- Ausgehend von der zweidimensionalen, inkompressiblen und reibungsfreien Gitterströmung und der Beschreibung der Profil- und Gittergeometrie werden Methoden zur Gitterauslegung vermittelt. Darauf aufbauend wird die Betrachtung der reibungsbehafteten Gitterströmung, der transsonischen Gitterströmung sowie das Zusammenwirken von Gittern und Stufen und die dadurch verursachten Strömungsverluste behandelt.
- Darauf aufbauend wird auf die dreidimensionale Strömung in Turbomaschinen eingegangen. Ausgehend vom charakteristischen Strömungsbild werden Sekundärströmungsphänomene sowie die dreidimensionalen Schaufelgitterinteraktionen umfassend behandelt.
- Die Studierenden werden mit der Auslegungsmethodik für Turbomaschinen vertraut gemacht, und es werden einfache Verfahren für den ersten Entwurf von Turbomaschinen vorgestellt. Darüber hinaus werden einige Auslegungsaspekte im Zusammenhang mit den speziellen strömungstechnischen Anforderungen erläutert und auf die besonderen Festigkeitsfragen für Bauteile in Turbomaschinen eingegangen.
- Das Modul schließt mit einer ausführlichen Darstellung der Betriebsbereiche und des Betriebsverhaltens abseits vom Auslegungspunkt, insbesondere bei Verdichtern und dessen Darstellung in Kennfeldern. Nach der Diskussion verschiedener grundsätzlicher Anlagencharakteristiken wird detailliert auf das Zusammenwirken von Turbomaschinen und Anlagen, die Regelung von Turbomaschinen sowie möglicher Betriebseinflüsse eingegangen.

Qualifikationsziele	<ul style="list-style-type: none">• Die Studierenden sollen ein vertieftes Verständnis der komplizierten Strömungsvorgänge in Turbomaschinen erwerben und die vielfältigen Auslegungsaspekte kennen lernen.• Die Studierenden erwerben die Fähigkeit, mithilfe des vermittelten Grundwissens verschiedene Bauweisen von Turbomaschinen und deren unterschiedlicher Anwendungsbereiche richtig einzuordnen und zu bewerten. Sie werden in die Lage versetzt, einfache Entwürfe und Vorprojektierungen selbst vorzunehmen.• Die Studierenden erhalten einen Überblick über Turbokomponenten in Flugtriebwerken, aber auch Turbokomponenten für andere Anwendungsbereiche wie zum Beispiel die Energietechnik oder die Verfahrenstechnik.• Die Studierenden sind in der Lage, das Betriebsverhalten von Turbokomponenten sowie deren Zusammenwirken mit anderen Komponenten bzw. Anlagen zu verstehen. Sie lernen dabei auch verschiedene Möglichkeiten zur Regelung von Turbomaschinen und die Auswirkungen von Betriebseinflüssen kennen.
Voraussetzungen	Vorausgesetzt werden Kenntnisse aus den Modulen "Strömungsmechanik", "Gasdynamik", "Thermodynamik" und "Antriebssysteme".
Verwendbarkeit	Voraussetzung für Auswahl und Projektierung von Antriebskomponenten für unterschiedliche Anwendungsbereiche, für wissenschaftliche Grundlagenuntersuchungen und angewandte Forschung und Entwicklung auf dem Gebiet der Flugantriebe und Turbomaschinen.
Leistungsnachweis	Schriftliche Prüfung 90 Minuten
Sonstige Bemerkungen	Zuordnung zu den Studienschwerpunkten siehe Tabelle am Anfang des Dokumentes.
Literatur	<ul style="list-style-type: none">• Cumpsty N.A.: Compressor Aerodynamics. Krieger Publishing Company, 2004 (engl.).• Fister W.: Fluidenergiemaschinen, Band 1 und 2. Berlin: Verlag Springer, 1984, 1986.• Scholz N.: Aerodynamik der Schaufelgitter. Karlsruhe: Verlag G. Braun, 1965.• Traupel W.: Thermische Turbomaschinen, Band 1 und 2. Berlin: Verlag Springer, 1977, 1982.
Dauer und Häufigkeit	Das Modul dauert 1 Trimester, es findet im Herbsttrimester des 1. Master- Studienjahres statt.

Modul 1179 Apparatives Praktikum Autonome Systeme

zugeordnet zu: Wahlpflichtmodule Vertiefungsrichtung: Physikalisch-Technische Modellierung in der Anwendung auf Bauingenieurwesen (Module aus LRT und EIT)

Studiengang:	Mathematical Engineering	Modultyp:	Wahlpflicht
Workload gesamt (h):	150 Stunden	ECTS-Punkte:	5
-> Präsenzzeit (h):	60 Stunden	TWS:	5 Stunden
-> Selbststudium (h):	90 Stunden		

Modulbestandteile 11791 Apparatives Praktikum: Autonome Systeme (Praktikum (PF) - 5 TWS)

Modulverantwortlicher Prof. Dr.-Ing. Hans-Joachim Wünsche

Inhalt

Die Studierenden realisieren im Modul Praktikum Autonome Systeme einen kompletten, geschlossenen Regelkreis durch die visuelle Wahrnehmung der Umgebung und die Ableitung von Stellgrößen für Geschwindigkeit und Lenkung eines 1:5 Modellfahrzeuges, welche durch einen P, PI- oder PID-Regler umgesetzt werden sollen. Am Ende des Praktikums soll das Modellfahrzeug in der Lage sein, eine bestimmte Aufgabe vollautonom zu lösen. Ein Beispiel für eine solche Aufgabe wäre das Abfahren einer gut markierten Spur.

Das Praktikum ist als Gruppen-Projektarbeit über sechs Termine ausgelegt. Die gestellte Autonomieaufgabe soll mittels des am Institut verwendeten 4D-Ansatz gelöst werden. Dieser besteht im wesentlichen aus einer rekursiven Schätzung von Zustandsparametern durch ein sequentielles, erweitertes Kalman Filter (EKF), welcher auch verwendet wird, die erwarteten Messungen zu präzisieren. Daraus ergibt sich ein sequentieller Programmablauf aus Messung, Filterinnovation, Zustandsprädiktion und Fahrzeugregelung.

Im Folgenden werden nun die einzelnen Inhalte der sechs Termine erläutert:

Termin 1: Kennenlernen des Software-Rahmens (API), Homogene Koordinaten

Der Software-Rahmen ist eng gesteckt, um in der kurzen Zeit überhaupt ein komplettes Projekt abschließen zu können. Die Studenten haben die Aufgabe, nur die wesentlichen Teile des Filter-Prozesses auszufüllen. Ziel des ersten Termins ist es, den Programmablauf des Projektes zu verstehen, ohne dass eine konkrete Implementierung der Einzelaufgaben vorliegt. Zusätzlich werden durch homogene Koordinaten die Abbildungs-Geometrien der Kamera erläutert und erste Schritte in der C++-Programmierung unternommen.

Termin 2: Aufsetzen von Messfenstern

Als erster Schritt in der Bildverarbeitung werden Bildkanten-Messfenster auf einem synthetisch generierten Bildstrom aufgesetzt, z.B. das

Abfahren einer gekrümmten Fahrspur, erzeugt durch 3D-Computergrafik. Die dabei auftretenden Probleme, ein stabiles Tracking durchzuführen, sollen den Studenten bewusst werden. Ein Problem dabei besteht im sogenannten "Korrespondenzproblem", nämlich der Zuordnung gleicher Bildmerkmale unterschiedlicher Kamerabilder (räumlich oder zeitlich getrennt). Es gilt als eines der Hauptprobleme in der Bildverarbeitung.

Termin 3: Implementieren des 4D-Ansatzes

Termin 3 zeigt die Notwendigkeit von Modellannahmen zur Handhabung von Problemen wie dem Korrespondenzproblem. Hierzu wird der 4D-Ansatz verwendet. Beim Beispiel des Spurhaltens wird ein geometrisches Modell der Fahrspur verwendet (Klothoidenmodell), um geeignete Messmodelle von Bildkoordinaten zu Zustandsparametern (z.B. Fahrzeugablage) aufzustellen. Für die Prädiktion wird ein dynamisches Modell der Eigenbewegung verwendet, z.B. das Fahrzeug-Einspurmodell. Damit kann nun ein EKF formuliert werden, welcher eine Schätzung des augenblicklichen Zustandes liefert, sowie eine Prädiktion, um im darauf folgenden Bild die Messungen geeignet parametrieren zu können.

Termin 4: Auslegen eines P/PI/PID-Reglers

Ausgehend vom geschätzten Zustand des EKF, sollen die Studenten in diesem Termin Regler für die Fahrzeugführung entwerfen. Die Art des Reglers liegt im Ermessen der Studenten. Hauptsächlich soll die Querführung geregelt werden. Zu lösende Probleme sind: Fahrzeugidentifizierung als Regelstrecke, Einfluss von Abtastzeiten, Einfluss von unterschiedlichen Geschwindigkeiten und Ermittlung von Reglerparametern anhand von bekannten Verfahren.

Termin 5: Systemintegration

Dieser Termin hat die Herausforderung, alle Teilaufgaben zu einem funktionierenden Paket zusammenzuführen und zu optimieren.

Termin 6: Wettkampf

Im letzten Termin soll ein kleiner Wettkampf stattfinden. Das Abschneiden in diesem Wettkampf zählt dabei weniger zur Benotung als die gesamte Vorgehensweise während des Praktikums.

Zum Abschluss des Praktikums wird eine Ausarbeitung im Umfang von etwa 10 Seiten gefordert, in welcher die Studierenden ihre Vorgehensweise kurz beschreiben (ca. 2 Seiten/Termin).

Qualifikationsziele

Die Studenten haben

- einen geschlossenen Regelkreis implementiert,
- das Korrespondenzproblem in der Bildverarbeitung erkannt,
- Erfahrung bei der Anwendung eines Kalman Filters gesammelt,
- Erfahrung bei der Auslegung von Regelparametern gesammelt
- Erfahrung in der C++-Programmierung gesammelt,
- eine geschlossene Projektarbeit durchgeführt, in der Einzelaufgaben erfolgreich zusammenspielen.

Voraussetzungen	Notwendig sind gute Kenntnisse in Digitaler Regelungstechnik und Modernen Methoden der Regelungstechnik (vor allem Zustandsraumdarstellung und Zustandsregler). Vorausgesetzt werden ferner Kenntnisse, wie sie in den Modulen "Autonome Systeme" und "Filter- und Schätzverfahren" vermittelt werden.
Verwendbarkeit	Autonome, kognitive Systeme werden zukünftig immer stärker in unser Leben vordringen. Fahr- und Flugzeuge werden nicht nur im militärischen Bereich um Assistenzsysteme erweitert, die einen zunehmend autonomen Betrieb ermöglichen. Roboter, die ihre Umgebung wahrnehmen und sich in ihr situationsgerecht verhalten, werden nicht nur Soldaten zur Hand gehen, sondern auch in Fabriken sowie im häuslichen Umfeld schwere, monotone, gefährliche oder ermüdende Aufgaben übernehmen.
Leistungsnachweis	Benoteter Schein
Dauer und Häufigkeit	Das Modul dauert 1 Trimester, es findet im Wintertrimester des 2. Master-Studienjahres statt.

Modul 1180 Apparatives Praktikum Flugführungssysteme

zugeordnet zu: Wahlpflichtmodule Vertiefungsrichtung: Physikalisch-Technische Modellierung in der Anwendung auf Bauingenieurwesen (Module aus LRT und EIT)

Studiengang:	Mathematical Engineering	Modultyp:	Wahlpflicht
Workload gesamt (h):	150 Stunden	ECTS-Punkte:	5
-> Präsenzzeit (h):	48 Stunden	TWS:	4 Stunden
-> Selbststudium (h):	102 Stunden		

Modulbestandteile	11801	Apparatives Praktikum: Flugführungssysteme (Praktikum (PF) - 4 TWS)
-------------------	-------	--

Modulverantwortlicher	Prof. Dr.-Ing. Axel Schulte
-----------------------	-----------------------------

Inhalt

Die Studierenden erwerben im apparativen Praktikum „Flugführungssysteme“ praktische Kenntnisse und Fertigkeiten im Hinblick auf Auslegung, Beurteilung, Integration, Betrieb und Bedienung von Flugführungssystemen. Hierzu zählen im Einzelnen die folgenden Inhalte:

- Die Studierenden werden mit klassischen Flugführungssystemen im Flugsimulator vertraut gemacht. Hierzu zählen v.a. Anzeigeelemente wie die primäre Flugführungsanzeige und das Navigationsdisplay einschließlich HSI („Horizontal Situation Indicator“), konventionelle Bedienelemente einschließlich FCU („Flight Control Unit“), Autopilotenfunktionen und Einrichtungen zur Funknavigation.
- Die Studierenden lernen in Grundzügen die Durchführung eines Fluges gemäß IFR („Instrument Flight Rules“) unter Einsatz von klassischen Funknavigationshilfen (z.B. VOR, ILS). Dazu führen die Studierenden unter Anleitung selbstständig eine entsprechende Flugplanung durch und erfliegen dann diese Mission im Flugsimulator.
- Die Studierenden lernen Techniken zur Beurteilung von Systemen zur Cockpitautomation in der Praxis kennen und wenden diese im Rahmen von Flügen im Flugsimulator an. Hierzu zählen z.B. die Bestimmung der Beanspruchung des Piloten mittels Verfahren wie NASA-TLX („Task Load Index“) oder auch die Messung der Blickbewegungen des Piloten.
- Die Studierenden lernen moderne Konzepte zur Pilotenunterstützung in der praktischen Anwendung kennen. Hierzu zählen moderne Flugführungsanzeigen, wie 3D-Flugführungsanzeigen, Kartendisplays, wissensbasierte Assistenzsysteme, Spracherkennung, automatische Flugplanung.

Qualifikationsziele

- Die Studierenden verstehen die Anforderungen an Piloten am Arbeitsplatz Cockpit in Grundzügen.
- Die Studierenden verstehen die Bedienung wesentlicher Flugführungssysteme, wie primäre Flugsteuerung, Autopilot, Funknavigationsempfänger in Grundzügen.

- Die Studierenden erfahren in der Praxis mögliche Ursachen für erhöhte Beanspruchung des Piloten im Cockpit und können diese erklären und quantitativ im Simulator erfassen.
- Die Studierenden kennen exemplarisch Techniken zur Beurteilung von Mensch-Maschine-Schnittstellen im Cockpit, wie z.B. Beanspruchungsmessung, Blickbewegungsmessung.
- Die Studierenden kennen die Grundzüge von experimentellen Methoden im Zusammenhang mit Mensch-Maschine-Systemen.
- Die Studierenden sind sensibilisiert für Forschungsansätze bei der Gestaltung von Operateurarbeitsplätzen in der Luftfahrt.

Voraussetzungen

Kenntnisse in Flugführung und Navigation, Grundkenntnisse in Flugzeugautomation

Leistungsnachweis

Benoteter Schein

Dauer und Häufigkeit

Das Modul dauert ein Trimester, es findet im Wintertrimester des 2. Master-Studienjahres statt.

Modul 1181 Apparatives Praktikum Fluidodynamik

zugeordnet zu: Wahlpflichtmodule Vertiefungsrichtung: Physikalisch-Technische Modellierung in der Anwendung auf Bauingenieurwesen (Module aus LRT und EIT)

Studiengang:	Mathematical Engineering	Modultyp:	Wahlpflicht
Workload gesamt (h):	150 Stunden	ECTS-Punkte:	5
-> Präsenzzeit (h):	60 Stunden	TWS:	5 Stunden
-> Selbststudium (h):	90 Stunden		

Modulbestandteile	11811	Apparatives Praktikum: Fluidodynamik (Praktikum (PF) - 5 TWS)
-------------------	-------	--

Modulverantwortlicher	Prof. Dr. rer. nat. habil. Christian Kähler
-----------------------	---

Inhalt

Das Modul "Apparatives Praktikum Fluidodynamik" macht den Teilnehmern eine Reihe von Phänomenen der Strömungsmechanik erlebbar und die Anwendung typischer Messverfahren erfahrbar. Insgesamt etwa 8 Versuche aus der klassischen Windkanalmesstechnik sowie der berührungsfreien Laser-Messmethoden werden in kleinen Gruppen durchgeführt (die Liste kann durch neuere Entwicklungen variieren).

Die Themen lauten im Einzelnen:

- Windkanäle und Kanalqualifizierung
- Hitzdrahtmessung
- Zylinderumströmung
- Auftriebs- und Widerstandsbestimmung an einem Profil
- Versuche am Deltaflügel
- Schatten- und Schlierenmeßtechnik
- Particle Image Velocimetry
- Infrarotthermografie

- Qualifikationsziele**
- Die Studierenden sind mit dem Aufbau und der Funktionsweise strömungs- und aerodynamischer Versuchsanlagen vertraut.
 - Die Studierenden kennen die Funktionsweise einfacher Messverfahren der Fluidodynamik und sind vertraut mit der Arbeitsweise zur Untersuchung strömungsmechanischer Phänomene.
 - Die Studierenden wissen die Grenzen der Messtechniken zu beurteilen sowie Messfehler und Einflussgrößen zu berücksichtigen.
 - Die Studierenden kennen repräsentative Techniken der Datenerfassung, der Dokumentation, der Datenreduktion sowie der graphischen Präsentation, wie sie wesentliche Teile der Labortätigkeit sind.
 - Die Studierenden erhalten eine anschauliche Vorstellung von vielen strömungsmechanischen Phänomenen (Transition, Ablösung, Grenzschichten) und erlernen, den Gültigkeitsbereich der Theorien aus der Strömungsmechanik zu erfassen.

Voraussetzungen

Grundkenntnisse aus Physik und Messtechnik sowie die Vorlesung "Strömungsmechanik".

Verwendbarkeit

Das Praktikum rundet die vorangegangene strömungsmechanische Ausbildung insofern ab, als es die Brücke zur praktischen Anwendung der gelernten Theorien schlägt. Die Studierenden können dann diesen Brückenschlag in anderen Situationen oder in anderen Fächern selbst besser bewerkstelligen, da sie anhand von Beispielen den Zusammenhang von Theorie und Experiment erfahren.

Leistungsnachweis

Benoteter Schein

Literatur

- Eckelmann H.: Einführung in die Strömungsmesstechnik. Teubner, 1997.
 - Tropea C.; Yarin, A.L.; Foss, J.F.: Springer Handbook of Experimental Fluid Mechanics. Springer Verlag, 2007.
-

Dauer und Häufigkeit

Das Modul dauert 1 Trimester, es findet im Wintertrimester des 2. Master-Studienjahres statt.

Modul 1182 Apparatives Praktikum Leichtbau

zugeordnet zu: Wahlpflichtmodule Vertiefungsrichtung: Physikalisch-Technische Modellierung in der Anwendung auf Bauingenieurwesen (Module aus LRT und EIT)

Studiengang:	Mathematical Engineering	Modultyp:	Wahlpflicht
Workload gesamt (h):	150 Stunden	ECTS-Punkte:	5
-> Präsenzzeit (h):	60 Stunden	TWS:	5 Stunden
-> Selbststudium (h):	90 Stunden		

Modulbestandteile	11821	Apparatives Praktikum: Leichtbau (Praktikum (PF) - 5 TWS)
-------------------	-------	--

Modulverantwortlicher	Prof. Dr.-Ing. Helmut Rapp
-----------------------	----------------------------

Inhalt

Die Studierenden erwerben im apparativen Praktikum „Leichtbau“ praktische Kenntnisse und Fertigkeiten im Hinblick auf den Aufbau und die Durchführung von Strukturversuchen. Hierzu zählen im Einzelnen die folgenden Inhalte:

- Die Studierenden werden mit klassischen Messtechniken bei Strukturversuchen vertraut gemacht, dazu gehören insbesondere die Verwendung von Kraft- und Wegsensoren sowie der Einsatz von Dehnungsmessstreifen.
- Innerhalb der Strukturversuche werden ausgewählte Inhalte aus den Modulen „Leichtbaustrukturen“ und „Strukturmechanik“ experimentell vertieft, dies betrifft insbesondere die Bereiche „Stabilität von Tragwerken“, „Krafteinleitung in dünnwandige Strukturen“ und „Modalanalyse“.
- Die Studierenden lernen klassische und moderne Einrichtungen zur Experimentellen Strukturmechanik kennen. Durch den Vergleich von Theorie und Experiment lernen sie, den Anwendungsbereich der theoretischen Verfahren und die zu erwartenden Ergebnisse besser zu beurteilen.

Qualifikationsziele

- Die Studierenden können Strukturversuche selbstständig definieren, aufbauen und durchführen.
- Die Studierenden verstehen die Anwendung und die Bedienung der wesentlichen im Strukturversuch eingesetzten Messverfahren bzw. Messgeräte.
- Die Studierenden lernen mögliche Fehlerquellen im Strukturversuch kennen und können den Einfluss dieser Fehler auf das erwartete Ergebnis abschätzen.
- Die Studierenden sind sensibilisiert gegenüber Ergebnissen aus theoretischen und experimentellen Untersuchungen und wissen, mit eventuellen Diskrepanzen zwischen Theorie und Experiment umzugehen bzw. sie zu interpretieren.

Voraussetzungen

Kenntnisse, wie sie in den Modulen „Leichtbau“, „Leichtbaustrukturen“ und „Strukturdynamik“ (Berechnung dünnwandiger Strukturen, Krafteinleitung in und Stabilität von Leichtbaustrukturen, Modalanalyse) vermittelt werden.

Leistungsnachweis

Benoteter Schein

Dauer und Häufigkeit

Das Modul dauert ein Trimester, es findet im Wintertrimester des 2. Master-Studienjahres statt.

Modul 1184 Apparatives Praktikum Raumfahrttechnik

zugeordnet zu: Wahlpflichtmodule Vertiefungsrichtung: Physikalisch-Technische Modellierung in der Anwendung auf Bauingenieurwesen (Module aus LRT und EIT)

Studiengang:	Mathematical Engineering	Modultyp:	Pflicht
Workload gesamt (h):	150 Stunden	ECTS-Punkte:	5
-> Präsenzzeit (h):	60 Stunden	TWS:	5 Stunden
-> Selbststudium (h):	90 Stunden		

Modulbestandteile	11841	Apparatives Praktikum: Raumfahrttechnik (Praktikum (PF) - 5 TWS)
-------------------	-------	---

Modulverantwortlicher	Prof. Dr.-Ing. Roger Förstner
-----------------------	-------------------------------

Inhalt

Die Studierenden erwerben im apparativen Praktikum „Raumfahrttechnik“ praktische Kenntnisse und Fertigkeiten zur Lageregelung von Raketen, Telekommunikation, Erzeugung von elektrischer Energie in Satelliten, Planung von Satellitenmissionen, Analyse von Strahlungsbelastungen und Untersuchung von Strukturschwingungen. Hierzu zählen im Einzelnen die folgenden Inhalte:

- Lageregelung einer starren Rakete anhand eines Simulationsprogramms (MATLAB/SIMULINK). Es werden dazu Stabilitätsuntersuchungen durchgeführt sowie der Einfluss der Aufschaltwerte des Reglers und die Wirkung von Seitenwinden auf die Bewegung der Rakete studiert.
- Strahlungsanalyse und Thermalhaushalt von Satelliten. Dazu gehören Grundlagen der Vakuumtechnik.
- Missionsanalyse und Energieversorgung mittels Solarzellen für Satelliten.
- Untersuchung von Strukturschwingungen durch Vibrationstests mit sinusförmiger und rauschförmiger Anregung (Random).

- Qualifikationsziele**
- Die Studierenden können Versuche zur Lageregelung, Energieversorgung, Missionsplanung, Strahlungsanalyse, zu Strukturschwingungen und zum Thermalhaushalt selbstständig definieren, aufbauen und durchführen.
 - Die Studierenden verstehen die Anwendung und die Bedienung der unterschiedlichen in den Versuchen eingesetzten Messverfahren bzw. Messgeräte.
 - Die Studierenden lernen mögliche Fehlerquellen in den Versuchen kennen und können den Einfluss dieser Fehler auf das erwartete Ergebnis abschätzen.
 - Die Studierenden sind sensibilisiert gegenüber Ergebnissen aus theoretischen und experimentellen Untersuchungen und wissen, mit eventuellen Differenzen umzugehen bzw. sie zu interpretieren.

Voraussetzungen	Grundlegende physikalische Kenntnisse auf dem Gebiet der Mechanik, der Thermodynamik und Elektrizitätslehre sowie in der Raumfahrtssystemtechnik.
Verwendbarkeit	Besseres Verständnis der vermittelten Studieninhalte und gleichzeitig praktische Vertiefung der erworbenen theoretischen Erkenntnisse.
Leistungsnachweis	Benoteter Schein
Dauer und Häufigkeit	Das Modul dauert ein Trimester, es findet im Wintertrimester des 2. Master-Studienjahres statt.

Modul 1185 Apparatives Praktikum Regelungstechnik

zugeordnet zu: Wahlpflichtmodule Vertiefungsrichtung: Physikalisch-Technische Modellierung in der Anwendung auf Bauingenieurwesen (Module aus LRT und EIT)

Studiengang:	Mathematical Engineering	Modultyp:	Pflicht
Workload gesamt (h):	150 Stunden	ECTS-Punkte:	5
-> Präsenzzeit (h):	48 Stunden	TWS:	4 Stunden
-> Selbststudium (h):	102 Stunden		

Modulbestandteile	11851	Apparatives Praktikum: Regelungstechnik (Praktikum (PF) - 4 TWS)
-------------------	-------	---

Modulverantwortlicher	Prof. Dr.-Ing. habil. Ferdinand Svaricek
-----------------------	--

Inhalt

Die Studierenden erwerben im apparativen Praktikum "Regelungstechnik" praktische Kenntnisse und Fertigkeiten im Hinblick auf Modellierung, Analyse, Auslegung, Realisierung und Betrieb von technischen Regelungssystemen. Hierzu zählen im Einzelnen die folgenden Inhalte:

- Die Studierenden lösen selbstständig vorgegebene Regelungsaufgaben und erproben und bewerten die entworfenen Regler in der Simulation und an den Versuchsanlagen.
- Innerhalb der Versuche werden ausgewählte Inhalte aus den Modulen "Regelungstechnik" und "Moderne Methoden der Regelungstechnik" experimentell vertieft. Dies betrifft insbesondere die Bereiche "Modellbildung", "Systemanalyse", "Reglerentwurf" und die "Reglererprobung".
- Die Studierenden lernen moderne Verfahren zur Identifikation des dynamischen Verhaltens von technischen Systemen und zum rechnergestützten Entwurf von linearen und nichtlinearen Reglern kennen.
- Durch den Vergleich von Theorie, Simulation und Experiment lernen sie, den Anwendungsbereich der verschiedenen Verfahren und die zu erwartenden Ergebnisse besser einzuschätzen.

- Qualifikationsziele**
- Die Studierenden können gegebene Regelungsaufgaben mit Hilfe von Matlab/Simulink und den entsprechenden Toolboxen lösen und die gefundenen Regelgesetze experimentell validieren.
 - Die Studierenden verstehen die Methode des modellbasierten Reglerentwurfs und sind in der Lage die einzelnen notwendigen Teilaufgaben (experimentelle/theoretische Modellbildung, Systemanalyse, Reglerentwurf, Reglererprobung) selbstständig durchzuführen.
 - Die Studierenden lernen den Einfluß von Faktoren wie nichtlineares Verhalten der Regelstrecke, Stellgrößenbeschränkungen, Meßfehler und Totzeiten in den Versuchen kennen und können den Einfluß dieser Effekte auf das zu erwartende Ergebnis abschätzen.

- Die Studierenden sind sensibilisiert gegenüber Ergebnissen aus theoretischen und experimentellen Untersuchungen und wissen, mit eventuellen Differenzen umzugehen bzw. sie zu interpretieren.

Voraussetzungen

Vorausgesetzt werden Kenntnisse, wie sie in den Modulen "Regelungstechnik" und "Moderne Methoden der Regelungstechnik" vermittelt werden.

Verwendbarkeit

Besseres Verständnis der vermittelten Studieninhalte und gleichzeitig praktische Vertiefung der erworbenen theoretischen Erkenntnisse.

Leistungsnachweis

Benoteter Schein

Dauer und Häufigkeit

Das Modul dauert ein Trimester, es findet im Wintertrimester des 2. Master-Studienjahres statt.

Modul 1186 Apparatives Praktikum Satellitennavigation, Erdbeobachtung

zugeordnet zu: Wahlpflichtmodule Vertiefungsrichtung: Physikalisch-Technische Modellierung in der Anwendung auf Bauingenieurwesen (Module aus LRT und EIT)

Studiengang:	Mathematical Engineering	Modultyp:	Pflicht
Workload gesamt (h):	150 Stunden	ECTS-Punkte:	5
-> Präsenzzeit (h):	48 Stunden	TWS:	4 Stunden
-> Selbststudium (h):	102 Stunden		

Modulbestandteile	11861	Erdbeobachtung (Praktikum (PF) - 2 TWS)
	11862	Satellitennavigation (Praktikum (PF) - 2 TWS)

Modulverantwortlicher Prof. Dr.-Ing. Bernd Eissfeller

Inhalt SATELLITENNAVIGATION (Positionsbestimmung mit GNSS und INS)

- Standard-Positionierung: Die Studierenden führen in Versuchen Einzelstationspositionierungen mit Pseudo-Streckenmessungen zu GPS und/oder GALILEO Satelliten (je nach Verfügbarkeit) durch. Die Vorbereitung und Durchführung dieser experimentellen GNSS Messungen erfolgt auf dem Gelände der UniBwM. Die Studierenden führen eine selbständige Auswertung des Datenmaterials durch.
- Differentielle GNSS-Positionierung: Mit dem Ziel einer auf den Zentimeter genauen Positionsbestimmung planen die Studierenden einen geeigneten Messaufbau, führen die zugehörigen differentiellen Messungen unter Nutzung mindestens einer Referenzstation durch und werten ihre Messdaten mit einer geeigneten (zur Verfügung gestellten) wissenschaftlichen Auswertesoftware aus. Die Planung schließt eine Erfassung möglicher Sichthindernisse ("Elevationsmaske") ein.
- Inertiale Navigation: Das komplementäre Fehlverhalten von inertialen Sensoren im Vergleich zur Satellitennavigation erfahren die Studierenden in einem experimentellen Aufbau unter Nutzung von low-cost sowie präzisen inertialen Messeinheiten. Dabei erfolgt eine selbständige Aufzeichnung und Prüfung des Driftverhaltens, der Temperatursensitivität, eine ad-hoc Bestimmung der Kreisel-Biasse und eine approximative Durchführung der Plattformausrichtung ("initial alignment, gyro compassing"). Die kombinierte Nutzung von GPS und INS (Sensor-Fusion) mit Hilfe eines integrierten Navigationssystems schließt diesen Praktikumsabschnitt ab.

ERDBEOBACHTUNG

- Fernerkundungsexperiment: Die Studierenden planen eine Gebiets- oder Objektaufnahme, führen eine Bildakquisition durch (vorbehaltlich technischer und finanzieller Realisierbarkeit; alternativ werden entsprechende Bilddaten bereitgestellt) und werten die gewonnenen Bilddaten aus. In diesem Zusammenhang erfolgt zunächst die

Herstellung eines Zusammenhangs zwischen Bild- und Weltkoordinaten (Geo-Referenzierung). Anschließend werden die Bilddaten in geeigneter Weise gefiltert und für die Merkmalsextraktion vorbereitet. Die Vektorisierung eines Gebietsausschnittes rundet diesen Praktikumsabschnitt ab.

- Radar- und Lasermethoden: Die Studierenden führen in diesem Abschnitt praktische Auswertungen von SAR-Bildern durch. Dies umfasst die Berechnung von Leistungsbudgets mit Hilfe der Radargleichung, die Analyse von SAR-Bildern hoher Auflösung und Bestimmung von SAR-spezifischen Effekten, das Prozessieren von SAR-Rohdaten und die Optimierung der Bildqualität, die Erstellung von Höhenmodellen und Bestimmung der Objekthöhen, die Unterdrückung des Speckle-Rauschens in SAR-Bildern und Extraktion von Kanten zur Verfolgung von Konturen, die genaue Koregistrierung von SAR-Bildern mit multisensoriellem Bildmaterial sowie die Erstellung eines Katalogs von charakteristischen Signaturen für unterschiedliche Zielklassen, z. B. Flughäfen, Seehäfen, Verkehrswege, Brücken, etc..

Qualifikationsziele

Die Studierenden müssen sich im Rahmen dieses Praktikums selbstständig mit bestimmten Aufgaben auseinandersetzen und erwerben damit vertiefende Detailkenntnisse aus den angeschnittenen Themenbereichen. Die Praktika sind in den meisten Fällen sorgfältig zu planen, um eine ordnungsgemäße Durchführung gewährleisten zu können. Es schließt sich eine intensive Aufbereitung bzw. Auswertung der Messungen bzw. des zur Verfügung gestellten Datenmaterials an. Neben dem Erwerb vertiefender fachlicher Qualifikationen und Kenntnisse ist die selbstständige Organisation zur fachgerechten Problemlösung hervorzuheben.

Voraussetzungen

Kenntnisse aus der Mathematik, der Experimentalphysik und der Messtechnik.

Verwendbarkeit

Wesentliche Ergänzung zu den gehörten Vorlesungen in Satellitennavigation, Erdbeobachtung und Telekommunikation, die zu vertieften Kenntnissen in den Fachgebieten führt. Das Praktikum ist auf die Vorlesungsinhalte abgestimmt und behandelt insbes. Verfahren der Satellitennavigation, der allgemeinen Navigation (Inertialnavigation u.a.) und der Erdbeobachtung/Fernerkundung. Die erarbeiteten Kenntnisse sind gleichermaßen für zivile und militärische Anwendungen verwendbar.

Leistungsnachweis

Benoteter Schein

Dauer und Häufigkeit

Das Modul dauert 1 Trimester, es findet im Wintertrimester des 2. Master-Studienjahres statt.

Modul 1187 Apparatives Praktikum Thermodynamik

zugeordnet zu: Wahlpflichtmodule Vertiefungsrichtung: Physikalisch-Technische Modellierung in der Anwendung auf Bauingenieurwesen (Module aus LRT und EIT)

Studiengang:	Mathematical Engineering	Modultyp:	Pflicht
Workload gesamt (h):	150 Stunden	ECTS-Punkte:	5
-> Präsenzzeit (h):	60 Stunden	TWS:	5 Stunden
-> Selbststudium (h):	90 Stunden		

Modulbestandteile 11871 Apparatives Praktikum: Thermodynamik (Praktikum (PF) - 5 TWS)

Modulverantwortlicher Prof. Dr.-Ing. Christian Mundt

Inhalt

Die Studierenden erwerben im apparativen Praktikum "Thermodynamik" praktische Kenntnisse und Fertigkeiten im Hinblick auf den Aufbau und die Durchführung von Messungen an thermodynamischen Systemen. Hierzu zählen beispielsweise die folgenden Inhalte:

- Die Studierenden erhalten eine grundlegende Einführung in die Thermometrie, dazu gehört insbesondere die Verwendung von Thermoelementen und Widerstandsthermometern.
- Die Studierenden werden mit den Grundlagen der Thermographie bekannt gemacht unter Verwendung einer Infrarotkamera.
- Die Studierenden erwerben umfassende Kenntnisse in der Erfassung von Geschwindigkeits- und Temperaturfluktuationen hoch aufgelöst mittels der Hitzdrahtanemometrie.
- Je nach Option lernen die Studierenden in exemplarischer Weise komplexe Messsysteme kennen, wie die Erfassung der spektralen Infrarotstrahlung von Oberflächen, die Schlierenmesstechnik zur Abbildung von Dichteschwankungen, die Laser-Raman-Spektroskopie als berührungslose Temperaturmesstechnik.
- Das erworbene Wissen wird vertieft anhand weiterer (aero)thermodynamischer Apparaturen, die sich auf Fragestellungen wie die Energieumwandlung und dem Energietransport in Hochgeschwindigkeitsströmungen beziehen.

Qualifikationsziele

- Die Studierenden erwerben die Kompetenz, Messdaten z.B. zur Ermittlung der Temperatur qualitativ wie auch quantitativ zu bewerten.
- Die Studierenden lernen die diversen Fehlerquellen bei der Messdatenerfassung kennen und können den Einfluss dieser Fehler auf das erwartete Ergebnis abschätzen.
- Die Studierenden verstehen die Anwendung und die Bedienung der eingesetzten Messverfahren bzw. Messgeräte.
- Die Studierenden sind sensibilisiert gegenüber Ergebnissen aus theoretischen und experimentellen Untersuchungen und wissen, mit eventuellen Differenzen umzugehen bzw. sie zu interpretieren.

Voraussetzungen	Vorausgesetzt werden Kenntnisse, wie sie in den Modulen "Aerothermodynamik" und "Wärme- und Stofftransport" vermittelt werden.
Verwendbarkeit	Besseres Verständnis der vermittelten Studieninhalte und gleichzeitig praktische Vertiefung der erworbenen theoretischen Erkenntnisse.
Leistungsnachweis	Benoteter Schein
Dauer und Häufigkeit	Das Modul dauert ein Trimester, es findet im Wintertrimester des 2. Master-Studienjahres statt.

Modul 1282 Ausgewählte Kapitel der Sensorik und Messtechnik

zugeordnet zu: Wahlpflichtmodule Vertiefungsrichtung: Physikalisch-Technische Modellierung in der Anwendung auf Bauingenieurwesen (Module aus LRT und EIT)

Studiengang:	Mathematical Engineering	Modultyp:	Wahlpflicht
Workload gesamt (h):	150 Stunden	ECTS-Punkte:	5
-> Präsenzzeit (h):	60 Stunden	TWS:	5 Stunden
-> Selbststudium (h):	90 Stunden		

Modulbestandteile	12821	Ausgewählte Kapitel der Sensorik und Messtechnik (Seminar (WP) - 5 TWS)
-------------------	-------	---

Modulverantwortlicher	Prof. Dr. techn. Christian Kargel
-----------------------	-----------------------------------

Inhalt	<p>Das Seminar „Ausgewählte Kapitel der Sensorik und Messtechnik“ vertieft praxisnah das Verständnis für bestimmte Themengebiete der Sensorik und Messtechnik. Der Hauptfokus liegt dabei auf der Anwendung von Standardsoftwarepaketen wie MATLAB, LabVIEW, SigmaPlot, MultiSim, etc. zur Lösung von praktischen Aufgaben bzw. der Bearbeitung von Kleinprojekten. Die Erfahrungen und gewonnenen Kenntnisse können auch im Rahmen von anderen Lehrveranstaltungen wie z.B. „Sensorik und Messtechnik, Praktikum“ und „Digitale Bildverarbeitung, Praktikum“ sowie der eigenen studentischen Abschlussarbeit nutzbringend eingesetzt werden.</p>
--------	---

- | | |
|---------------------|---|
| Qualifikationsziele | <ul style="list-style-type: none"> • Die Studierenden haben die in anderen Modulen erworbenen Kenntnisse vertieft sowie auf bestimmte sensorische und messtechnische Aufgabenstellungen praktisch angewandt. • Die Studierenden haben vertiefte Fertigkeiten bei der problemorientierten Auswahl von und dem praktischen Umgang mit Standardsoftwarepaketen in den Bereichen Sensorik und Messtechnik. • Die Studierenden haben ihre Kenntnisse und Fertigkeiten im praktischen Umgang mit Standardsoftwarepaketen verbessert und können bestimmte Aufgabenstellungen zielgerichtet lösen. • Die Studierenden sind in der Lage, bestimmte sensorische und messtechnische Problemstellungen zu analysieren und mithilfe von ingenieurwissenschaftlichem Denken und Handeln zu lösen. • Die Studierenden haben Techniken zur Aufarbeitung von wissenschaftlich-technischen Fachthemen erworben und angewandt Diese Fähigkeiten können z.B. im Rahmen von studentischen Abschlussarbeiten nutzbringend eingesetzt werden. |
|---------------------|---|

Voraussetzungen	<ul style="list-style-type: none">• Kenntnisse der Elektrotechnik, Messtechnik, Mathematik und Physik.• Empfohlen wird die erfolgreiche Bewältigung des Moduls „Sensorik und Messtechnik“.
Verwendbarkeit	<ul style="list-style-type: none">• Wahlpflichtmodul für alle Studien- und Vertiefungsrichtungen• Das Modul steht in thematischem Zusammenhang mit den Pflichtmodulen<ul style="list-style-type: none">o Sensorik und Messtechnik,o Digitale Bildverarbeitung <p>sowie mit den Wahlpflichtfächern</p> <ul style="list-style-type: none">o Simulationswerkzeuge in der Sensorik und Messtechniko Sensorik und Messtechnik, Praktikumo Multisensorsysteme und Sensornetze
Leistungsnachweis	<ul style="list-style-type: none">• Die Benotung erfolgt anhand der erarbeiteten Lösungen und der eigenen Präsentation. Die Mitarbeit und Involvierung bei den Fachdiskussionen im Rahmen des Oberseminars fließt ebenfalls in die Benotung ein.
Literatur	Je nach Aufgabenstellung unterschiedlich. Wird individuell bekannt gegeben.
Dauer und Häufigkeit	Das Modul dauert ein Trimester. Das Modul wird im Herbsttrimester und/oder Frühjahrstrimester angeboten. Als Startzeitpunkt ist das Herbsttrimester im 1. Studienjahr vorgesehen.

Modul 1229 Auslandspraktikum I

zugeordnet zu: Wahlpflichtmodule Vertiefungsrichtung: Physikalisch-Technische Modellierung in der Anwendung auf Bauingenieurwesen (Module aus LRT und EIT)

Studiengang:	Mathematical Engineering	Modultyp:	Wahlpflicht
Workload gesamt (h):	150 Stunden	ECTS-Punkte:	5
-> Präsenzzeit (h):	100 Stunden	TWS:	5 Stunden
-> Selbststudium (h):	50 Stunden		

Modulverantwortlicher Prof. Dr.-Ing. Dieter Gerling

Inhalt

Im Auslandspraktikum soll eine Aufgabe aus einem begrenzten Problembereich unter Anleitung weitgehend selbständig mit bekannten Methoden bearbeitet werden. Im Auslandspraktikum sind die erzielten Ergebnisse systematisch zu entwickeln und zu erläutern. Es wird in der Regel individuell und weitgehend eigenständig durch die Studierenden bearbeitet, kann aber je nach Thema auch in Gruppen von bis zu drei Studierenden bearbeitet werden.

Qualifikationsziele

Die Studierenden können eine Aufgabe in einer fremden Umgebung weitgehend selbständig bearbeiten. Sie haben Erfahrung in der Entwicklung von Lösungsstrategien und in der Dokumentation ihres Vorgehens. Sie haben in einem speziellen Arbeitsgebiet der Elektrotechnik und Informationstechnik bzw. Mathematical Engineering internationale praktische Erfahrung gesammelt.

Arbeitsaufwand

Das Wahlpflichtmodul "Auslandspraktikum I" dauert 4 Wochen à 25 Wochenstunden. Die Vor- und Nachbereitungszeit umfasst 2 Wochen mit jeweils 25 Wochenstunden.

Voraussetzungen

Vorausgesetzt werden die allgemeinen Kenntnisse aus einem Bachelor-Studium im Bereich der „Elektrotechnik und Informationstechnik“ oder „Mathematical Engineering“ und ausreichende Sprachkenntnisse für das entsprechende Land.

Verwendbarkeit

Wahlpflichtmodul für alle Vertiefungsrichtungen des M.Sc.-Studiengangs "Elektrotechnik und Informationstechnik" und Wahlpflichtmodul für alle Vertiefungsrichtungen des M.Sc.-Studiengangs "Mathematical Engineering"

Leistungsnachweis

Es ist eine schriftliche Ausarbeitung zu erstellen und diese ist im Rahmen eines Kolloquiums zu präsentieren. Die Präsentation findet als Vortrag von ca. 15-20 Minuten Dauer statt. Die Präsentation wird benotet und geht mit 1/5 (entsprechend 1 Leistungspunkt) in die Modulnote ein.

Sonstige Bemerkungen

Es besteht **kein** Finanzierungsanspruch für einen Auslandsaufenthalt gegenüber einer Professur, Fakultät oder der Universität.

Literatur

keine

Dauer und Häufigkeit

Das Modul dauert 1 Trimester.
Das Modul beginnt jedes Studienjahr jeweils im Frühjahrstrimester.
Als Startzeitpunkt ist das Frühjahrstrimester im 1. Studienjahr vorgesehen.

Modul 1230 Auslandspraktikum II

zugeordnet zu: Wahlpflichtmodule Vertiefungsrichtung: Physikalisch-Technische Modellierung in der Anwendung auf Bauingenieurwesen (Module aus LRT und EIT)

Studiengang:	Mathematical Engineering	Modultyp:	Wahlpflicht
Workload gesamt (h):	150 Stunden	ECTS-Punkte:	5
-> Präsenzzeit (h):	100 Stunden	TWS:	5 Stunden
-> Selbststudium (h):	50 Stunden		

Modulbestandteile

Modulverantwortlicher Prof. Dr.-Ing. Dieter Gerling

Inhalt Im Auslandspraktikum soll eine Aufgabe aus einem begrenzten Problemkreis unter Anleitung weitgehend selbständig mit bekannten Methoden bearbeitet werden. Im Auslandspraktikum sind die erzielten Ergebnisse systematisch zu entwickeln und zu erläutern. Es wird in der Regel individuell und weitgehend eigenständig durch die Studierenden bearbeitet, kann aber je nach Thema auch in Gruppen von bis zu drei Studierenden bearbeitet werden.

Qualifikationsziele Die Studierenden können eine Aufgabe in einer fremden Umgebung weitgehend selbständig bearbeiten. Sie haben Erfahrung in der Entwicklung von Lösungsstrategien und in der Dokumentation ihres Vorgehens. Sie haben in einem speziellen Arbeitsgebiet der Elektrotechnik und Informationstechnik bzw. Mathematical Engineering internationale praktische Erfahrung gesammelt.

Arbeitsaufwand Das Wahlpflichtmodul "Auslandspraktikum II" dauert 4 Wochen à 25 Wochenstunden. Die Vor- und Nachbereitungszeit umfasst 2 Wochen mit jeweils 25 Wochenstunden.

Voraussetzungen Vorausgesetzt werden die allgemeinen Kenntnisse aus einem Bachelor-Studium im Bereich der „Elektrotechnik und Informationstechnik“ oder „Mathematical Engineering“ und ausreichende Sprachkenntnisse für das entsprechende Land.

Verwendbarkeit Wahlpflichtmodul für alle Vertiefungsrichtungen des M.Sc.-Studiengangs "Elektrotechnik und Informationstechnik" und Wahlpflichtmodul für alle Vertiefungsrichtungen des M.Sc.-Studiengangs "Mathematical Engineering".

Leistungsnachweis

Es ist eine schriftliche Ausarbeitung zu erstellen und diese ist im Rahmen eines Kolloquiums zu präsentieren. Die Präsentation findet als Vortrag von ca. 15-20 Minuten Dauer statt. Die Präsentation wird benotet und geht mit 1/5 (entsprechend 1 Leistungspunkt) in die Modulnote ein.

Sonstige Bemerkungen

Es besteht **kein** Finanzierungsanspruch für einen Auslandsaufenthalt gegenüber einer Professur, Fakultät oder der Universität.

Literatur

keine

Dauer und Häufigkeit

Das Modul dauert 1 Trimester.
Das Modul beginnt jedes Studienjahr jeweils im Frühjahrstrimester.
Als Startzeitpunkt ist das Frühjahrstrimester im 1. Studienjahr vorgesehen.

Modul 1241 Automatisierungstechnik

zugeordnet zu: Wahlpflichtmodule Vertiefungsrichtung: Physikalisch-Technische Modellierung in der Anwendung auf Bauingenieurwesen (Module aus LRT und EIT)

Studiengang:	Mathematical Engineering	Modultyp:	Pflicht
Workload gesamt (h):	150 Stunden	ECTS-Punkte:	5
-> Präsenzzeit (h):	60 Stunden	TWS:	5 Stunden
-> Selbststudium (h):	90 Stunden		

Modulbestandteile	12411	Automatisierungstechnik (Vorlesung (PF) - 4 TWS)
	12412	Automatisierungstechnik (Übung (PF) - 1 TWS)

Modulverantwortlicher Prof. Dr. rer. nat. habil. Claus Hillermeier

Inhalt

a) Thema „Modellbasierte Fehlerdiagnose“:

- Diagnose von Fehlern in Regelstrecken mit Hilfe eines Modells der Strecke
- Sensorüberwachung auf Basis von Beobachtern

b) Thema „Digitale Regelkreise“:

- Gerätetechnische Implementierung von Regelungen in Form von digitalen Regelkreisen
- Abgetastete Regelstrecken als zeitdiskrete Systeme; Modellierung zeitdiskreter Systeme im Zeitbereich und im Frequenzbereich; Bestimmung ihres Eingangs- Ausgangs-Verhaltens
- Eigenschaften zeitdiskreter Systeme wie Stabilität, Steuerbarkeit und Beobachtbarkeit
- Umsetzung eines Reglers, der anhand eines zeitkontinuierlichen Modells der Regelstrecke entworfen wurde, in ein Programm, das auf einem Mikrocontroller abläuft; Analyse des entstehenden Regelkreises
- Methodenspektrum zum Entwurf digitaler Regelungen auf Basis eines zeitdiskreten Streckenmodells

c) Thema „Modellierung, Analyse und Steuerung ereignisgetriebener Systeme“:

- Ereignisdiskrete Systeme als Modelle von technischen Prozessen (in Rechenanlagen, Fertigungsanlagen etc.) und Transportvorgängen
- Die Automatisierung von Fertigungsprozessen, Gebäuden, Fahrzeugen etc. wird als Aufgabe formuliert, durch Steuerungsmechanismen geeignete Ereignisfolgen herbeizuführen
- Modellierung von Prozessen, die automatisiert werden sollen, mit Hilfe von deterministischen Automaten und Petrinetzen, die jeweils mit Eingang und Ausgang versehen sind
- Werkzeuge für die Analyse des Verhaltens ereignisdiskreter Systeme (bzw. Steuerstrecken), vor allem im Hinblick auf Lebendigkeit (d.h. die Vermeidung von deadlocks) und Sicherheit
- Entwurf von Steuerungen ereignisdiskreter Systeme auf Basis von Automaten- und Petrinetz-Modellen; hierbei besondere Berücksichtigung von Sicherheitsanforderungen

Qualifikationsziele

a) Thema „Modellbasierte Fehlerdiagnose“:

- Die Studierenden können einfache Diagnosesysteme auf Basis von Beobachtern entwerfen. Sie verstehen, wie redundante Sensoren zur gegenseitigen Überwachung eingesetzt werden können.

b) Thema „Digitale Regelkreise“:

- Die Studierenden verstehen, wie Regelungen mit Hilfe moderner Gerätetechnik in Form von digitalen Regelkreisen realisiert werden.
- Die Studierenden können das dynamische Verhalten zeitdiskreter Systeme auf verschiedene Arten modellieren: Als Eingangs- Ausgangsmodell und als Zustandsraummodell im Zeitbereich sowie als Eingangs- Ausgangsmodell im Frequenzbereich.
- Die Studierenden verstehen die dynamischen Eigenschaften zeitdiskreter Systeme in Analogie zu zeitkontinuierlichen Systemen.
- Die Studierenden können ein Regelgesetz, das anhand eines zeitkontinuierlichen Streckenmodells entworfen wurde, auf einem Microcontroller umsetzen und den Einfluss der Abtastung auf die Regelgüte abschätzen.
- Die Studierenden sind in der Lage, mit an die Anwendung angepassten Methoden einen digitalen Regelkreis zu entwerfen und sein Verhalten zu analysieren.

c) Thema „Modellierung, Analyse und Steuerung ereignisgetriebener Systeme“:

- Die Studierenden sind in der Lage, technische Abläufe als ereignisdiskrete Systeme zu interpretieren und geeignet zu modellieren.
- Die Studierenden verstehen, inwiefern Prozessautomatisierung auf höheren Ebenen die Aufgabe der Steuerung ereignisdiskreter Systeme beinhaltet.
- Die Studierenden können das dynamische Verhalten ereignisdiskreter Systeme mittels geeigneter Analysemethoden untersuchen; insbesondere sind sie in der Lage, die Lebendigkeit (d.h. Deadlock-Freiheit) und Sicherheit solcher Systeme nachzuweisen.
- Die Studierenden beherrschen verschiedene Methoden, um Steuerungen bzw. Regelungen für ereignisdiskrete Systeme (d.h. für Vorgänge, die es zu automatisieren gilt) zu entwerfen. Besonderes Augenmerk liegt dabei auf Steuerungen, die die Einhaltung von Lebendigkeits- und Sicherheitsanforderungen gewährleisten.

Voraussetzungen

Vorausgesetzt wird die erfolgreiche Bewältigung der Module „Mathematik A“, „Mathematik B“, „Mathematik C“ und „Regelungstechnik“. Bei ME-Studierenden werden die mathematischen Grundmodule sowie das Modul „Systemtheorie“ vorausgesetzt.

Verwendbarkeit

- Pflichtmodul für EIT-Vertiefungsrichtung „Energietechnische Systeme“

- Pflichtmodul für die Vertiefungsrichtung ME-Mechatronik des Studiengangs Mathematical Engineering (M.Sc.)
- Wahlpflichtmodul für die EIT-Vertiefungsrichtungen „Kommunikationstechnik“ und „Sicherheitstechnik“
- Wahlpflichtmodul für die Vertiefungsrichtungen ME-EET, ME-VSK und ME-PTM des Studiengangs Mathematical Engineering (M.Sc.)

Leistungsnachweis

Schriftliche Prüfung von 90 min Dauer (sP-90) oder mündliche Prüfung von 30 min Dauer (mP-30) am Ende des Wintertrimesters. Wiederholungsmöglichkeit am Ende des Frühjahrstrimesters. Die genaue Art der Prüfung wird zu Beginn der Lehrveranstaltung bekannt gegeben.

Literatur

J. Lunze: Automatisierungstechnik, Oldenbourg Verlag, 2008 (begleitend)

M. Horn, N. Dourdourmas: Regelungstechnik, Pearson Studium Verlag, 2004 (begleitend)

J. Lunze: Regelungstechnik 2, Springer Verlag, 2008 (begleitend)

J. Moody, P. Antsaklis: Supervisory Control of Discrete Event Systems Using Petri Nets,

Kluwer Academic Publishers, 1998 (weiterführend)

Dauer und Häufigkeit

Das Modul dauert ein Trimester.

Das Modul beginnt jedes Studienjahr jeweils im Wintertrimester.

Als Startzeitpunkt ist das Wintertrimester im 1. Studienjahr vorgesehen.

Modul 1050 Autonome Systeme

zugeordnet zu: Wahlpflichtmodule Vertiefungsrichtung: Physikalisch-Technische Modellierung in der Anwendung auf Bauingenieurwesen (Module aus LRT und EIT)

Studiengang:	Mathematical Engineering	Modultyp:	Pflicht
Workload gesamt (h):	150 Stunden	ECTS-Punkte:	5
-> Präsenzzeit (h):	48 Stunden	TWS:	4 Stunden
-> Selbststudium (h):	102 Stunden		

Modulbestandteile	10501	Autonome Systeme (Vorlesung, Übung (PF) - 4 TWS)
-------------------	-------	---

Modulverantwortlicher	Prof. Dr.-Ing. Hans-Joachim Wünsche
-----------------------	-------------------------------------

Inhalt

Die Studierenden erwerben im Modul Autonome Systeme einen detaillierten Einblick in den Aufbau eines autonomen Systems am Beispiel eines sich durch visuelle Information in seiner Umgebung autonom bewegenden Roboter-Fahrzeugs. Was ist der Unterschied zwischen einem geregelten System und einem (teil-)autonomen, kognitiven System? Warum sind Roboter heute noch "blind" und "dumm", was bedeutet Kognition für technische Systeme und was sind die wesentlichen technischen Herausforderungen?

Ausgehend von einem Überblick über die Entwicklung und den derzeitigen Stand autonomer kognitiver Systeme werden die folgenden Themenkreise behandelt:

- 1) Weltmodelle und Koordinatensysteme. Die Fähigkeit zur Bewegung als Bestandteil kognitiver Systeme. Dynamische Modelle der zugrundeliegenden Bewegungen, Steuergrößen, einfache Bewegungsfähigkeiten.
- 2) Perzeption: Wahrnehmung der Umgebung durch maschinelles Echtzeit-Sehen. Verfahren zur Extraktion von Merkmalen aus den Bildern einer Videokamera. Wahrnehmung mittels moderner 360° Laserscanner.
- 3) Dynamische Szenen aufgrund eigener und fremder Bewegungen. Rekursive Zustandschätzer als Grundlage des 4D-Ansatzes zur modellgestützten Interpretation dynamischer Szenen.
- 4) Wahrnehmung der Strasse und des Relativzustands des eigenen Fahrzeugs relativ zur Strasse. Fahrzeugführung entlang von Strassen. Anwendung Spurverlassens und Spurhalteassistent.
- 5) Objekterkennung. Aggregation von Merkmalen zu Objekthypothesen. Methoden zur Modellierung von Objekten. Aufstellung von (adaptiven) Formmodellen ruhender Objekte und zusätzlicher Bewegungsmodelle beobachteter, sich bewegender Objekte der Szene (wie z.B. anderer Fahrzeuge). Anwendung Staufahrassistent.
- 6) Situationsanalyse und Verhaltensentscheidung. Aggregation von Objekten zu Situationen. Was sind Manöver und Missionen. Generieren situations- und missionsgerechter Verhaltensentscheidungen. Zustandsautomaten zur Verhaltensentscheidung. Überholvorgänge und Abbiegen auf Querstrassen als einfache Ausprägungen Si-

tuationsgerechten Verhaltens. Sakkaden zur aktiven Steuerung der Blickrichtung, relevante Objekte.

Qualifikationsziele	<p>Die Studierenden</p> <ol style="list-style-type: none">1) wissen aus welchen wesentlichen Elementen ein autonomes System besteht und wie sich dieses von normalen (fern-)gesteuerten oder geregelten Systemen unterscheidet.2) verstehen die wesentlichen Schwierigkeiten beim Aufbau autonomer Systeme, und3) können die erlernten Kenntnisse im parallel stattfindenden Praktikum "Autonome Systeme" beim Aufbau eines autonomen Modell-Fahrzeugs anwenden: eine einfache "Fahrbahn" wird über eine ins Fahrzeug eingebaute Kamera ausgewertet. Im Wettbewerb optimieren Studenten-Teams ihre entwickelten Zustandsschätzer und -Regler zur Erzielung optimaler Rundenzeiten.
Voraussetzungen	<p>Notwendig sind gute Kenntnisse in Digitaler Regelungstechnik und Modernen Methoden der Regelungstechnik (vor allem Zustandsraumdarstellung und Zustandsregler). Vorausgesetzt werden ferner die im Modul „Sensortechnik“ vermittelten Kenntnisse sowie die des Moduls „Filter- und Schätzverfahren“. Sinnvoll ist die Kenntnis der im Modul „Prozessrechentchnik“ vermittelten Inhalte.</p>
Verwendbarkeit	<p>Autonome, kognitive Systeme werden zukünftig immer stärker in unser Leben vordringen. Fahr- und Flugzeuge werden nicht nur im militärischen Bereich um Assistenzsysteme erweitert, die einen zunehmend autonomen Betrieb ermöglichen. Roboter, die ihre Umgebung wahrnehmen und sich in ihr situationsgerecht verhalten, werden nicht nur Soldaten zur Hand gehen, sondern auch in Fabriken sowie im häuslichen Umfeld schwere, monotone, gefährliche oder ermüdende Aufgaben übernehmen.</p>
Leistungsnachweis	<p>Schriftliche Prüfung 75 Minuten oder mündliche Prüfung 30 Minuten</p>
Sonstige Bemerkungen	<p>Dieses Modul kann auch als Munich-Aerospace-Partnermodul belegt werden.</p> <p>Zuordnung zu den Studienschwerpunkten siehe Tabelle am Anfang des Dokumentes.</p>
Dauer und Häufigkeit	<p>Das Modul dauert 1 Trimester, es findet im Wintertrimester des 2. Master-Studienjahres statt.</p>

Modul 1353 Betriebsfestigkeit

zugeordnet zu: Wahlpflichtmodule Vertiefungsrichtung: Physikalisch-Technische Modellierung in der Anwendung auf Bauingenieurwesen (Module aus LRT und EIT)

Studiengang:	Mathematical Engineering	Modultyp:	Wahlpflicht
Workload gesamt (h):	90 Stunden	ECTS-Punkte:	3
-> Präsenzzeit (h):	36 Stunden	TWS:	3 Stunden
-> Selbststudium (h):	54 Stunden		

Modulbestandteile	13531	Betriebsfestigkeit (Vorlesung (PF) - 2 TWS)
	13532	Betriebsfestigkeit (Übung (PF) - 1 TWS)

Modulverantwortlicher Prof. Dr.-Ing. habil. Hans-Joachim Gudladt

Inhalt

In diesem Modul erhalten die Studierenden eine Übersicht über experimentelle und rechnerische Methoden zur Bestimmung des Schädigungsverhaltens von Strukturwerkstoffen, die einer betriebsnahen Beanspruchung ausgesetzt waren.

Den Studenten wird eine Übersicht über das grundsätzliche Schädigungsverhalten von Strukturwerkstoffen der Luft- und Raumfahrt vermittelt. Dabei werden sogenannte Lastkollektive generiert, die eine betriebsnahe Beanspruchung simulieren, der das Bauteil ausgesetzt ist. Die Lastkollektive werden in Bezug auf ihren Schädigungsgrad quantifiziert. In vielen Fällen wird als Schädigungsgröße der Schwingungsriss im Material charakterisiert. Mit Hilfe geeigneter Detektionsverfahren werden diese Risse im Bauteil erkannt und ihre weitere Entwicklung beobachtet. Geeignete, z. T. lineare Schadensakkumulationsverfahren (Palmgren/Miner) ermöglichen es, das Schädigungsverhalten rechnerisch zu erfassen und entsprechende Restlebensdauer-Werte zu bestimmen. Mit Hilfe des „örtlichen Konzeptes“ und unter Verwendung des „Spannungsintegral-Konzeptes“ lassen sich letztendlich Lebensdauervorhersagen für beliebige Bauteilgeometrien durchführen. Die Bewertung beruht auf statistischen Grundlagen, die im Rahmen der Vorlesung unter dem Aspekt der Lebensdauervorhersage vermittelt werden.

Qualifikationsziele

- Die Studierenden sind nach erfolgreichem Bestehen des Moduls befähigt, einfache Bauteile in Bezug auf ihr Schädigungsverhalten zu beurteilen und in Kombination mit dem Modul „statische und dynamische Beanspruchung von Bauteilen“ für betriebsnah vorgeschädigte Proben durch entsprechende Berechnungsverfahren Restlebensdauerwerte zu bestimmen.
- Die Studenten werden damit in die Lage versetzt, Vorgaben für die Kontrolle und Einsatzbewertung hochbeanspruchter bauteilnaher Proben durchzuführen. Diese Fertigkeiten sind unabdingbar, um geeignete Sicherheitskonzepte in der Luft- und Raumfahrt und dem Fahrzeugbaus umzusetzen.

Voraussetzungen	Es wird das Bachelor-Studium von LRT sowie das Modul statische und dynamische Beanspruchung von Werkstoffen vorausgesetzt.
Verwendbarkeit	Das erworbene Wissen ist Voraussetzung für materialwissenschaftliche Untersuchungen und Entwicklung neuer Werkstoffe auf sämtlichen Gebieten der Luft- und Raumfahrttechnik. Das Modul findet Anwendung in weiteren Lehrveranstaltungen, wie z.B. im Bereich Leichtbau/Strukturen.
Leistungsnachweis	Schriftliche Prüfung 60 Minuten oder mündliche Prüfung 30 Minuten
Literatur	<ul style="list-style-type: none">• Haibach E.: Betriebsfestigkeit . Verfahren und Daten zur Bauteilbewertung. Düsseldorf: VDI-Verlag GmbH, 1989.• Buxbaum O.: Betriebsfestigkeit - Sichere und wirtschaftliche Bemessung schwingbruchgefährdeter Bauteile. Düsseldorf: Verlag Stahleisen mbH., 1988.• Schwalbe K-H.: Bruchmechanik metallischer Werkstoffe, München, Wien: Carl Hanser-Verlag, 1980.
Dauer und Häufigkeit	Das Modul dauert ein Trimester, es findet im Herbsttrimester des 1. Master-Studienjahres statt.

Modul 1846 Biomedizinische Informationstechnik 1

zugeordnet zu: Wahlpflichtmodule Vertiefungsrichtung: Physikalisch-Technische Modellierung in der Anwendung auf Bauingenieurwesen (Module aus LRT und EIT)

Studiengang:	Mathematical Engineering	Modultyp:	Wahlpflicht
Workload gesamt (h):	150 Stunden	ECTS-Punkte:	5
-> Präsenzzeit (h):	48 Stunden	TWS:	4 Stunden
-> Selbststudium (h):	102 Stunden		

Modulbestandteile	18461	Biosignal-Messtechnik (Praktikum (PF) - 2 TWS)
	18462	Biosignalverarbeitung (Vorlesung (WP) - 2 TWS)
	18463	Modellierung menschlichen Verhaltens in Informationssystemen (Vorlesung (WP) - 2 TWS)
	18464	Konzepte von Fahrerassistenzsystemen (Vorlesung (WP) - 2 TWS)

Modulverantwortlicher	Priv.-Doz. Dr.-Ing. Gerhard Staude
-----------------------	------------------------------------

Inhalt

Die Module Biomedizinische Informationstechnik 1 bis 3 erlauben einen Blick über den eigenen Gartenzaun hinaus und zeigen Möglichkeiten auf, das in den Grundlagenmodulen erworbene Ingenieurs-Know-How in den Bereichen Medizin, Life-Sciences und Mensch-Maschine-Interaktion einzusetzen. Das studentenzentrierte aktive Erleben der vermittelten Inhalte steht dabei im Mittelpunkt.

In den zugehörigen Lehrveranstaltungen werden wesentliche Problemfelder der Biomedizinischen Informationstechnik mit Fokus auf die zuverlässige Registrierung, Verarbeitung und Interpretation biomedizinischer Signale besprochen und anhand von Beispielen aus der Praxis illustriert. Zentrales Element ist die Lehrveranstaltung Biosignal-Messtechnik, die wahlweise durch eine (Biomedizinische Informationstechnik 1, 5 ECTS), zwei (Biomedizinische Informationstechnik 2, 8 ECTS) oder alle (Biomedizinische Informationstechnik 3, 11 ECTS) der drei zur Auswahl stehenden weiterführenden Lehrveranstaltungen

- Biosignalverarbeitung
- Modellierung menschlichen Verhaltens in Informationssystemen
- Konzepte von Fahrerassistenzsystemen

weiter vertieft wird. Das Modul Biomedizinische Informationstechnik 1 umfasst die Lehrveranstaltung Biosignal-Messtechnik sowie eine der drei weiterführenden Veranstaltungen.

Die Inhalte der Lehrveranstaltungen im Einzelnen:

a) Lehrveranstaltung Biosignal-Messtechnik (PD Dr. Staude)

In verschiedenen Lehreinheiten wird die Erfassung und Verarbeitung biologischer Signale unter Verwendung des Biopac-Student-Lab (www.biopac.com), der PhysioNet-Datenbank und MATLAB demonstriert. Teams von jeweils drei Studenten führen Messungen sowie

Auswertungen selbständig durch und erarbeiten so die einzelnen Lektionen in weitgehend freier Zeiteinteilung. In gemeinsamen Seminarveranstaltungen werden charakteristische Eigenschaften biologischer Signale erörtert und Techniken zur zuverlässigen Signalregistrierung erarbeitet. Schwerpunkte der Lehrveranstaltung sind:

- Überblick und Definition biomedizinischer Signale
- Anwendungsbeispiele aus Medizin, Biowissenschaften und Ambient-Assisted Living
- Physiologische Grundlagen biologischer Signalquellen
- Sensortechnik und Signalregistrierung
- Sicherheitstechnische Aspekte

b) Lehrveranstaltung Biosignalverarbeitung (PD Dr. Staude)

In der Lehrveranstaltung werden Aspekte der optimalen Signalaufbereitung und Digitalisierung erörtert und ausgewählte Methoden der Biosignalverarbeitung vorgestellt, die die Studierenden dann in einer MATLAB-Umgebung implementieren und auf ihre gemessenen Signale anwenden. Schwerpunkte der Lehrveranstaltung sind:

- Grundlagen der digitalen Signaldarstellung im Zeit- und Spektralbereich
- Signalaufbereitung und -vorverarbeitung
- Lineare und Nichtlineare Methoden zur Signalanalyse und Merkmalsextraktion
- Überwachungs- und Algorithmen
- Mustererkennung und Diagnoseunterstützung
- Kontextadaptive Strategien
- Expertensysteme und Künstliche Intelligenz

c) Lehrveranstaltung Modellierung menschlichen Verhaltens in Informationssystemen (Dr.-Ing. Michael Dambier)

Die Lehrveranstaltung befasst sich mit Konzepten der menschlichen Informationsverarbeitung und der menschlichen Physiologie und deren Abbildung in Informationssystemen. Ausgehend von Beispielen der Fahrermodellierung und der Modellierung menschlichen Verhaltens in Sicherheitssystemen werden grundlegende Modellierungsprinzipien und -vorgehensweisen erläutert. Die informationstechnischen Verfahren werden in den Beispieldomänen um menschliche Verhaltensaspekte erweitert. Schwerpunkte der Vorlesung sind:

- Grundlagen der Modellierung
- „Funktionsweise“ des Menschen
- Sensortechnologie
- Modellierung des Menschen als Regelement
- Modellierung von menschlichem Verhalten in Sicherheitssystemen

d) Lehrveranstaltung Konzepte von Fahrerassistenzsystemen (Dr. rer. nat. Dietrich Manstetten)

Die Lehrveranstaltung konzentriert sich auf den Kontext der Rolle des Menschen in der Fahrzeugführung und die zur Unterstützung dieser Aufgabe entwickelten technischen Systeme. Aktuelle Fahrerassistenzsysteme (Elektronisches Stabilitäts Programm ESP, Adaptive Cruise Control ACC, Notbremsysteme, Spurhalteunterstützung, Nacht-

sichtsysteme) werden aus Unfallforschung und Verkehrstheorie motiviert und im Detail erläutert. Die Implikationen für die sich ändernde Rolle des Fahrers werden dargestellt und anhand von informationstechnischen Technologien der Mensch-Maschine-Schnittstelle bzw. der Fahrerzustandserkennung konkretisiert. Schwerpunktthemen der Vorlesung sind:

- Aufgaben der Fahrzeugführung
- Beispiele für Fahrerassistenzsysteme
- Unfallforschung und Verkehrstheorie
- Umfelderkennung und Sensortechnologie
- Gestaltung der Mensch-Maschine Schnittstelle
- Ermittlung des Fahrerzustandes
- Modellierung des Fahrerverhaltens
- Systemtest mit Fahrsimulatoren und auf Teststrecken
- Der Weg zum Autonomen Fahren

Qualifikationsziele

Die Studierenden sollen im Rahmen des Moduls Biomedizinische Informationstechnik 1 folgende Kernkompetenzen erwerben:

- Grundlegendes methodisches Wissen zur zuverlässigen Registrierung und sicheren Verarbeitung biologischer Signale
- Kenntnis wesentlicher Eigenschaften, Besonderheiten und Anwendungsaspekte ausgewählter Biosignale wie EKG, EEG, EMG
- Fähigkeit zur interdisziplinären Umsetzung von Ingenieurwissen in den Bereichen Medizin, Biowissenschaften und Mensch-Maschine-Interaktion
- Sicherheit im selbständigen Erarbeiten von Problemlösungen im Team

Voraussetzungen

- Bereitschaft zur eigenmotivierten aktiven Mitarbeit in kleinen Teams
- Wegen der studentenzentrierten Ausrichtung muss die Teilnehmerzahl für diese Veranstaltung auf 21 beschränkt werden

Verwendbarkeit

- Wahlpflichtmodul für alle Vertiefungsrichtungen der Studiengänge Elektrotechnik und Informationstechnik (M. Sc.) und Mathematical Engineering (M. Sc.) sowie Informatik (M. Sc.) mit Anwendungsfach Elektrotechnik
- Vorbereitung von Masterarbeiten auf dem Gebiet der Biomedizinischen Informationstechnik

Hinweis: Das Modul ist nur dann verwendbar, wenn keine der zugehörigen Lehrveranstaltungen im Rahmen eines anderen Moduls eingebracht wird!

Leistungsnachweis

- Jährlich werden zwei Termine angeboten, an denen alle Teilveranstaltungen des Moduls gemeinsam geprüft werden. Voraussetzung

für die Zulassung zur Prüfung ist die regelmäßige Bearbeitung der Biosignal-Messtechnik Lehreinheiten im Labor mit Abgabe der Messprotokolle sowie, bei Belegung der Lehrveranstaltung Modellierung menschlichen Verhaltens in Informationssystemen, die Bearbeitung einer Hausaufgabe mit abschließender Ergebnispräsentation.

- Für das Modul Biomedizinische Informationstechnik 1 ist eine schriftliche Prüfung von 40 Minuten Dauer (sP-40) vorgesehen. Die Prüfungsergebnisse zur Lehrveranstaltung Biosignal-Messtechnik und der gewählten weiterführenden Lehrveranstaltung gehen zu gleichen Teilen in die Modulnote ein. Die Modulprüfung ist bestanden, wenn jeder der in die Modulnote eingehenden Lehrveranstaltungen mindestens mit „ausreichend“ (4.0) bewertet wurde.

Sonstige Bemerkungen

- Die Lehreinheiten des Praktikums Biosignal-Messtechnik werden von den Studierenden in weitgehend freier Zeiteinteilung aktiv im Versuchslabor erarbeitet.
- Die Lehrveranstaltungen Modellierung menschlichen Verhaltens in Informationssystemen und Konzepte von Fahrerassistenzsystemen werden in Absprache jeweils zu Blöcken zusammengefasst

Literatur

Biosignalverarbeitung:

Rangaraj M. Rangayyan: Biomedical Signal Analysis: A Case-Study Approach, Wiley-IEEE Press, 2002

Moody GB, Mark RG, Goldberger AL: PhysioNet: A Web-Based Resource for the Study of Physiologic Signals, Engineering in Medicine and Biology Magazine, Vol 20/3, pp. 70-75, 2001

Wolfgang Schweizer: MATLAB kompakt. 3. Auflage. München, Oldenbourg Verlag, 2008

Modellierung menschlichen Verhaltens in Informationssystemen:

H. J. Bungartz, S. Zimmer, M. Buchholz, D. Pflüger, „Modellbildung und Simulation - Eine anwendungsorientierte Einführung“. Verlag Springer, 2009.

B. Schneider, „Die Simulation menschlichen Panikverhaltens - Ein Agenten-basierter Ansatz“. Verlag Vieweg&Teubner, Wiesbaden, 2011.

Konzepte von Fahrerassistenzsystemen:

H. Winner, S. Hakuli, G. Wolf, „Handbuch Fahrerassistenzsysteme: Grundlagen, Komponenten und Systeme für aktive Sicherheit und Komfort“. Verlag Vieweg&Teubner, 2009

Dauer und Häufigkeit

- Das Modul dauert 2 Trimester.
- Das Modul beginnt jedes Studienjahr jeweils im Wintertrimester.

Modul 1847 Biomedizinische Informationstechnik 2

zugeordnet zu: Wahlpflichtmodule Vertiefungsrichtung: Physikalisch-Technische Modellierung in der Anwendung auf Bauingenieurwesen (Module aus LRT und EIT)

Studiengang:	Mathematical Engineering	Modultyp:	Wahlpflicht
Workload gesamt (h):	240 Stunden	ECTS-Punkte:	8
-> Präsenzzeit (h):	72 Stunden	TWS:	6 Stunden
-> Selbststudium (h):	168 Stunden		

Modulbestandteile	18461	Biosignal-Messtechnik (Praktikum (PF) - 2 TWS)
	18462	Biosignalverarbeitung (Vorlesung (WP) - 2 TWS)
	18463	Modellierung menschlichen Verhaltens in Informationssystemen (Vorlesung (WP) - 2 TWS)
	18464	Konzepte von Fahrerassistenzsystemen (Vorlesung (WP) - 2 TWS)

Modulverantwortlicher	Priv.-Doz. Dr.-Ing. Gerhard Staude
-----------------------	------------------------------------

Inhalt

Die Module Biomedizinische Informationstechnik 1 bis 3 erlauben einen Blick über den eigenen Gartenzaun hinaus und zeigen Möglichkeiten auf, das in den Grundlagenmodulen erworbene Ingenieurs-Know-How in den Bereichen Medizin, Life-Sciences und Mensch-Maschine-Interaktion einzusetzen. Das studentenzentrierte aktive Erleben der vermittelten Inhalte steht dabei im Mittelpunkt.

In den zugehörigen Lehrveranstaltungen werden wesentliche Problemfelder der Biomedizinischen Informationstechnik mit Fokus auf die zuverlässige Registrierung, Verarbeitung und Interpretation biomedizinischer Signale besprochen und anhand von Beispielen aus der Praxis illustriert. Zentrales Element ist die Lehrveranstaltung Biosignal-Messtechnik, die wahlweise durch eine (Biomedizinische Informationstechnik 1, 5 ECTS), zwei (Biomedizinische Informationstechnik 2, 8 ECTS) oder alle (Biomedizinische Informationstechnik 3, 11 ECTS) der drei zur Auswahl stehenden weiterführenden Lehrveranstaltungen

- Biosignalverarbeitung
- Modellierung menschlichen Verhaltens in Informationssystemen
- Konzepte von Fahrerassistenzsystemen

weiter vertieft wird. Das Modul Biomedizinische Informationstechnik 2 umfasst die Lehrveranstaltung Biosignal-Messtechnik sowie zwei der drei weiterführenden Veranstaltungen.

Die Inhalte der Lehrveranstaltungen im Einzelnen:

a) Lehrveranstaltung Biosignal-Messtechnik (PD Dr. Staude)

In verschiedenen Lehreinheiten wird die Erfassung und Verarbeitung biologischer Signale unter Verwendung des Biopac-Student-Lab (www.biopac.com), der PhysioNet-Datenbank und MATLAB demonstriert. Teams von jeweils drei Studenten führen Messungen sowie

Auswertungen selbständig durch und erarbeiten so die einzelnen Lektionen in weitgehend freier Zeiteinteilung. In gemeinsamen Seminarveranstaltungen werden charakteristische Eigenschaften biologischer Signale erörtert und Techniken zur zuverlässigen Signalregistrierung erarbeitet. Schwerpunkte der Lehrveranstaltung sind:

- Überblick und Definition biomedizinischer Signale
- Anwendungsbeispiele aus Medizin, Biowissenschaften und Ambient-Assisted Living
- Physiologische Grundlagen biologischer Signalquellen
- Sensortechnik und Signalregistrierung
- Sicherheitstechnische Aspekte

b) Lehrveranstaltung Biosignalverarbeitung (PD Dr. Staude)

In der Lehrveranstaltung werden Aspekte der optimalen Signalaufbereitung und Digitalisierung erörtert und ausgewählte Methoden der Biosignalverarbeitung vorgestellt, die die Studierenden dann in einer MATLAB-Umgebung implementieren und auf ihre gemessenen Signale anwenden. Schwerpunkte der Lehrveranstaltung sind:

- Grundlagen der digitalen Signaldarstellung im Zeit- und Spektralbereich
- Signalaufbereitung und -vorverarbeitung
- Lineare und Nichtlineare Methoden zur Signalanalyse und Merkmalsextraktion
- Überwachungs- und Algorithmen
- Mustererkennung und Diagnoseunterstützung
- Kontextadaptive Strategien
- Expertensysteme und Künstliche Intelligenz

c) Lehrveranstaltung Modellierung menschlichen Verhaltens in Informationssystemen (Dr.-Ing. Michael Dambier)

Die Lehrveranstaltung befasst sich mit Konzepten der menschlichen Informationsverarbeitung und der menschlichen Physiologie und deren Abbildung in Informationssystemen. Ausgehend von Beispielen der Fahrermodellierung und der Modellierung menschlichen Verhaltens in Sicherheitssystemen werden grundlegende Modellierungsprinzipien und -vorgehensweisen erläutert. Die informationstechnischen Verfahren werden in den Beispieldomänen um menschliche Verhaltensaspekte erweitert. Schwerpunkte der Vorlesung sind:

- Grundlagen der Modellierung
- „Funktionsweise“ des Menschen
- Sensortechnologie
- Modellierung des Menschen als Regelelement
- Modellierung von menschlichem Verhalten in Sicherheitssystemen

d) Lehrveranstaltung Konzepte von Fahrerassistenzsystemen (Dr. rer. nat. Dietrich Manstetten)

Die Lehrveranstaltung konzentriert sich auf den Kontext der Rolle des Menschen in der Fahrzeugführung und die zur Unterstützung dieser Aufgabe entwickelten technischen Systeme. Aktuelle Fahrerassistenzsysteme (Elektronisches Stabilitäts Programm ESP, Adaptive Cruise Control ACC, Notbremsysteme, Spurhalteunterstützung, Nacht-

sichtsysteme) werden aus Unfallforschung und Verkehrstheorie motiviert und im Detail erläutert. Die Implikationen für die sich ändernde Rolle des Fahrers werden dargestellt und anhand von informationstechnischen Technologien der Mensch-Maschine-Schnittstelle bzw. der Fahrerzustandserkennung konkretisiert. Schwerpunktthemen der Vorlesung sind:

- Aufgaben der Fahrzeugführung
- Beispiele für Fahrerassistenzsysteme
- Unfallforschung und Verkehrstheorie
- Umfelderkennung und Sensortechnologie
- Gestaltung der Mensch-Maschine Schnittstelle
- Ermittlung des Fahrerzustandes
- Modellierung des Fahrerverhaltens
- Systemtest mit Fahrsimulatoren und auf Teststrecken
- Der Weg zum Autonomen Fahren

Qualifikationsziele

Die Studierenden sollen im Rahmen des Moduls Biomedizinische Informationstechnik 2 folgende Kernkompetenzen erwerben:

- Grundlegendes methodisches Wissen zur zuverlässigen Registrierung und sicheren Verarbeitung biologischer Signale
- Kenntnis wesentlicher Eigenschaften, Besonderheiten und Anwendungsaspekte ausgewählter Biosignale wie EKG, EEG, EMG
- Fähigkeit zur interdisziplinären Umsetzung von Ingenieurwissen in den Bereichen Medizin, Biowissenschaften und Mensch-Maschine-Interaktion
- Sicherheit im selbständigen Erarbeiten von Problemlösungen im Team

Voraussetzungen

- Bereitschaft zur eigenmotivierten aktiven Mitarbeit in kleinen Teams
- Wegen der studentenzentrierten Ausrichtung muss die Teilnehmerzahl für diese Veranstaltung auf 21 beschränkt werden.

Verwendbarkeit

- Wahlpflichtmodul für alle Vertiefungsrichtungen der Studiengänge Elektrotechnik und Informationstechnik (M. Sc.) und Mathematical Engineering (M. Sc.) sowie Informatik (M. Sc.) mit Anwendungsfach Elektrotechnik
- Vorbereitung von Masterarbeiten auf dem Gebiet der Biomedizinischen Informationstechnik

Hinweis: Das Modul ist nur dann verwendbar, wenn keine der zugehörigen Lehrveranstaltungen im Rahmen eines anderen Moduls eingebracht wird!

Leistungsnachweis

- Jährlich werden zwei Termine angeboten, an denen alle Teilveranstaltungen des Moduls gemeinsam geprüft werden. Voraussetzung für die Zulassung zur Prüfung ist die regelmäßige Bearbeitung der Biosignal-Messtechnik Lehreinheiten im Labor mit Abgabe der Messprotokolle sowie, bei Belegung der Lehrveranstaltung Modellierung menschlichen Verhaltens in Informationssystemen, die Bearbeitung einer Hausaufgabe mit abschließender Ergebnispräsentation.
- Für das Modul Biomedizinische Informationstechnik 2 ist eine schriftliche Prüfung von 60 Minuten Dauer (sP-60) vorgesehen. Die Prüfungsergebnisse zur Lehrveranstaltung Biosignal-Messtechnik und der gewählten beiden weiterführenden Lehrveranstaltungen gehen zu gleichen Teilen in die Modulnote ein. Die Modulprüfung ist bestanden, wenn jede der in die Modulnote eingehenden Lehrveranstaltungen mindestens mit „ausreichend“ (4.0) bewertet wurde.

Sonstige Bemerkungen

- Die Lehreinheiten des Praktikums Biosignal-Messtechnik werden von den Studierenden in weitgehend freier Zeiteinteilung aktiv im Versuchslabor erarbeitet.
- Die Lehrveranstaltungen Modellierung menschlichen Verhaltens in Informationssystemen und Konzepte von Fahrerassistenzsystemen werden in Absprache jeweils zu Blöcken zusammengefasst.

Literatur

Biosignalverarbeitung:

Rangaraj M. Rangayyan: Biomedical Signal Analysis: A Case-Study Approach, Wiley-IEEE Press, 2002

Moody GB, Mark RG, Goldberger AL: PhysioNet: A Web-Based Resource for the Study of Physiologic Signals, Engineering in Medicine and Biology Magazine, Vol 20/3, pp. 70-75, 2001

Wolfgang Schweizer: MATLAB kompakt. 3. Auflage. München, Oldenbourg Verlag, 2008

Modellierung menschlichen Verhaltens in Informationssystemen:

H. J. Bungartz, S. Zimmer, M. Buchholz, D. Pflüger, „Modellbildung und Simulation - Eine anwendungsorientierte Einführung“. Verlag Springer, 2009.

B. Schneider, „Die Simulation menschlichen Panikverhaltens - Ein Agenten-basierter Ansatz“. Verlag Vieweg&Teubner, Wiesbaden, 2011.

Konzepte von Fahrerassistenzsystemen:

H. Winner, S. Hakuli, G. Wolf , „Handbuch Fahrerassistenzsysteme: Grundlagen, Komponenten und Systeme für aktive Sicherheit und Komfort“. Verlag Vieweg&Teubner, 2009

Dauer und Häufigkeit

- Das Modul dauert 2 Trimester.
- Das Modul beginnt jedes Studienjahr jeweils im Wintertrimester

Modul 1848 Biomedizinische Informationstechnik 3

zugeordnet zu: Wahlpflichtmodule Vertiefungsrichtung: Physikalisch-Technische Modellierung in der Anwendung auf Bauingenieurwesen (Module aus LRT und EIT)

Studiengang:	Mathematical Engineering	Modultyp:	Wahlpflicht
Workload gesamt (h):	330 Stunden	ECTS-Punkte:	11
-> Präsenzzeit (h):	96 Stunden	TWS:	8 Stunden
-> Selbststudium (h):	234 Stunden		

Modulbestandteile	18461	Biosignal-Messtechnik (Praktikum (PF) - 2 TWS)
	18462	Biosignalverarbeitung (Vorlesung (WP) - 2 TWS)
	18463	Modellierung menschlichen Verhaltens in Informationssystemen (Vorlesung (WP) - 2 TWS)
	18464	Konzepte von Fahrerassistenzsystemen (Vorlesung (WP) - 2 TWS)

Modulverantwortlicher Priv.-Doz. Dr.-Ing. Gerhard Staude

Inhalt

Die Module Biomedizinische Informationstechnik 1 bis 3 erlauben einen Blick über den eigenen Gartenzaun hinaus und zeigen Möglichkeiten auf, das in den Grundlagenmodulen erworbene Ingenieurs-Know-How in den Bereichen Medizin, Life-Sciences und Mensch-Maschine-Interaktion einzusetzen. Das studentenzentrierte aktive Erleben der vermittelten Inhalte steht dabei im Mittelpunkt.

In den zugehörigen Lehrveranstaltungen werden wesentliche Problemfelder der Biomedizinischen Informationstechnik mit Fokus auf die zuverlässige Registrierung, Verarbeitung und Interpretation biomedizinischer Signale besprochen und anhand von Beispielen aus der Praxis illustriert. Zentrales Element ist die Lehrveranstaltung Biosignal-Messtechnik, die wahlweise durch eine (Biomedizinische Informationstechnik 1, 5 ECTS), zwei (Biomedizinische Informationstechnik 2, 8 ECTS) oder alle (Biomedizinische Informationstechnik 3, 11 ECTS) der drei zur Auswahl stehenden weiterführenden Lehrveranstaltungen

- Biosignalverarbeitung
- Modellierung menschlichen Verhaltens in Informationssystemen
- Konzepte von Fahrerassistenzsystemen

weiter vertieft wird. Das Modul Biomedizinische Informationstechnik 3 umfasst die Lehrveranstaltung Biosignal-Messtechnik sowie alle drei weiterführenden Veranstaltungen.

Die Inhalte der Lehrveranstaltungen im Einzelnen:

a) Lehrveranstaltung Biosignal-Messtechnik (PD Dr. Staude)

In verschiedenen Lehreinheiten wird die Erfassung und Verarbeitung biologischer Signale unter Verwendung des Biopac-Student-Lab (www.biopac.com), der PhysioNet-Datenbank und MATLAB demonstriert. Teams von jeweils drei Studenten führen Messungen sowie

Auswertungen selbständig durch und erarbeiten so die einzelnen Lektionen in weitgehend freier Zeiteinteilung. In gemeinsamen Seminarveranstaltungen werden charakteristische Eigenschaften biologischer Signale erörtert und Techniken zur zuverlässigen Signalregistrierung erarbeitet. Schwerpunkte der Lehrveranstaltung sind:

- Überblick und Definition biomedizinischer Signale
- Anwendungsbeispiele aus Medizin, Biowissenschaften und Ambient-Assisted Living
- Physiologische Grundlagen biologischer Signalquellen
- Sensortechnik und Signalregistrierung
- Sicherheitstechnische Aspekte

b) Lehrveranstaltung Biosignalverarbeitung (PD Dr. Staude)

In der Lehrveranstaltung werden Aspekte der optimalen Signalaufbereitung und Digitalisierung erörtert und ausgewählte Methoden der Biosignalverarbeitung vorgestellt, die die Studierenden dann in einer MATLAB-Umgebung implementieren und auf ihre gemessenen Signale anwenden. Schwerpunkte der Lehrveranstaltung sind:

- Grundlagen der digitalen Signaldarstellung im Zeit- und Spektralbereich
- Signalaufbereitung und -vorverarbeitung
- Lineare und Nichtlineare Methoden zur Signalanalyse und Merkmalsextraktion
- Überwachungs- und Alarmalgorithmen
- Mustererkennung und Diagnoseunterstützung
- Kontextadaptive Strategien
- Expertensysteme und Künstliche Intelligenz

c) Lehrveranstaltung Modellierung menschlichen Verhaltens in Informationssystemen (Dr.-Ing. Michael Dambier)

Die Lehrveranstaltung befasst sich mit Konzepten der menschlichen Informationsverarbeitung und der menschlichen Physiologie und deren Abbildung in Informationssystemen. Ausgehend von Beispielen der Fahrermodellierung und der Modellierung menschlichen Verhaltens in Sicherheitssystemen werden grundlegende Modellierungsprinzipien und -vorgehensweisen erläutert. Die informationstechnischen Verfahren werden in den Beispieldomänen um menschliche Verhaltensaspekte erweitert. Schwerpunkte der Vorlesung sind:

- Grundlagen der Modellierung
- „Funktionsweise“ des Menschen
- Sensortechnologie
- Modellierung des Menschen als Regelement
- Modellierung von menschlichem Verhalten in Sicherheitssystemen

d) Lehrveranstaltung Konzepte von Fahrerassistenzsystemen (Dr. rer. nat. Dietrich Manstetten)

Die Lehrveranstaltung konzentriert sich auf den Kontext der Rolle des Menschen in der Fahrzeugführung und die zur Unterstützung dieser Aufgabe entwickelten technischen Systeme. Aktuelle Fahrerassistenzsysteme (Elektronisches Stabilitäts Programm ESP, Adaptive Cruise Control ACC, Notbremsysteme, Spurhalteunterstützung, Nacht-

sichtsysteme) werden aus Unfallforschung und Verkehrstheorie motiviert und im Detail erläutert. Die Implikationen für die sich ändernde Rolle des Fahrers werden dargestellt und anhand von informationstechnischen Technologien der Mensch-Maschine-Schnittstelle bzw. der Fahrerzustandserkennung konkretisiert. Schwerpunktthemen der Vorlesung sind:

- Aufgaben der Fahrzeugführung
- Beispiele für Fahrerassistenzsysteme
- Unfallforschung und Verkehrstheorie
- Umfelderkennung und Sensortechnologie
- Gestaltung der Mensch-Maschine Schnittstelle
- Ermittlung des Fahrerzustandes
- Modellierung des Fahrerverhaltens
- Systemtest mit Fahrsimulatoren und auf Teststrecken
- Der Weg zum Autonomen Fahren

Qualifikationsziele

Die Studierenden sollen im Rahmen des Moduls Biomedizinische Informationstechnik 3 folgende Kernkompetenzen erwerben:

- Grundlegendes methodisches Wissen zur zuverlässigen Registrierung und sicheren Verarbeitung biologischer Signale
- Kenntnis wesentlicher Eigenschaften, Besonderheiten und Anwendungsaspekte ausgewählter Biosignale wie EKG, EEG, EMG
- Fähigkeit zur interdisziplinären Umsetzung von Ingenieurwissen in den Bereichen Medizin, Biowissenschaften und Mensch-Maschine-Interaktion
- Sicherheit im selbständigen Erarbeiten von Problemlösungen im Team

Voraussetzungen

- Bereitschaft zur eigenmotivierten aktiven Mitarbeit in kleinen Teams
- Wegen der studentenzentrierten Ausrichtung muss die Teilnehmerzahl für diese Veranstaltung auf 21 beschränkt werden.

Verwendbarkeit

- Wahlpflichtmodul für alle Vertiefungsrichtungen der Studiengänge Elektrotechnik und Informationstechnik (M. Sc.) und Mathematical Engineering (M. Sc.) sowie Informatik (M. Sc.) mit Anwendungsfach Elektrotechnik
- Vorbereitung von Masterarbeiten auf dem Gebiet der Biomedizinischen Informationstechnik

Hinweis: Das Modul ist nur dann verwendbar, wenn keine der zugehörigen Lehrveranstaltungen im Rahmen eines anderen Moduls eingebracht wird!

Leistungsnachweis

- Jährlich werden zwei Termine angeboten, an denen alle Teilveranstaltungen des Moduls gemeinsam geprüft werden. Voraussetzung

für die Zulassung zur Prüfung ist die regelmäßige Bearbeitung der Biosignal-Messtechnik Lehreinheiten im Labor mit Abgabe der Messprotokolle sowie, bei Belegung der Lehrveranstaltung Modellierung menschlichen Verhaltens in Informationssystemen, die Bearbeitung einer Hausaufgabe mit abschließender Ergebnispräsentation.

- Für das Modul Biomedizinische Informationstechnik 3 ist eine schriftliche Prüfung von 80 Minuten Dauer (sP-80) vorgesehen. Die Prüfungsergebnisse aller vier Lehrveranstaltungen gehen zu gleichen Teilen in die Modulnote ein. Die Modulprüfung ist bestanden, wenn jeder in die Modulnote eingehenden Lehrveranstaltungen mindestens mit „ausreichend“ (4.0) bewertet wurde.

Sonstige Bemerkungen

- Die Lehreinheiten des Praktikums Biosignal-Messtechnik werden von den Studierenden in weitgehend freier Zeiteinteilung aktiv im Versuchslabor erarbeitet.
- Die Lehrveranstaltungen Modellierung menschlichen Verhaltens in Informationssystemen und Konzepte von Fahrerassistenzsystemen werden in Absprache jeweils zu Blöcken zusammengefasst.

Literatur

Biosignalverarbeitung:

Rangaraj M. Rangayyan: Biomedical Signal Analysis: A Case-Study Approach, Wiley-IEEE Press, 2002

Moody GB, Mark RG, Goldberger AL: PhysioNet: A Web-Based Resource for the Study of Physiologic Signals, Engineering in Medicine and Biology Magazine, Vol 20/3, pp. 70-75, 2001

Wolfgang Schweizer: MATLAB kompakt. 3. Auflage. München, Oldenbourg Verlag, 2008

Modellierung menschlichen Verhaltens in Informationssystemen:

H. J. Bungartz, S. Zimmer, M. Buchholz, D. Pflüger, „Modellbildung und Simulation - Eine anwendungsorientierte Einführung“. Verlag Springer, 2009.

B. Schneider, „Die Simulation menschlichen Panikverhaltens - Ein Agenten-basierter Ansatz“. Verlag Vieweg&Teubner, Wiesbaden, 2011.

Konzepte von Fahrerassistenzsystemen:

H. Winner, S. Hakuli, G. Wolf, „Handbuch Fahrerassistenzsysteme: Grundlagen, Komponenten und Systeme für aktive Sicherheit und Komfort“. Verlag Vieweg&Teubner, 2009

Dauer und Häufigkeit

- Das Modul dauert 2 Trimester.
- Das Modul beginnt jedes Studienjahr jeweils im Wintertrimester.

Modul 1052 Chemische Thermodynamik

zugeordnet zu: Wahlpflichtmodule Vertiefungsrichtung: Physikalisch-Technische Modellierung in der Anwendung auf Bauingenieurwesen (Module aus LRT und EIT)

Studiengang:	Mathematical Engineering	Modultyp:	Pflicht
Workload gesamt (h):	150 Stunden	ECTS-Punkte:	5
-> Präsenzzeit (h):	48 Stunden	TWS:	4 Stunden
-> Selbststudium (h):	102 Stunden		

Modulbestandteile	10521	Chemische Thermodynamik (Vorlesung, Übung (PF) - 4 TWS)
-------------------	-------	--

Modulverantwortlicher	Prof. Dr.-Ing. Christian Mundt
-----------------------	--------------------------------

Inhalt	<p>Die Studierenden erwerben im Modul Chemische Thermodynamik das Wissen zur Thermodynamik chemischer Reaktionen in unterschiedlicher Zusammensetzung im Wesentlichen bezogen auf Gleichgewichtszustände.</p> <p>1. Die Studierenden erwerben Wissen über die Behandlung chemischer Umsetzungen sowohl in der Gasphase (homogen) als auch in mehrphasigen Gemischen (heterogen).</p> <p>2. Ausgehend von einigen Grundlagenbetrachtungen (-> B.Sc. Vorlesung) werden beispielsweise folgende Gebiete behandelt:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Affinität, • Unterscheidung realer und idealer Systeme, • Exergie und • Mehrphasengleichgewichte. <p>3. Das erworbene Wissen wird durch die Anwendungen wie Verbrennungsvorgänge vertieft und durch kurze Betrachtungen zur Kinetik erweitert.</p>
--------	--

Qualifikationsziele	<p>1) Die Studierenden können die Bedeutung der Chemischen Thermodynamik bei technischen Prozessen mit chemischen Umsetzungen hinsichtlich Machbarkeit, effizienter Prozessführung und Ökologie/Ökonomie erkennen.</p> <p>2) Die Studierenden können für einfache Fälle quantitative Aussagen machen und komplexere abschätzen.</p> <p>3) Die Studierenden erkennen die Bedeutung realer und idealer Betrachtungsweisen.</p>
---------------------	--

Voraussetzungen	Der Besuch der Vorlesung „Grundlagen der chem. Thermodynamik“ (B.Sc.) wird empfohlen.
-----------------	---

Verwendbarkeit	Voraussetzung für wissenschaftliche Grundlagenuntersuchungen und angewandte Forschung und Entwicklung auf dem Gebiet.
Leistungsnachweis	Schriftliche Prüfung 75 Minuten oder Mündliche Prüfung 30 Minuten
Sonstige Bemerkungen	Dieses Modul kann auch als Munich-Aerospace-Partnermodul belegt werden. Zuordnung zu den Studienschwerpunkten siehe Tabelle am Anfang des Dokumentes.
Dauer und Häufigkeit	Das Modul dauert ein Trimester, es findet im Herbsttrimester des 1. Master-Studienjahres statt.

Modul 1053 Computational Fluid Dynamics

zugeordnet zu: Wahlpflichtmodule Vertiefungsrichtung: Physikalisch-Technische Modellierung in der Anwendung auf Bauingenieurwesen (Module aus LRT und EIT)

Studiengang:	Mathematical Engineering	Modultyp:	Pflicht
Workload gesamt (h):	150 Stunden	ECTS-Punkte:	5
-> Präsenzzeit (h):	48 Stunden	TWS:	4 Stunden
-> Selbststudium (h):	102 Stunden		

Modulbestandteile	10531	Computational Fluid Dynamics (CFD) (Vorlesung (PF) - 2 TWS)
	10532	Computational Fluid Dynamics (CFD) (Übung (PF) - 2 TWS)

Modulverantwortlicher Prof. Dr.-Ing. habil. Markus Klein

Inhalt	<ul style="list-style-type: none"> • Beispiele von CFD Simulationen • Gittergenerierung, Gitter und ihre Eigenschaften • Behandlung inkompressibler Strömungen • Behandlung kompressibler Strömungen • Behandlung von turbulenten Strömungen (DNS, LES, DES, UR-ANS, Turbulenzmodelle) • Grundgleichungen der Fluidodynamik, Näherungen und mathematischer Charakter • Finite Differenzen Methode • Finite Volumen Methode • Zeitintegrationsverfahren für instationäre Strömungen • Eigenschaften finiter Approximationen • Lösungsverfahren für lineare Gleichungssysteme • Lösungsverfahren für die Navier-Stokes-Gleichungen inkompressibler Strömungen • Randbedingungen
--------	--

Qualifikationsziele	Die numerische Behandlung von strömungsmechanischen Problemstellungen ist für viele Bereiche der Luft- und Raumfahrt zu einem unentbehrlichen Standard-Werkzeug geworden. Die Vorlesung "Computational Fluid Dynamics (CFD)" macht die Studenten mit den Verfahren vertraut, mit denen sich der praktisch arbeitende Ingenieur konfrontiert sieht. Dazu gehören die eigentliche Berechnung inkompressibler und kompressibler Strömungen, sowie eine Einführung in die Theorie der Turbulenzmodellierung.
---------------------	--

Voraussetzungen	Kenntnisse in numerischer Mathematik (entsprechend den Inhalten des Bachelor- und Master-Moduls "Numerische Mathematik"). Vorlesung Strömungsmechanik.
-----------------	--

Verwendbarkeit	Das Modul kann in allen technisch orientierten Bereichen des LRT-Studiums verwendet werden.
Leistungsnachweis	Schriftliche Prüfung 75 Minuten (Hilfsmittel: selbst angefertigte Mitschrift aus der Vorlesung (1xDINA4 beidseitig beschrieben), kein Taschenrechner) oder mündliche Prüfung 30 Minuten (ohne Hilfsmittel)
Sonstige Bemerkungen	Zuordnung zu den Studienschwerpunkten siehe Tabelle am Anfang des Dokumentes.
Literatur	<ul style="list-style-type: none">• Blazek J.: Computational Fluid Dynamics: Principles and Applications. Elsevier, Amsterdam, 2001.• Ferziger J.H., Peric M.: Numerische Strömungsmechanik. Springer-Verlag, Berlin Heidelberg, 2007.• Hirsch Charles: Numerical Computation of Internal and External Flows. Vol. I&II. Butterworth Heinemann, 2007.• LeVeque Randall J.: Finite Volume Methods for Hyperbolic Problems. Cambridge Texts in Applied Mathematics. Cambridge University Press, 2002.
Dauer und Häufigkeit	Das Modul dauert ein Trimester, es findet im Herbsttrimester des 1. Master-Studienjahres statt.

Modul 1252 Digitale Bildverarbeitung

zugeordnet zu: Wahlpflichtmodule Vertiefungsrichtung: Physikalisch-Technische Modellierung in der Anwendung auf Bauingenieurwesen (Module aus LRT und EIT)

Studiengang:	Mathematical Engineering	Modultyp:	Pflicht
Workload gesamt (h):	150 Stunden	ECTS-Punkte:	5
-> Präsenzzeit (h):	60 Stunden	TWS:	5 Stunden
-> Selbststudium (h):	90 Stunden		

Modulbestandteile	12521	Digitale Bildverarbeitung (Vorlesung (PF) - 3 TWS)
	12522	Digitale Bildverarbeitung (Praktikum (PF) - 2 TWS)

Modulverantwortlicher Prof. Dr. techn. Christian Kargel

Inhalt

a.) Vorlesung „Digitale Bildverarbeitung“:

Bildgebende Mess-, Prüf- und Diagnoseverfahren sind heute bei einer Vielzahl von wissenschaftlichen und industriellen Applikationen unverzichtbar. Die Entwicklung, Implementierung und der praktische Einsatz sind ohne computergestützte (digitale) Verarbeitung undenkbar. Auch aus Kostengründen ist es notwendig, die bildgebenden Verfahren zunehmend rechnergestützt zu implementieren. Somit basieren die Visualisierung, Be- und Verarbeitung, Archivierung, Kompression und (Fern-)Übertragung von Bilddaten fast ausschließlich auf digitalen Verfahren. Hier werden in Erweiterung der herkömmlichen eindimensionalen (1D) Signalverarbeitung von zeitabhängigen Messsignalen, in erster Linie zweidimensionale (2D) Sensor- und Mess-Signale (=Bilder) betrachtet. Die Vorlesung „Digitale Bildverarbeitung“ behandelt genau diese Themengebiete und führt in herkömmliche Methoden der digitalen Bildverarbeitung ein. Querverweise zwischen unterschiedlichen Anwendungsgebieten zeigen Unterschiede und Gemeinsamkeiten auf (z.B. industrielle Bildverarbeitung versus medizinische Bildverarbeitung).

Diese Lehrveranstaltung bereitet in idealer Weise auf das Pflichtpraktikum „Digitale Bildverarbeitung“ vor.

b.) Praktikum „Digitale Bildverarbeitung“:

Die digitale Verarbeitung von Bildern gewinnt durch die rasant zunehmende Leistungsfähigkeit von digitalen Rechnern - insbesondere Mikroprozessoren und Signalprozessoren - und den technologischen Fortschritt bei der Entwicklung empfindlicher und hochauflösender Bildsensoren in vielen Anwendungsgebieten zunehmend an Bedeutung. Bildgebende Mess-, Prüf- und Diagnoseverfahren werden auf vielen Anwendungsgebieten eingesetzt (von der industriellen Applikation bis hin zur Medizin). Im eng mit der gleichnamigen Vorlesung verzahnten Praktikum „Digitale Bildverarbeitung“ wird die konkrete Anwendung von Methoden der digitalen Verarbeitung von zweidimensionalen Sensor- und Mess-Signalen (=Bildern) durchgeführt. Die in der

Vorlesung „Digitale Bildverarbeitung“ behandelten Themen werden anhand von ausgewählten Praktikumsübungen und Kleinprojekten mit MATLAB und/oder LabVIEW in die Tat umgesetzt. Zu den praktischen Übungen zählen beispielsweise:

- Bilddatenerfassung
- Bestimmung der Übertragungseigenschaften eines bildgebenden Systems (Impulsantwort und Modulationsübertragungsfunktion)
- Anwendung von Punktoperationen, lokalen und globalen Operationen
- Messtechnische Ermittlung des Signal-Rausch-Abstandes
- Lineare und nicht-lineare Filterung im Orts- und Ortsfrequenzbereich
- Bildsegmentierung
- Morphologische Operationen
- Geometrische Transformationen
- Extraktion von Kanten, Konturen und Eckpunkten sowie Bildausrichtung
- Objekterkennung und Merkmalsextraktion
- Bildrekonstruktion

Qualifikationsziele

a.) Vorlesung „Digitale Bildverarbeitung“:

- Die Studierenden sind in der Lage, das Gebiet der „digitalen Bildverarbeitung“ von anderen Gebieten mit Bezug zu Bilddaten (wie etwa der Computergraphik, Computeranimation, Informationsvisualisierung, etc.) abzugrenzen.
- Die Studierenden haben einen Überblick über wichtige bildgebende Systeme aus unterschiedlichen Anwendungsbereichen (Industrie, Medizin, etc.).
- Die Studierenden haben Detailkenntnisse über Methoden der digitalen Bildbe- und verarbeitung und besitzen die erforderlichen mathematischen Grundlagen.
- Die Studierenden kennen unterschiedliche Anwendungsgebiete der digitalen Bildverarbeitung und können die physikalischen sowie technischen Möglichkeiten und Limitierungen einschätzen.
- Die Studierenden sind in der Lage, einzelne Bildverarbeitungsmethoden sowie die Kombination aus mehreren Methoden zur Lösung bestimmter Aufgabenstellungen eigenständig zu entwerfen und zielgerichtet anzuwenden.

b.) Praktikum „Digitale Bildverarbeitung“:

- Die Studierenden besitzen vertiefte Kenntnisse und Fertigkeiten im praktischen Umgang mit kamera-basierten Bilderfassungssystemen und -komponenten, können diese anhand messtechnisch ermittelter Übertragungseigenschaften beschreiben und Aussagen über die Bildqualität treffen.

- Die Studierenden können mit Hilfe von Standard-Softwareprogrammen wie MATLAB und LabVIEW digitale, zweidimensionale Sensor- und Mess-Signalen aufnehmen.
- Die Studierenden können ihre theoretischen Kenntnisse über Methoden der digitalen Bildverarbeitung mit den Möglichkeiten von Standard-Softwareprogrammen wie MATLAB und LabVIEW verknüpfen um diese zur aufgabenorientierten Verarbeitung, Auswertung und Darstellung von zweidimensionalen Sensor- und Mess-Signalen anzuwenden.
- Die Studierenden sind in der Lage, in unterschiedlichen Anwendungsbereichen (Industrie, Medizin, etc.) vorkommende, praktische Problemstellungen der Bildverarbeitung eigenständig zu analysieren und Lösungen mit Hilfe von standardmäßig verfügbaren oder eigenständig modifizierten Methoden mithilfe von MATLAB und/oder LabVIEW zu erarbeiten.

Voraussetzungen

- Kenntnisse der Elektrotechnik, Physik und Mathematik. Kenntnisse über Signale und Systeme sowie Grundkenntnisse der analogen und digitalen Signalverarbeitung.

Verwendbarkeit

- Pflichtmodul für die Vertiefungsrichtung „Sicherheitstechnik“ des Masterstudiengangs EIT
- Wahlpflichtmodul für alle anderen Studien- und Vertiefungsrichtungen, z.B. ME, INF, CAE
- Das Modul steht in thematischem Zusammenhang mit den Lehrveranstaltungen
 - o Ausgewählte Kapitel der Sensorik und Messtechnik, Oberseminar,
 - o Spezielle messtechnische Probleme, Oberseminar.
 - o Simulationswerkzeuge in der Sensorik und Messtechnik, Praktikum

Leistungsnachweis

Für Vorlesung und Praktikum „Digitale Bildverarbeitung“: schriftliche Prüfung von 90 min Dauer (sP-90) oder mündliche Prüfung von 30 min Dauer (mP-30) am Ende des Herbsttrimesters. Wiederholungsmöglichkeit am Ende des Wintertrimesters. Die genaue Art der Prüfung wird zu Beginn der Lehrveranstaltung bekannt gegeben.

Literatur

- R.C. Gonzalez, R.E. Woods: Digital Image Processing Using MATLAB®, 2nd ed, Gatesmark Publishing, 2009.
- W. Georgi und E. Metin: Einführung in LabVIEW; Carl Hanser, 2012)
- R.C. Gonzalez, R.E. Woods: Digital Image Processing, 3rd ed. Upper Saddle River, NJ: Pearson Prentice Hall, 2008.
- B. Jähne: Digitale Bildverarbeitung, 6th ed. Heidelberg, Springer-Verlag, 2005.
- A. Erhardt: Einführung in die Digitale Bildverarbeitung - Grundlagen, Systeme und Anwendungen, Wiesbaden, Vieweg + Teubner, 2008.

Dauer und Häufigkeit

Das Modul dauert zwei Trimester.
Das Modul wird im Herbsttrimester und Wintertrimester angeboten.
Als Startzeitpunkt ist das Herbsttrimester im 2. Studienjahr vorgesehen.

Modul 1054 Dynamik und Regelung von Satelliten

zugeordnet zu: Wahlpflichtmodule Vertiefungsrichtung: Physikalisch-Technische Modellierung in der Anwendung auf Bauingenieurwesen (Module aus LRT und EIT)

Studiengang:	Mathematical Engineering	Modultyp:	Pflicht
Workload gesamt (h):	150 Stunden	ECTS-Punkte:	5
-> Präsenzzeit (h):	48 Stunden	TWS:	4 Stunden
-> Selbststudium (h):	102 Stunden		

Modulbestandteile	10541	Dynamik und Regelung von Satelliten (Vorlesung (PF) - 2 TWS)
	10542	Dynamik und Regelung von Satelliten (Übung (PF) - 2 TWS)

Modulverantwortlicher Prof. Dr.-Ing. Roger Förstner

Inhalt

In dieser Vorlesung wird das Gebiet der Dynamik und Regelung von Satelliten am Beispiel der gebräuchlichsten Methoden der Lageregelung (Spin-Stabilisierung, Gravitationsgradienten- und Dreiachsenstabilisierung) vertieft. Drehbewegungen und kinematische Zusammenhänge werden mit Hilfe von Richtungskosinusmatrix, Eulerwinkel-Drehmatrix und Quaternionen mathematisch dargestellt. Die Darstellung in verschiedenen gegeneinander bewegten Referenzsystemen wird abgehandelt, um die Ausrichtung von Satelliten in Umlaufbahnen beschreiben zu können. Mit Hilfe der Eulergleichung werden dann die dynamischen Gesetze von Drehbewegungen abgeleitet, Stabilitätsuntersuchungen werden durchgeführt und die Auswirkungen von Störmomenten, wie sie im erdnahen und geostationären Orbit wirken, werden analysiert. Die Funktionsweise von Aktuatoren wie Drallräder, Reaktionsräder, Elektromagneten und Kaltgassysteme in Regelkreisen werden behandelt.

Gliederung der Vorlesung:

- Einführung
- Lagekinematik
- Lagedynamik
- Kreiseldynamik
- Spin-Stabilisierung
- Gravitationsgradienten-Stabilisierung
- Dreiachsen-Stabilisierung
- Lagemanöver

Qualifikationsziele

Die Studierenden:

- können die Bedeutung der Dynamik und Lageregelung von Satelliten mit ihren Nutzungsmöglichkeiten zeitgemäß einordnen.
- haben ein Verständnis der Lagekinematik und -dynamik von Satelliten

- kennen die verschiedenen Lageregelungskonzepte für Satelliten sowie deren Besonderheiten und Einsatzbereiche.

Voraussetzungen

Vorausgesetzt werden Kenntnisse, wie sie in den Bachelor- und Master-Modulen der „Höheren Mathematik“, der „Technischen Mechanik“ sowie der „Werkstoffkunde“ vermittelt werden.

Verwendbarkeit

Voraussetzung für wissenschaftliche Grundlagenuntersuchungen, angewandte Forschung sowie Projektmanagement auf dem Gebiet der Raumfahrt.

Leistungsnachweis

Schriftliche Prüfung 90 Minuten

- 30 Minuten Frageteil: keine Hilfsmittel
- 60 Minuten Aufgabenteil: Skript, Formelsammlung, Taschenrechner

Sonstige Bemerkungen

Die Vorlesung findet in klassischer Form mittels Beamerpräsentation, mündlichem Vortrag und Tafelanschrieb statt. In den Übungen werden typische Aufgaben interaktiv mit den Studenten durchgearbeitet und gelöst.

Zuordnung zu den Studienschwerpunkten siehe Tabelle am Anfang des Dokumentes.

Literatur

- Steiner, Schagerl: Raumflugmechanik
- Hughes P.C.: Spacecraft Attitude and Dynamics

Dauer und Häufigkeit

Das Modul dauert ein Trimester, es findet im Wintertrimester des 2. Master-Studienjahres statt.

Modul 1298 Elektrische Antriebe für die Satellitentechnik

zugeordnet zu: Wahlpflichtmodule Vertiefungsrichtung: Physikalisch-Technische Modellierung in der Anwendung auf Bauingenieurwesen (Module aus LRT und EIT)

Studiengang:	Mathematical Engineering	Modultyp:	Pflicht
Workload gesamt (h):	180 Stunden	ECTS-Punkte:	6
-> Präsenzzeit (h):	144 Stunden	TWS:	6 Stunden
-> Selbststudium (h):	36 Stunden		

Modulbestandteile	12981	Elektrische Antriebe für die Satellitentechnik (Vorlesung (WP) - 2 TWS)
	12982	Seminar elektrische Antriebe für die Satellitentechnik (Seminar (WP) - 2 TWS)
	12983	Projekt elektrische Antriebe für die Satellitentechnik (Projekt (WP) - 2 TWS)

Modulverantwortlicher Prof. Dr.-Ing. Jochen Schein

Inhalt	<ul style="list-style-type: none"> • Grundlegende Begriffe der Antriebstechnik: Geschichte der Antriebstechnik, Was ist Schub, Raketengleichung von Tsiolkowski, Definition spezifischer Impuls, deltaV. • Anwendungen der Grundlagen: Mehrstufige- Raketen, Orbitale und Flugbahnen. • Chemische Antriebstechnik: Funktionsprinzip, Unterscheidungen der Systeme. • Elektrische Antriebstechnik: Plasma - 4th state of Matter, Glimmentladung bis zur Bogenentladung, physikalische Prozesse in einem elektrodengebundenen Plasma, Begriff der Temperatur; Elektrothermische Antriebe (Resistojet und arcjet: Funktionsprinzip und Unterscheidungen der Systeme); Elektrostatische Antriebe (Ionenthruster, MPD und Hall: Funktionsprinzip und Unterscheidungen der Systeme); Miniaturisierung von Systemen, Anwendungen und Probleme. • Anwendung abhängig von Missionsparametern. • Lernziele sind: Plasmaphysikalisches Verständnis, verstehen und erlernen von Grundbegriffen der Antriebstechnik. selbstständige Berechnung und Dimensionierung einfacher elektrischer Antriebssysteme
--------	--

Qualifikationsziele	<p>Der/die Student,-in soll nach erfolgreichem Besuch dieses Kurses in der Lage sein, die Probleme der Antriebstechnik als Teil eines Gesamtsystems zu sehen und einzuordnen. Er soll mit Grundbegriffen der Satellitenantriebstechnik umgehen können und die Unterschiede verschiedener Systeme erkennen und bewerten. Der Satellitenantrieb als Beispiel für eine technologische Entwicklung, die durch bestimmte Randparameter, wie Gewicht, Lebensdauer, Energieverbrauch, Schubanforderungen, eingegrenzt wird, ist typisch für eine industrielle Entwicklung. Es sollen die Grundlagen dafür gelegt werden eine solche Aufgabe zu lösen, und das bestmögliche System für eine bestimmte Anwendung zu finden. Dieser Studiengang erweitert das physikalische</p>
---------------------	---

Basiswissen der Studenten in den Bereich der Plasmaphysik, und erweitert den Horizont der EIT Studenten in Bezug auf die Transparenz der Ingenieurwissenschaften. Es wird gezeigt, wie sehr die Elektrotechnik auch z. B. Teil der Raumfahrttechnik ist.

Voraussetzungen

keine

Verwendbarkeit

Pflichtmodul für die Vertiefungsrichtung ME-EET sowie Wahlpflichtmodul für die Vertiefungsrichtungen ME-M, ME-PTM, ME-VSK des M.Sc.-Studiengangs ME. Wahlpflichtmodul für alle Vertiefungsrichtungen des M.Sc.-Studiengangs EIT.

Leistungsnachweis

Schriftliche Prüfung 90 Minuten (sP-90) oder mündliche Prüfung 30 Minuten (mP-30) sowie Notenschein (NS)

- Referat (Seminar),
- Übungsprojekt (Projekt),
- Take home exam (Vorlesung)

Literatur

- R. G. Jahn: "Physics of Electrical Propulsion", Dover Publications, 2006

Dauer und Häufigkeit

Das Modul dauert 2 Trimester.
Das Modul beginnt jedes Studienjahr jeweils im Herbsttrimester.
Als Startzeitpunkt ist das Herbsttrimester im 1. Studienjahr vorgesehen.

Modul 1303 Embedded Systems mit Studienprojekt Microcontroller

zugeordnet zu: Wahlpflichtmodule Vertiefungsrichtung: Physikalisch-Technische Modellierung in der Anwendung auf Bauingenieurwesen (Module aus LRT und EIT)

Studiengang:	Mathematical Engineering	Modultyp:	Wahlpflicht
Workload gesamt (h):	180 Stunden	ECTS-Punkte:	6
-> Präsenzzeit (h):	60 Stunden	TWS:	5 Stunden
-> Selbststudium (h):	120 Stunden		

Modulbestandteile	13031	Embedded Systems (Vorlesung (WP) - 2 TWS)
	13032	Embedded Systems (Übung (WP) - 1 TWS)
	13033	Microcontroller-Anwendung in der Prozessdatenverarbeitung (Studienprojekt (WP) - 2 TWS)

Modulverantwortlicher Priv.-Doz. Dr.-Ing. Gerhard Staude

Inhalt

Embedded Systems sind meist microcontrollerbasierte Strukturen, die in Gegenstände unseres täglichen Lebens integriert sind und dort komplexe Steuerungs-, Regelungs- und Datenverarbeitungsaufgaben übernehmen. Sie treten in der Regel nicht als Computersysteme mit den klassischen Bedienschnittstellen in Erscheinung. Die daraus resultierenden Einschränkungen und Besonderheiten im Aufbau und der Programmierung dieser Systeme sind Gegenstand der Vorlesung "Embedded Systems". Im Rahmen des Studienprojekts "Microcontroller-Anwendung in der Prozessdatenverarbeitung" können die Studierenden dann nach einer kurzen theoretischen Einführung diese Lehrinhalte selbständig und in freier Zeiteinteilung in der praktischen Anwendung vertiefen.

a) Lehrveranstaltung **Embedded Systems** (PD Dr.-Ing. Staude):

In der Vorlesung "Embedded Systems" werden folgende Themen behandelt:

- Einsatzgebiete für eingebettete Systeme
- Merkmale von reaktiven Systemen
- Sensoren und Aktoren
- Architekturen ausgewählter Mikrocontroller und -prozessoren
- Vertiefung spezieller Hardwarekomponenten (Speicher, Timer, Watchdog, UART, ...)
- Entwicklungstools und Simulationstechniken
- Hardwareanforderungen an Realzeitsysteme
- Echtzeitbetriebssysteme für Embedded-Architekturen
- Schnittstellen und Bussysteme, Middleware
- Hybride und verteilte eingebettete Systeme
- Safety Critical Systems

b) Studienprojekt **Microcontroller-Anwendung in der Prozessdatenverarbeitung** (Prof. Wolf)

In dieser Lehrveranstaltung wird zur Einführung auf den prinzipiellen Aufbau und die Wirkungsweise eines Microcontrollers (MCU) am Beispiel des Mikrocontrollers MC912DG128A eingegangen, bevor die Studierenden zur Vertiefung dieser Grundkenntnisse dann anhand von exemplarischen Beispielen (z.B. Drehzahlregelung eines Gleichstrommotors, Werkzeugmaschinensteuerung, Ablaufsteuerung einer Reaktionszeitmessung) diese vertiefen. Die Programmierung erfolgt in Assembler, da dies den direkten Einblick in die MCU erlaubt. Dabei ist auch der Programmtest mit Hilfe des Debugging eingeschlossen. Für diesen Teil der Lehrveranstaltung steht ein Entwicklungssystem in einem Praktikumsraum zur Verfügung, an dem die Studierenden diese Lehrinhalte selbständig und in freier Zeiteinteilung erarbeiten sollen.

Qualifikationsziele

Ziel der Modulveranstaltung ist es, ein Verständnis der grundlegenden Probleme eingebetteter Systeme, die sich aus der Vorhersagbarkeit des Systemverhaltens, der Beschränkung von Ressourcen und den Besonderheiten der Echtzeitanforderung ergeben, zu vermitteln und in der praktischen Anwendung zu vertiefen.

Die Studierenden sollen nach dieser Modulveranstaltung folgende Kernkompetenzen erworben haben:

- Grundlegendes methodisches Wissen im Bereich des Embedded System Designs in der Mess-, Regel-, und Kommunikationstechnik
- Fähigkeit zur fundierten Technologiebewertung und -auswahl
- Grundkenntnisse im systematischen Entwurf (Modellierung), der Implementierung und der Verifizierung von eingebetteten Systemen
- Verständnis der speziellen Anforderungen und Lösungsansätze von Embedded-Realzeit-Applikationen
- Erwerb von grundlegendem methodischen Wissen zum Bereich Prozessdatenverarbeitung (PDV)
- Erwerb von vertieften Kenntnissen zur Anwendung von Microcontrollern in der Automatisierungstechnik als Kernanwendung in der PDV
- Selbständiges problemorientiertes Erlernen mit Hilfe moderner Medien.

Voraussetzungen

- Grundkenntnisse der Digitalen Schaltungstechnik und der Programmierung

Verwendbarkeit

- Wahlpflichtmodul für alle Vertiefungsrichtungen der Studiengänge Elektrotechnik und Informationstechnik (M. Sc.) und Mathematical Engineering (M. Sc.)

Hinweis : Das Modul ist nur dann verwendbar, wenn keine der zugehörigen Lehrveranstaltungen im Rahmen eines anderen Moduls eingebracht wird!

Leistungsnachweis

Schriftliche Prüfung von 60 Minuten Dauer am Ende der Lehrveranstaltung Embedded Systems und Notenschein für das Studienprojekt

(sP-60 + NoS). Voraussetzung für den Erhalt des Notenscheins ist die erfolgreiche Erstellung einer schriftlichen Projektdokumentation und ihre Präsentation in Form eines Seminarvortrags von 30 Minuten Dauer.

Die Prüfungsergebnisse zu beiden Lehrveranstaltungen gehen zu gleichen Teilen in die Modulnote ein. Die Modulprüfung ist bestanden, wenn jede der beiden Lehrveranstaltungen mindestens mit „ausreichend“ (4.0) bewertet wurde.

Sonstige Bemerkungen

Die Lehreinheiten des Studienprojekts werden von den Studierenden in weitgehend freier Zeiteinteilung aktiv im Versuchslabor erarbeitet.

Literatur

Vahid F. and Givargis T.: Embedded System Design: A Unified Hardware/Software Introduction, John Wiley & Sons, 2002

Peter Marwedel: Eingebettete Systeme, Springer Berlin Heidelberg, 2008

Kupris G., Thamm O.: Mikrocontroller- Design. Hard- und Softwareentwicklung mit dem 68HC12/HCS12. Hanser, 2003

Ungerer T., Brinkschulte U.: Mikrocontroller und Mikroprozessoren. Springer, 2007

http://www.freescale.com/files/microcontrollers/doc/data_sheet/MC912DT128A.pdf

Jacobson E.: Einführung in die Prozeßdatenverarbeitung, Hanser, 1996

Reißenweber B: Prozessdatenverarbeitung, Oldenbourg, 1995, Signatur: /I-LB785

Dauer und Häufigkeit

- Das Modul dauert 2 Trimester.
- Das Modul beginnt jedes Studienjahr jeweils im Frühjahrstrimester.
- Als Startzeitpunkt ist das Frühjahrstrimester des 1. Studienjahrs vorgesehen

Modul 1304 Embedded Systems mit Studienprojekt SPS

zugeordnet zu: Wahlpflichtmodule Vertiefungsrichtung: Physikalisch-Technische Modellierung in der Anwendung auf Bauingenieurwesen (Module aus LRT und EIT)

Studiengang:	Mathematical Engineering	Modultyp:	Wahlpflicht
Workload gesamt (h):	180 Stunden	ECTS-Punkte:	6
-> Präsenzzeit (h):	60 Stunden	TWS:	5 Stunden
-> Selbststudium (h):	120 Stunden		

Modulbestandteile	13041	Embedded Systems (Vorlesung (WP) - 2 TWS)
	13042	Embedded Systems (Übung (WP) - 1 TWS)
	13043	SPS-Ein Studienprojekt aus der Automatisierungstechnik (Studienprojekt (WP) - 2 TWS)

Modulverantwortlicher Priv.-Doz. Dr.-Ing. Gerhard Staude

Inhalt

Embedded Systems sind meist microcontrollerbasierte Strukturen, die in Gegenstände unseres täglichen Lebens integriert sind und dort komplexe Steuerungs-, Regelungs- und Datenverarbeitungsaufgaben übernehmen. Sie treten in der Regel nicht als Computersysteme mit den klassischen Bedienschnittstellen in Erscheinung. Die daraus resultierenden Einschränkungen und Besonderheiten im Aufbau und der Programmierung dieser Systeme sind Gegenstand der Vorlesung "Embedded Systems". Im Rahmen des Studienprojekts "SPS - Ein Studienprojekt aus der Automatisierungstechnik" können die Studierenden dann nach einer kurzen theoretischen Einführung diese Lehrinhalte selbständig und in freier Zeiteinteilung in der praktischen Anwendung vertiefen.

a) Lehrveranstaltung **Embedded Systems** (PD Dr.-Ing. Staude):

In der Vorlesung "Embedded Systems" werden folgende Themen behandelt:

- Einsatzgebiete für eingebettete Systeme
- Merkmale von reaktiven Systemen
- Sensoren und Aktoren
- Architekturen ausgewählter Mikrocontroller und -prozessoren
- Vertiefung spezieller Hardwarekomponenten (Speicher, Timer, Watchdog, UART, ...)
- Entwicklungstools und Simulationstechniken
- Hardwareanforderungen an Realzeitsysteme
- Echtzeitbetriebssysteme für Embedded-Architekturen
- Schnittstellen und Bussysteme, Middleware
- Hybride und verteilte eingebettete Systeme
- Safety Critical Systems

b) **Studienprojekt SPS - Ein Studienprojekt aus der Automatisierungstechnik** (Prof. Wolf)

Eine Speicherprogrammierbare Steuerung (SPS) ist eine elektronische Baugruppe, die in der Automatisierungstechnik für Steuerungs- und Regelungsaufgaben eingesetzt wird. Im Prinzip handelt es sich dabei um ein Computersystem mit spezialisierten Eingabe und Ausgabe Schnittstellen. Über diese ist die SPS mit Sensoren und Aktuatoren verbunden und kann so Fertigungsprozesse überwachen und beeinflussen. Wesentlich ist bei der SPS, dass sie programmierbar ist und damit jederzeit flexibel Produkt-, Ablauf- oder Fertigungsveränderungen angepasst werden kann.

Diese Wahlpflichtvorlesung baut auf grundlegendem Wissen zur SPS-Programmierung auf und vermittelt weitergehendes Wissen sowie dessen praktische Anwendung in einem Studienprojekt. Dieses umfasst die Ablaufsteuerung von komplexen Fertigungsprozessen unter Einbeziehung von Modellaufbauten. Methodisch werden dann vorwiegend Werkzeuge des Blended-Learnings eingesetzt

Qualifikationsziele

Ziel der Modulveranstaltung ist es, ein Verständnis der grundlegenden Probleme eingebetteter Systeme, die sich aus der Vorhersagbarkeit des Systemverhaltens, der Beschränkung von Ressourcen und den Besonderheiten der Echtzeitanforderung ergeben, zu vermitteln und in der praktischen Anwendung zu vertiefen.

Die Studierenden sollen nach dieser Modulveranstaltung folgende Kernkompetenzen erworben haben:

- Grundlegendes methodisches Wissen im Bereich des Embedded System Designs in der Mess-, Regel-, und Kommunikationstechnik
- Fähigkeit zur fundierten Technologiebewertung und -auswahl
- Grundkenntnisse im systematischen Entwurf (Modellierung), der Implementierung und der Verifizierung von eingebetteten Systemen
- Verständnis der speziellen Anforderungen und Lösungsansätze von Embedded-Realzeit-Applikationen
- Erwerb von erweitertem methodischen Wissen zum Bereich Speicherprogrammierbare Steuerungen (SPS) und ihrer Anwendung in der Automatisierungstechnik.
- Sicheres Beherrschen der Programmierung mit SPS-Step7 und der entsprechenden Programmierumgebung
- Training on Job der Step7 Programmierung anhand einer komplexen Anwendung (Projekt)
- Selbständiges problemorientiertes Erlernen mit Hilfe moderner Medien.

Voraussetzungen

- SPS Basiswissen, z.B. aus dem B. Sc. Wahlpflichtmodul "SPS - Eine Einführung in das Konzept und die Programmierung von Speicherprogrammierbaren Steuerungen"
- Wegen der studentenzentrierten Ausrichtung muss die Teilnehmerzahl für diese Veranstaltung auf 6 Teilnehmer beschränkt werden.

Verwendbarkeit	<ul style="list-style-type: none">• Wahlpflichtmodul für alle Vertiefungsrichtungen der Studiengänge Elektrotechnik und Informationstechnik (M. Sc.) und Mathematical Engineering (M. Sc.) <p>Hinweis: Das Modul ist nur dann verwendbar, wenn keine der zugehörigen Lehrveranstaltungen im Rahmen eines anderen Moduls eingebracht wird!</p>
Leistungsnachweis	<p>Schriftliche Prüfung von 60 Minuten Dauer am Ende der Lehrveranstaltung Embedded Systems und Notenschein für das Studienprojekt (sP-60 + NoS). Voraussetzung für den Erhalt des Notenscheins ist die erfolgreiche Erstellung einer schriftlichen Projektdokumentation und ihre Präsentation in Form eines Seminarvortrags von 30 Minuten Dauer.</p> <p>Die Prüfungsergebnisse zu beiden Lehrveranstaltungen gehen zu gleichen Teilen in die Modulnote ein. Die Modulprüfung ist bestanden, wenn jede der beiden Lehrveranstaltungen mindestens mit „ausreichend“ (4.0) bewertet wurde.</p>
Sonstige Bemerkungen	<p>Die Lehreinheiten des Studienprojekts werden von den Studierenden in weitgehend freier Zeiteinteilung aktiv im Versuchslabor erarbeitet.</p>
Literatur	<p>Vahid F. and Givargis T.: Embedded System Design: A Unified Hardware/Software Introduction, John Wiley & Sons, 2002</p> <p>Peter Marwedel: Eingebettete Systeme, Springer Berlin Heidelberg, 2008</p> <p>G. Wellenreuther, D. Zastrow: Automatisieren mit SPS - Theorie und Praxis. Vieweg-Verlag, 2008.</p>
Dauer und Häufigkeit	<p>Das Modul dauert 2 Trimester.</p> <p>Das Modul beginnt jedes Studienjahr jeweils im Frühjahrstrimester. Als Startzeitpunkt ist das Frühjahrstrimester des 1. Studienjahrs vorgesehen</p>

Modul 1379 Embedded Systems und Kryptologie

zugeordnet zu: Wahlpflichtmodule Vertiefungsrichtung: Physikalisch-Technische Modellierung in der Anwendung auf Bauingenieurwesen (Module aus LRT und EIT)

Studiengang:	Mathematical Engineering	Modultyp:	Pflicht
Workload gesamt (h):	180 Stunden	ECTS-Punkte:	6
-> Präsenzzeit (h):	72 Stunden	TWS:	6 Stunden
-> Selbststudium (h):	108 Stunden		

Modulbestandteile	13791	Embedded Systems (Vorlesung (PF) - 2 TWS)
	13792	Embedded Systems (Übung (PF) - 1 TWS)
	13793	Ausgewählte mathematische Methoden in Kryptographie und Codierungstheorie (Vorlesung (PF) - 2 TWS)
	13794	Ausgewählte mathematische Methoden in Kryptographie und Codierungstheorie (Übung (PF) - 1 TWS)

Modulverantwortlicher Priv.-Doz. Dr.-Ing. Gerhard Staude

Inhalt

a) Lehrveranstaltung **Embedded Systems** :

Embedded Systems sind meist microcontrollerbasierte Strukturen, die in Gegenstände unseres täglichen Lebens integriert sind und dort komplexe Steuerungs-, Regelungs- und Datenverarbeitungsaufgaben übernehmen. Sie treten in der Regel nicht als Computersysteme mit den klassischen Bedienschnittstellen in Erscheinung. Die daraus resultierenden Einschränkungen und Besonderheiten im Aufbau und der Programmierung dieser Systeme sind Gegenstand der Vorlesung.

In der Lehrveranstaltung "Embedded Systems" werden folgende Themen behandelt:

- Einsatzgebiete für eingebettete Systeme
- Merkmale von reaktiven Systemen
- Sensoren und Aktoren
- Architekturen ausgewählter Mikrocontroller und -prozessoren
- Vertiefung spezieller Hardwarekomponenten (Speicher, Timer, Watchdog, UART, ...)
- Entwicklungstools und Simulationstechniken
- Hardwareanforderungen an Realzeitsysteme
- Echtzeitbetriebssysteme für Embedded-Architekturen
- Schnittstellen und Bussysteme, Middleware
- Hybride und verteilte eingebettete Systeme
- Safety Critical Systems

b) Lehrveranstaltung **Ausgewählte mathematische Methoden in Kryptographie und Codierungstheorie** :

Die Veranstaltung "Ausgewählte mathematische Methoden der Kryptographie und Codierungstheorie" befasst sich mit ausgewählten und fortgeschrittenen Themen aus der Kryptographie und/oder der Codie-

rungstheorie. Hierhin gehören kryptographische Verfahren, die auf zahlentheoretischen Ergebnissen aufsetzen, und "gute" Codes, die man mit Hilfe von algebraischen Kurven gefunden hat. Sowohl kryptographische als auch codierungstheoretische Inhalte sind vorgesehen; die Gewichtung zwischen diesen beiden Gebieten kann aber variieren.

Qualifikationsziele

a) Lehrveranstaltung **Embedded Systems** :

Ziel der Lehrveranstaltung "Embedded Systems" ist es, ein Verständnis der grundlegenden Probleme eingebetteter Systeme, die sich aus der Vorhersagbarkeit des Systemverhaltens, der Beschränkung von Ressourcen und den Besonderheiten der Echtzeitanforderung ergeben, zu vermitteln.

Die Studierenden sollen nach der Lehrveranstaltung Embedded Systems folgende Kernkompetenzen erworben haben:

- Grundlegendes methodisches Wissen im Bereich des Embedded System Designs in der Mess-, Regel-, und Kommunikationstechnik
- Fähigkeit zur fundierten Technologiebewertung und –auswahl
- Grundkenntnisse im systematischen Entwurf (Modellierung), der Implementierung und der Verifizierung von eingebetteten Systemen
- Verständnis der speziellen Anforderungen und Lösungsansätze von Embedded-Realzeit-Applikationen

b) Lehrveranstaltung **Ausgewählte mathematische Methoden der Kryptographie und Codierungstheorie** :

- Einerseits hinreichende Vertrautheit mit den theoretischen Grundlagen; andererseits die Fähigkeit, bestehende Verfahren korrekt zu beurteilen und einzuordnen, und eventuell bei der Entwicklung neuer Verfahren zu assistieren

Voraussetzungen

Generelles Interesse an Mathematik und Theorie. Es ist nützlich, Modul "Elementare Zahlentheorie und Kryptographie" absolviert zu haben, aber bei entsprechender Einsatzbereitschaft nicht unbedingt notwendig.

Verwendbarkeit

- Pflichtmodul in der Vertiefungsrichtung ME-VSK des Studiengangs Mathematical Engineering (M. Sc.)
- Wahlpflichtmodul in den Vertiefungsrichtungen ME-EET, ME-PTM und ME-Mechatronik des Studiengangs Mathematical Engineering (M. Sc.)

Hinweis: Das Modul ist nur dann verwendbar, wenn keine der zugehörigen Lehrveranstaltungen im Rahmen eines anderen Moduls eingebracht wird!

Leistungsnachweis	Schriftliche Prüfung von 90 Minuten Dauer oder mündliche Prüfung von 30 Minuten Dauer (sp-90 oder mP-30). Die genauer Art der Prüfung wird zu Beginn der Lehrveranstaltung bekanntgegeben.
Modulnote	Für die Modulnote werden die Leistungen der Lehrveranstaltungen "Embedded Systems" und "Ausgewählte mathematische Methoden in Kryptographie und Codierungstheorie" im Verhältnis 1:1 gewertet. Die Modulprüfung ist bestanden, wenn jede der beiden Lehrveranstaltungen mindestens mit "ausreichend" (4.0) bewertet wurde.
Literatur	Vahid F. and Givargis T.: Embedded System Design: A Unified Hardware/Software Introduction, John Wiley & Sons, 2002 Peter Marwedel: Eingebettete Systeme, Springer Berlin Heidelberg, 2008
Dauer und Häufigkeit	Das Modul dauert 2 Trimester. Der Modulteil 1 Embedded Systems findet jedes Studienjahr im Frühjahrstrimester statt. Der Modulteil 2 Kryptologie findet jedes Studienjahr im Wintertrimester statt. Als Beginn ist das Frühjahrstrimester im 1. Studienjahr vorgesehen.

Modul 1385 Empfänger und Messtechnik für digitale Kommunikationssysteme

zugeordnet zu: Wahlpflichtmodule Vertiefungsrichtung: Physikalisch-Technische Modellierung in der Anwendung auf Bauingenieurwesen (Module aus LRT und EIT)

Studiengang:	Mathematical Engineering	Modultyp:	Wahlpflicht
Workload gesamt (h):	150 Stunden	ECTS-Punkte:	5
-> Präsenzzeit (h):	60 Stunden	TWS:	5 Stunden
-> Selbststudium (h):	90 Stunden		

Modulverantwortlicher Priv.-Doz. Dr.-Ing. Gerhard Staude

Inhalt

- Mehrträgerübertragungssysteme auf Basis von orthogonalem Frequenzmultiplex (OFDM)
- Grundlagen von OFDM wie Signalgenerierung, Spektrum, Eigenschaften der FFT, etc.
- Modellierung der Störgrößen des Übertragungskanals
- Orthogonalitätsverlust am Empfänger
- Empfängeraufbau und grundlegende Komponenten
- Zeit- und Frequenzsynchronisation
- Kanalschätzung und Entzerrung
- Einflüsse von realen Oszillatoren und Verstärkern auf das Empfangssignal
- Spektrale Auswirkungen von Clipping und Spitzenwertreduktion
- Übertragung von OFDM Signalen über Mehrantennensysteme
- Qualitätsmessung für Sendesignale und Messvorschriften
- Einflüsse von Störgrößen auf die Signalqualität
- Exemplarische Betrachtung von WirelessLAN IEEE 802.11n

Qualifikationsziele

- Überblick über standardisierte digitale Übertragungsverfahren
- Prinzipaufbau digitaler Empfänger
- Modellierung von Übertragungskanal und Störgrößen
- Grundlegende Empfangsalgorithmen
- Grundlagen der Empfänger messtechnik

Voraussetzungen

- Module Mathematik A, Mathematik B und Mathematik C.
- Grundkenntnisse von Systemtheorie und Kommunikationstechnik wie sie in den Lehrveranstaltungen Signale und Kommunikationssysteme sowie Kommunikationstechnik I (BA-Modul „Kommunikationstechnik“) und Kommunikationstechnik II (MA-Modul „Informationsverarbeitung und Kommunikationstechnik“ oder „Kommunikationstechnik B“) vermittelt werden.

Verwendbarkeit

- Wahlpflichtfach in allen Vertiefungsrichtungen des Studiengangs "Elektrotechnik und Informationstechnik (M. Sc.)"
- Wahlpflichtmodul in allen Studienrichtungen des Studiengangs „Mathematical Engineering (M. Sc.)“

- Wahlpflichtmodul in allen Studienrichtungen des Studiengangs
„Computer Aided Engineering (M. Sc.)“

Leistungsnachweis

Schriftliche Prüfung von 60 min Dauer (sP-60) am Ende des Herbsttrimesters oder mündliche Prüfung von 30 min (mP-30). Wiederholungsmöglichkeit am Ende des Wintertrimesters. Die genaue Art der Prüfung wird zu Beginn des Moduls bekannt gegeben.

Literatur

- K.-D. Kammeyer: "Nachrichtenübertragung", Teubner.
- H. Meyr, M. Moeneclaey, S. Fechtel: "Digital Communication Receivers: Synchronization, Channel Estimation, and Signal Processing.", Wiley.

Dauer und Häufigkeit

Das Modul dauert ein Trimester und beginnt jedes Studienjahr jeweils im Herbsttrimester. Als Startzeitpunkt ist das Herbsttrimester im 2. Studienjahr vorgesehen.

Modul 1055 Erdbeobachtung

zugeordnet zu: Wahlpflichtmodule Vertiefungsrichtung: Physikalisch-Technische Modellierung in der Anwendung auf Bauingenieurwesen (Module aus LRT und EIT)

Studiengang:	Mathematical Engineering	Modultyp:	Wahlpflicht
Workload gesamt (h):	150 Stunden	ECTS-Punkte:	5
-> Präsenzzeit (h):	72 Stunden	TWS:	6 Stunden
-> Selbststudium (h):	78 Stunden		

Modulbestandteile	10551	Optische Fernerkundung (Vorlesung (PF) - 2 TWS)
	10552	Interferometrische SAR-Methoden (Vorlesung (PF) - 1 TWS)
	10553	Interferometrische SAR-Methoden (Übung (PF) - 1 TWS)
	10554	Radar- und Lasermethoden (Vorlesung (PF) - 2 TWS)

Modulverantwortlicher Prof. Dr.-Ing. Bernd Eissfeller

Inhalt

Optische Fernerkundung

(Prof.Dr. Helmut Mayer, Fakultät für Informatik)

Die Vorlesung Optische Fernerkundung legt zuerst Grundlagen der Bilderzeugung insbesondere in Bezug auf die Blickrichtungsabhängigkeit der Rückstrahlung. Dies führt zu optischen Sensoren auf Flugzeugen

und Satelliten im sichtbaren und im infraroten Bereich sowie zu Hyperspektralsensoren. Vor allem Erstere sind die Grundlage für die photogrammetrische Stereoauswertung, für die Eigenschaften und Produkte beschrieben werden, sowie für die geometrische Bildentzerrung (Orthophotogenerierung). Für die Auswertung der spektralen Information der Sensoren werden Techniken der überwachten und unüberwachten Klassifikation, wie z.B. Maximum Likelihood, Support Vector Machines (SVM) und Clusteranalyse vorgestellt. Als weitere Datenquelle für GIS werden sowohl luft- als auch bodengestützte Laserscanner eingeführt und es werden Orientierung, Systeme und Anwendungen präsentiert.

Radar- und Lasermethoden

(Honorarprofessor Dr. Helmut Süß, DLR, Oberpfaffenhofen)

- Einleitung und allgemeiner Überblick
- Maxwell'sche Gleichungen / Elektromagnetische Wellen an Grenzflächen
- Streuung elektromag. Wellen an künstlichen und natürlichen Objekten
- Radartechnik
- SAR-Prinzip
- SAR-Systeme
- SAR - Interferometrie (Überblick/Einführung)
- Lasermethoden

Interferometrische SAR-Methoden

(Honorarprofessor Dr. Helmut Süß, DLR, Oberpfaffenhofen)

- InSAR: Interferometrisches SAR (Generierung digitaler Höhenmodelle)
- Verwendung optischer Daten zur Höhenmodellierung (Exkurs)
- DInSAR: Differentielles interferometrisches SAR (Deformationsdetektion)
- PSInSAR/IPTA: Persistent Scatterer Methoden

Qualifikationsziele

- Die Absolventen besitzen grundlegende Kenntnisse über die Erdbeobachtung bzw. über moderne Fernerkundungsverfahren und -sensoren inkl. der synthetischen abbildenden Radarsysteme (SAR).
- Sie kennen die Systemtechniken und die wesentlichen Auswerteverfahren unter Anwendung der digitalen Datenverarbeitung.
- Ihnen sind die vielfältigen Anwendungen wie auch der militärischen Nutzung dieser Technologien (bspw. hyperspektrale Zielpunktidentifikation, militärische Radarfernerkundung) bekannt.
- Sie haben einen Einblick in die innovativen Verfahren der Phasenauswertung bei SAR mit ihren Möglichkeiten zur Ableitung digitaler Höhenmodelle aus Bildpaaren und zur Detektion von Oberflächenänderungen (Deformationsanalyse) mit Hilfe von Bild-Stapeln (Stacks) erhalten. Damit verstehen sie die Voraussetzungen, die notwendigen Planungsschritte und die gesamte Auswertekette, die zur Ableitung hochwertiger Geo-Endprodukte notwendig sind.
- Die Studierenden erhalten in der Vorlesung und Übung Optische Fernerkundung eine Übersicht über Sensoren und Techniken der optischen Fernerkundung. Ein Schwerpunkt liegt im Bereich der photogrammetrischen zwei- (2D) und dreidimensionale (3D) Erfassung von Objekten für Geoinformationssysteme (GIS), wie z.B. Straßen, Gebäude, Vegetation, aus Luftbildern. Es wird ein Überblick über verfügbare Sensorsystem für Flugzeuge und auf Satelliten gegeben. Es wird aufgezeigt, wie mittels überwachter oder unüberwachter Klassifikation die spektrale Bildinformation genutzt werden kann, um Objektarten, wie z.B. Wald, Wiese oder Siedlung, zu unterscheiden. Für alle Sensoren und Techniken wird die praktische Anwendbarkeit herausgehoben.

Voraussetzungen

Mathematik, Experimentalphysik, Messtechnik, Programmierkenntnisse.

Verwendbarkeit

Erweiterung des Grundwissens auf den Gebieten optische, multispektrale, hyperspektrale sowie Radar-Fernerkundung und anderer Erdbeobachtungsverfahren. Verständnis der Auswerteprozesse und Anwendungen bei der militärischen und zivilen Nutzung der Fernerkundung. Erarbeitung von Spezialwissen auf dem Gebiet der interferometrischen SAR-Verfahren bspw. zur Ableitung von digitalen Höhenmo-

dellen als wesentliche zivile und militärische Planungs- und Karten-
grundlage.

Leistungsnachweis

Einführung in die Erdbeobachtung und Interferometrische SAR-Methoden wird gemeinsam geprüft: schriftliche Prüfung 90 Minuten oder mündliche Prüfung 30 Minuten. Radar- und Lasermethoden: mündliche Prüfung 30 Minuten oder schriftliche Prüfung 60 Minuten. In die Gesamtmodulnote geht die Prüfung "Einführung in die Erdbeobachtung und Interferometrische SAR-Methoden" zu 2/3 und die Prüfung "Radar- und Lasermethoden" zu 1/3 ein.

Sonstige Bemerkungen

Dieses Modul kann auch als Munich-Aerospace-Partnermodul belegt werden.
Zuordnung zu den Studienschwerpunkten siehe Tabelle am Anfang des Dokumentes.

Literatur

- Albertz J.: Einführung in die Fernerkundung. Darmstadt: Wissenschaftliche Buchgesellschaft, 2001. (Standardlehrbuch für die Veranstaltung "Einführung in die Erdbeobachtung").
- Lillesand T.M., Kiefer R.W.: Remote Sensing and Image Interpretation. John Wiley & Sons Inc, 2008. (wichtige Ergänzung für die Veranstaltung "Einführung in die Erdbeobachtung?").
- Efford N.: Digital Image Processing. Addison-Wesley, 2000. (Ergänzungen für die Veranstaltung "Einführung in die Erdbeobachtung").
- CEOS - Committee on Earth Observation Satellites: The Earth Observation Handbook. ESA Special Publication SP-1315. June, 2008. (Online-Version: <http://www.eohandbook.com>).
- Borengasser M., Hungate W.S., Watkins R.: Hyperspectral Remote Sensing. Principles and Applications. CRC Press, 2007.
- Kalacska M.; Sanchez-Azofeifa G.A. (editors): Hyperspectral Remote Sensing of Tropical and Sub-Tropical Forests. CRC Press, 2008.
- Massonet D.; Souyris J.-C.: Imaging with Synthetic Aperture Radar. 1. Auflage, EPFL Press, 2008. (Lehrbuch für die Veranstaltungen "Radar- und Lasermethoden" sowie "Interferometrische SAR-Methoden?").
- Ferretti A., Monti-Guarnieri A., Prat, C., Rocca F. Massonet D.: InSAR Principles-Guidelines for SAR Interferometry Processing and Interpretation. ESA technical publication TM-19, February, 2007. (Standardlehrbuch für die Veranstaltung "Interferometrische SAR-Methoden").

Dauer und Häufigkeit

Das Modul dauert zwei Trimester, es beginnt im Wintertrimester des 1. Master-Studienjahres.

Modul 1366 Explorative Statistik

zugeordnet zu: Wahlpflichtmodule Vertiefungsrichtung: Physikalisch-Technische Modellierung in der Anwendung auf Bauingenieurwesen (Module aus LRT und EIT)

Studiengang:	Mathematical Engineering	Modultyp:	Wahlpflicht
Workload gesamt (h):	150 Stunden	ECTS-Punkte:	5
-> Präsenzzeit (h):	48 Stunden	TWS:	4 Stunden
-> Selbststudium (h):	102 Stunden		

Modulbestandteile	13661	Explorative Statistik (Vorlesung (WP) - 3 TWS)
	13662	Explorative Statistik (Übung (WP) - 1 TWS)

Modulverantwortlicher Prof. Dr. rer. nat. Dr.-Ing. Stefan Schäffler

Inhalt

Zuerst werden Grundlagen der deskriptiven Statistik erläutert. Dabei werden die zentralen Begriffe des Merkmals und Merkmalsträgers definiert und es wird geklärt, welche Möglichkeiten es zur Beschreibung auf Basis statistischer Kenngrößen gibt. Hierbei kommt es auch darauf an, Merkmale bzw. Merkmalsträger zu vergleichen und voneinander zu differenzieren. Der Teil liefert das statistische Handwerkzeug für die weiteren Methoden und Verfahren. Im zweiten Teil werden Methoden der explorativen Datenanalyse vorgestellt. Hierbei geht es vor allem um die interaktive statistische Graphik. Die statistische Graphik ermöglicht die visuelle Beschreibung und Untersuchung von gegebenen Daten. Die Graphiken beschreiben die mit Mitteln der deskriptiven Statistik aufbereiteten Daten. Ein Kernaspekt bei der Exploration stellt die Interaktivität dar. Dabei geht es vor allem um die unabdingbare spezielle softwaretechnische Unterstützung beim Prozess der Exploration der Daten. Verschiedene Techniken werden dazu vorgestellt.

Mit dem letzten Teil werden Verfahren der explorativen Datenanalyse betrachtet. Wenn Merkmale aufgrund der beobachteten Daten auf latente Merkmale hin untersucht werden, kann die Faktorenanalyse Unterstützung liefern. Sollen dagegen Merkmalsträger auf Basis der beobachteten Daten gruppiert werden, ist die Clusteranalyse ein probates Mittel. Bei beiden Verfahren werden Strukturen in den Daten aufgedeckt. Im Gegensatz dazu wird beim letzten beschriebenen Verfahren der Regressionsanalyse ein hypothetisches Modell überprüft und auf seine Plausibilität untersucht. Alle drei Verfahren nutzen die beschriebenen explorativen Methoden und deskriptiven

Kenngößen. Sämtliche Inhalte werden parallel zur theoretischen Vermittlung rechnerisch und mit realen Anwendungsdaten geübt. Jeder Studierende erhält bestimmte Übungsaufgaben zur Datenanalyse, die er in Eigenarbeit durchführen und deren Ergebnisse er in einer kurzen Vorführung präsentieren soll.

Qualifikationsziele	<ul style="list-style-type: none">• Fähigkeit zur Klassierung von Daten anhand des Merkmalstyps.• Fähigkeit zur Beschreibung und Bestimmung von uni- und multivariaten Kenngößen von Merkmalsträgern und Merkmalen.• Fähigkeit zur uni- und multivariaten graphischen Darstellung von Merkmalen und Merkmalsträgern.• Fähigkeit zum Umgang mit fehlenden Werten in Daten.• Fähigkeit zur Anwendung von Techniken der interaktiven statistischen Graphik zur Exploration von Daten.• Fähigkeit anhand der gegebenen Daten und Fragestellung entsprechende Verfahren der explorativen Datenanalyse anzuwenden.• Fähigkeit zum Umgang mit anerkannter Software im Bereich der Datenanalyse.• Fähigkeit zur Interpretation der Ergebnisse aus Klassierung, Beschreibung, Kenngößenbestimmung, graphischen Darstellung, Exploration und Verfahrensanwendung.• Fähigkeit zur Einordnung und Bewertung der Klassierung, Beschreibung, Kenngößenbestimmung, graphischen Darstellung, Exploration und Verfahrensanwendung auf Basis des dafür notwendigen mathematischen Hintergrunds.• Fähigkeit zum Transfer auf reale Situationen.• Fähigkeit zur Präsentation eigener Datenanalyse-Ergebnisse.
Voraussetzungen	<ul style="list-style-type: none">• Kenntnisse<ul style="list-style-type: none">o in den Modulen „Mathematik A“, „Mathematik B“ und „Mathematik C“ odero im Modul „Mathematische Statistik“o in einer Programmiersprache (z.B. JAVA)
Verwendbarkeit	Wahlpflichtmodul in sämtlichen Vertiefungsrichtungen der Masterstudiengänge EIT, ME, CAE, INF.
Leistungsnachweis	Schriftlich Prüfung von 75 min Dauer (sP-75) oder mündliche Prüfung von 30 min Dauer (mP-30). Die genaue Art der Prüfung wird zu Beginn des Moduls bekannt gegeben.
Dauer und Häufigkeit	Häufigkeit des Angebots: jedes Studienjahr im WT. vorgesehener Startzeitpunkt innerhalb des Studiengangs im 1. Jahr im Masterstudiengang

Modul 1223 FEM in der Antriebstechnik

zugeordnet zu: Wahlpflichtmodule Vertiefungsrichtung: Physikalisch-Technische Modellierung in der Anwendung auf Bauingenieurwesen (Module aus LRT und EIT)

Studiengang:	Mathematical Engineering	Modultyp:	Wahlpflicht
Workload gesamt (h):	150 Stunden	ECTS-Punkte:	5
-> Präsenzzeit (h):	60 Stunden	TWS:	5 Stunden
-> Selbststudium (h):	90 Stunden		

Modulbestandteile	12231	FEM in der Antriebstechnik (Vorlesung (WP) - 2 TWS)
	12232	FEM in der Antriebstechnik (Übung (WP) - 3 TWS)

Modulverantwortlicher Prof. Dr.-Ing. Dieter Gerling

Inhalt

- Einführung in die Methode der Finiten Elemente (FEM),
- Maxwell'sche Gleichungen,
- Vorstellung verschiedener FEM-Software-Produkte (ANSYS, OPERA),
- Berechnung des magnetischen Kreises von elektrischen Maschinen,
- Berechnung von Temperaturverläufen in elektrischen Maschinen,
- Modellbildung,
- Erstellung des Gitternetzes,
- Berücksichtigung nichtlinearer Materialeigenschaften,
- Berechnung wichtiger Auslegungsgrößen (Induktion, Drehmoment, Erwärmung),
- Anwendungsbeispiele: hochausgenutzte elektrische Maschinen für Elektrofahrzeuge (permanentmagneterregte Synchronmaschinen, geschaltete Reluktanzmaschinen).

Qualifikationsziele

- Kenntnisse numerischer Berechnungsverfahren mit Hilfe der Methode der Finiten Elemente (FEM),
- Einführung in spezielle FEM-Software-Produkte (ANSYS, OPERA),
- Lösungsstrategien für elektromagnetische, thermische und akustische Problemstellungen,
- Beurteilung und Darstellung der Ergebnisse aus numerischen Berechnungen.

Voraussetzungen

Kenntnisse in „Elektrische Maschinen und Antriebe“, wie sie z.B. in einem der Module „Elektrische Maschinen und Antriebe (EIT)“, „Energietechnik B“ (EIT) oder „Elektrische Maschinen und Antriebe (ME)“ aus den jeweiligen B.Sc.-Studiengängen vermittelt werden.

Verwendbarkeit

Wahlpflichtmodul aus dem allgemeinen Wahlpflichtmodulkatalog nach den zugehörigen Modulhandbüchern für die Master-Studiengänge:

- Elektrotechnik und Informationstechnik (M.Sc.) -

- Vertiefungsrichtungen „Energietechnische Systeme“,
„Kommunikationstechnik“ oder „Sicherheitstechnik“;
• Mathematical Engineering (M.Sc.) - Vertiefungsrichtung „Mechatronik“

Leistungsnachweis

Schriftliche Prüfung von 45 - 120 min. Dauer (sP-45-120) oder mündliche Prüfung von 15 - 40 min. Dauer (mP-15-40), kombinierbar mit Notenschein (NoS) oder Teilnahmechein (TS) oder Notenschein (NoS). Die genaue Art der Prüfung wird zu Beginn des Moduls bekannt gegeben.

Literatur

G. Dajaku: Vorlesungsskript „FEM in der Antriebstechnik“, UniBw München, EAA, 2010
W. Schätzing: „FEM für Praktiker - Band 4: Elektrotechnik“, 2. Auflage, Expert-Verlag, Renningen, 2009

Dauer und Häufigkeit

Das Modul dauert 1 Trimester.
Das Modul beginnt jedes Studienjahr jeweils im Frühjahrstrimester. Als Startzeitpunkt ist das Frühjahrstrimester im 1. Studienjahr vorgesehen.

Modul 1056 Filter- u Schätzverfahren

zugeordnet zu: Wahlpflichtmodule Vertiefungsrichtung: Physikalisch-Technische Modellierung in der Anwendung auf Bauingenieurwesen (Module aus LRT und EIT)

Studiengang:	Mathematical Engineering	Modultyp:	Wahlpflicht
Workload gesamt (h):	150 Stunden	ECTS-Punkte:	5
-> Präsenzzeit (h):	48 Stunden	TWS:	4 Stunden
-> Selbststudium (h):	102 Stunden		

Modulbestandteile	10561	Filter- und Schätzverfahren (Vorlesung (PF) - 2 TWS)
	10562	Filter- und Schätzverfahren (Übung (PF) - 2 TWS)

Modulverantwortlicher Prof. Dr.-Ing. Hans-Joachim Wünsche

Inhalt

Die Studierenden erwerben im Modul Filter- und Schätzverfahren einen detaillierten Einblick in Methoden zur optimalen Schätzung von nicht direkt oder nur schlecht messbaren Zustandsgrößen aus verrauschten Messgrößen.

Ausgehend von einer Wiederholung von Grundlagen der Stochastik werden Verfahren zur Filterung verrauschter Messdaten und zur Schätzung nicht messbarer Zustandsgrößen aus verrauschten Messdaten vorgestellt.

Im Einzelnen werden folgende Themen behandelt:

- 1) Einführung: Wiederholung zur Darstellung linearer, zeitdiskreter Systeme im Zustandsraum und zur Beobachtbarkeit. Auffrischung von Grundlagen der Stochastik und der Fehlermodellierung. Wahl von Koordinatensystemen.
- 2) Lineare Schätzer: Lineare Ausgleichsrechnung (mehr Gleichungen als Unbekannte) und lineare, gewichtete Ausgleichsrechnung. Hieraus Ableitung des Gauss-Markov-Schätzers sowie des rekursiven Gauss-Markov-Schätzers.
- 3) Wiederholung des Luenberger Beobachters im Zustandsraum
- 4) Kalman-Filter: Ausgehend vom regulären, diskreten Kalman Filter werden das erweiterte Kalman Filter sowie das stabilisierte Kalman Filter behandelt. Filter-Tuning, Genauigkeit, Vergleich mit dem Beobachter. Sequentielle Innovation.
- 5) Einführung in die Square Root Filter. Der UD-faktorierte Kalman Filter.
- 6) Unscented Kalman Filter.
- 7) Partikel filter
- 8) Spezielle Themen der Filter- und Schätztheorie:
 - Verarbeitung von Messwerten aus unterschiedlichen Zeitpunkten.
 - Zuordnung realer Messwerte zu vorhergesagten Messwerten (welcher Messwert gehört zu welchem Objekt?).
 - Datenfusion

Qualifikationsziele	<p>Die Studierenden</p> <ol style="list-style-type: none">1) kennen die wesentlichen Verfahren zur Filterung verrauschter Messdaten und zur Schätzung unbekannter Zustandsgrößen aus solchen Daten.2) verstehen die wesentlichen Unterschiede zwischen den einzelnen Verfahren und kennen ihre Vor- und Nachteile3) können die erlernten Kenntnisse im darauf folgenden Praktikum „Autonome Systeme“ beim Aufbau eines autonomen Modell-Fahrzeugs anwenden. Dabei wird eine einfache „Fahrbahn“ über eine ins Fahrzeug eingebaute Kamera erfasst, woraus über die erlernten Schätzverfahren der Bewegungszustand des Fahrzeugs geschätzt wird. Im Wettbewerb optimieren Studenten-Teams diese Zustandschätzer und dazu entwickelte Zustandsregler zur Erzielung optimaler Rundenzeiten.
Voraussetzungen	Notwendig sind gute Kenntnisse der in den Modulen „Digitale Regelung“ und „Moderne Methoden der Regelungstechnik“ vermittelten Kenntnisse (vor allem zeitdiskrete Zustandsraumdarstellung), sowie Grundkenntnisse in Stochastik und höherer Mathematik.
Verwendbarkeit	<p>Sehr viele ingenieurtechnische Aufgaben erfordern die Rekonstruktion oder Filterung von Daten aus verrauschten Sensordaten oder Messwerten. Anwendungen reichen von der Schätzung der Trajektorie von Flugkörpern oder der Bahn von Satelliten oder anderer Fahrzeuge bis zur Bestimmung der eigenen Lage z.B. über GPS Laufzeitmessungen.</p> <p>Darüberhinaus sind viele regelungstechnische Aufgaben erst nach Beobachtung oder Schätzung nicht direkt messbarer Zustandsgrößen lösbar, z.B. nach Schätzung der Position des eigenen Fahrzeugs oder Flugzeugs im 3D-Raum aus den 2D-Bildern einer on-board Kamera oder eines Laserscanners.</p>
Leistungsnachweis	Schriftliche Prüfung 75 Minuten oder mündliche Prüfung 30 Minuten
Sonstige Bemerkungen	<p>Dieses Modul kann auch als Munich-Aerospace-Partnermodul belegt werden.</p> <p>Zuordnung zu den Studienschwerpunkten siehe Tabelle am Anfang des Dokumentes.</p>
Dauer und Häufigkeit	Das Modul dauert 1 Trimester, es findet im Herbsttrimester des 1. Master-Studienjahres statt.

Modul 1061 Flugsystemtechnik I

zugeordnet zu: Wahlpflichtmodule Vertiefungsrichtung: Physikalisch-Technische Modellierung in der Anwendung auf Bauingenieurwesen (Module aus LRT und EIT)

Studiengang:	Mathematical Engineering	Modultyp:	Pflicht
Workload gesamt (h):	150 Stunden	ECTS-Punkte:	5
-> Präsenzzeit (h):	48 Stunden	TWS:	4 Stunden
-> Selbststudium (h):	102 Stunden		

Modulbestandteile 10611 Flugsystemtechnik I (Vorlesung (PF) - 4 TWS)

Modulverantwortlicher Prof. Dr.-Ing. Peter Stütz

Inhalt

Nachdem im Bachelor-Modul „Luftfahrtsysteme“ das Gesamtsystem „Luftfahrt“ bestehend aus Luftfahrzeug, Betreiber, Nutzer und Öffentlichkeit skizziert und Luftfahrzeuge in ihren konfigurativen Merkmalen und wesentlichen, den Phänotyp bestimmenden Baugruppen beschrieben wurden, wird im Modul „Luftfahrtsysteme I“ detaillierter auf einzelne Teilsysteme eines Luftfahrzeuges eingegangen. Die Betrachtung erfolgt dabei sowohl von funktionaler als auch systemtechnischer Sicht. Die dabei vorgenommenen Betrachtungen gelten dabei sowohl für Flächenflugzeuge als auch Drehflügler.

Der erste Teil der Lehrveranstaltung befasst sich zunächst mit den Subsystemen, deren Aufgabe die Bereitstellung, Umformung und Weiterleitung verschiedener Energieformen ist. Dazu wird zunächst auf das

- Antriebssystem

und darauf auch die sogenannten Grundsysteme

- Hydraulik,
- Elektrik,
- Pneumatik und
- Kraftstoff

eingegangen. Anschließend wird das, darauf aufbauende

- Flugsteuerungssystem

behandelt.

Der zweite Teil der Lehrveranstaltung befasst sich dann mit dem generellen Design und der Analyse sogenannter Sicherheitskritischer Systeme. Um die Bedeutung und spezifischen Anforderungen im Luftfahrtbereich in dieser Hinsicht zu verstehen, wird zudem auf die grundlegenden luftfahrttechnischen Regularien und Definitionen sowie auf die Durchführung einer systematischen Sicherheitsbeurteilung in den einzelnen Phasen des System-Entwurfs von Luftfahrzeugen eingegangen. Als Einstieg in die Thematik erfolgt einleitend die Definition und Abgrenzung wichtiger Begriffe wie Sicherheit, Zuverlässigkeit und

Verfügbarkeit. Grundlegend für die weiteren Betrachtungen wird anschließend auf das Ausfallverhalten von Bauteilen, deren Ausfallwahrscheinlichkeiten, Ausfallraten und die mathematische Beschreibung mittels Weibull-Verteilungen eingegangen. Im Weiteren werden Designansätze zur Erhöhung der Sicherheit und Zuverlässigkeit, wie

- Redundanz und
- Diversität

vorgelegt sowie Analysemethoden wie

- Failure Hazard Analyses,
- Failure Mode and Effects Analysis,
- Fault Tree Analyses,
- Dependence Diagram
- Markov Analyses

diskutiert und an einem Beispiel angewendet.

Qualifikationsziele

- 1) Der/die Studierende hat vertiefte Kenntnisse der einzelnen Baugruppen und Subsysteme eines Luftfahrzeuges.
- 2) Der/die Studierende kennt Aufgaben und Leistungsgrenzen der grundlegenden Luftfahrzeugsysteme und kann unterschiedliche technische Varianten vergleichen.
- 3) Der/die Studierende ist in der Lage, Auswirkungen des Ausfalls bzw. der Fehlfunktion bestimmter Subsysteme und Komponenten hinsichtlich ihrer Relevanz für die Missionserfolg und insbesondere Flugsicherheit zu beurteilen.
- 4) Der/die Studierende kennt die Anforderungen und den Ablauf eines Safety Assessments in der Luftfahrt und kann die wesentlichen, dazu notwendigen Methoden anwenden.

Voraussetzungen

Luftfahrtsysteme

Verwendbarkeit

Es wird grundlegendes Fach- und Methodenwissen für die spätere Tätigkeit als System- und Entwicklungsingenieur vermittelt.

Leistungsnachweis

Schriftliche Prüfung 120 Minuten oder mündliche Prüfung 30 Minuten

Sonstige Bemerkungen

Zuordnung zu den Studienschwerpunkten siehe Tabelle am Anfang des Dokumentes.

Literatur

- Moir I.; Seabridge A.: Aircraft Systems; Wiley, 2008.
- Langton R. (Ed.); Aircraft Fuel Systems; Wiley, 2009.
- Birrolini; Zuverlässigkeit von Geräten und Systemen; Springer, Berlin, 1997
- SAE ARP 4761; Guidelines and Methods for Conducting the Safety Assessment Process on Civil Airborne Systems and Equipment

Dauer und Häufigkeit

Das Modul dauert ein Trimester, es findet im Herbsttrimester des 1. Master-Studienjahres statt.

Modul 1062 Flugsystemtechnik II

zugeordnet zu: Wahlpflichtmodule Vertiefungsrichtung: Physikalisch-Technische Modellierung in der Anwendung auf Bauingenieurwesen (Module aus LRT und EIT)

Studiengang:	Mathematical Engineering	Modultyp:	Pflicht
Workload gesamt (h):	150 Stunden	ECTS-Punkte:	5
-> Präsenzzeit (h):	48 Stunden	TWS:	4 Stunden
-> Selbststudium (h):	102 Stunden		

Modulbestandteile	10621	Flugsystemtechnik II (Vorlesung (PF) - 3 TWS)
	10622	Flugsystemtechnik II (Seminar (PF) - 1 TWS)

Modulverantwortlicher Prof. Dr.-Ing. Peter Stütz

Inhalt

Nachdem im Master-Modul "Flugsystemtechnik I" auf die Grundsysteme eines Luftfahrzeuges eingegangen wurde, vertieft das Modul "Flugsystemtechnik II" die Kenntnisse in weiteren, zum Großteil elektronisch dominierten Teilsystemen und Komponenten.

Da in heutigen Luftfahrzeugen die Vernetzung der einzelnen Subsysteme sowie der jeweiligen funktionalen Domänen in hohem Grade zunimmt, wird im ersten Teil der Lehrveranstaltung "Avionik" auf die IT-technische Infrastruktur eingegangen und dabei die

- Grundlagen eingebetteter Rechnersysteme und -strukturen,
- digitale Bussysteme sowie die sog.
- "Integrierte Modulare Avionik"

angesprochen.

Anschließend werden weitere, darauf aufbauende Subsysteme wie

- Kommunikations- und Datalinksysteme
- Missionssensorsysteme sowie
- Bewaffnung / ECM / ESM / DASS.

behandelt.

Abschließend werden durch die Studierenden ausgewählte Einzelthemen, die an den behandelten Inhalt angelagert sind, aufbereitet und in Form von Kurzpräsentationen vorgetragen.

Qualifikationsziele

- 1) Der/die Studierende hat vertiefte Kenntnisse der IT-technische Infrastruktur an Bord eines Luftfahrzeugs.
- 2) Der/die Studierende kennt Aufgaben und Leistungsgrenzen der wesentlichen Kommunikations- und Datalinksysteme als Schnittstelle zum Boden.
- 3) Der/die Studierende kennt die Stärken und Schwächen verschiedener Missionssensorsysteme, kann die unterschiedlichen techni-

schen Varianten vergleichen und hat vertiefte Kenntnisse über deren Funktionsprinzip.

Voraussetzungen

Luftfahrtsysteme, Flugsystemtechnik I

Verwendbarkeit

Es wird grundlegendes Fach- und Methodenwissen für die spätere Tätigkeit als System- und Entwicklungsingenieur vermittelt.

Leistungsnachweis

Benoteter Schein

Die Erstellung der Kurzpräsentationen erfolgt als Gruppenarbeit. Der Schein setzt sich zusammen aus der bewerteten Kurzpräsentation und einer weiteren mündlichen/schriftlichen Wissensabfrage.

Sonstige Bemerkungen

Dieses Modul kann auch als Munich-Aerospace-Partnermodul belegt werden.

Zuordnung zu den Studienschwerpunkten siehe Tabelle am Anfang des Dokumentes.

Literatur

- Moir; Seabridge; Civil Avionics Systems; Wiley, 2003.
- Tooley; Aircraft Digital Electronics and Computer Systems; Elsevier, 2007
- Flühr; Avionik und Flugsicherungstechnik; Springer, 2009

Dauer und Häufigkeit

Das Modul dauert ein Trimester, es findet im Wintertrimester des 2. Master-Studienjahres statt.

Modul 1063 Flugzeugaerodynamik

zugeordnet zu: Wahlpflichtmodule Vertiefungsrichtung: Physikalisch-Technische Modellierung in der Anwendung auf Bauingenieurwesen (Module aus LRT und EIT)

Studiengang:	Mathematical Engineering	Modultyp:	Pflicht
Workload gesamt (h):	150 Stunden	ECTS-Punkte:	5
-> Präsenzzeit (h):	48 Stunden	TWS:	4 Stunden
-> Selbststudium (h):	102 Stunden		

Modulbestandteile	10631	Flugzeugaerodynamik (Vorlesung (PF) - 2 TWS)
	10632	Flugzeugaerodynamik (Übung (PF) - 2 TWS)

Modulverantwortlicher Prof. Dr. rer. nat. habil. Christian Kähler

Inhalt	<ul style="list-style-type: none"> • Kompressible Strömung/Aerodynamik • Pfeilflügel • Hochauftriebshilfen • Reine Überschallaerodynamik • Theorie schlanker Körper • Aerodynamik des Triebwerkeinlaufs • Rumpfaerodynamik • Flügel-Rumpf-Kombination
--------	---

Qualifikationsziele	<p>Die Studierenden sind in der Lage, dem Einfluss der Kompressibilität auf die Profilaerodynamik Rechnung zu tragen.</p> <p>Die Studierenden beherrschen die Anwendung der Potentialgleichung bei kompressibler Strömung.</p> <p>Die Schwierigkeiten des Flügels in der Transonik sind den Studierenden bekannt.</p> <p>Die Studierenden wissen um die Auswirkung der Flügelpfeilung.</p> <p>Die Studierenden kennen die Varianten mechanischer Hochauftriebshilfen und deren potentialtheoretische Berechnungsmethodik.</p> <p>Den Studierenden ist die Berechnung von Strömungen an Verdichtungsstößen bzw. Expansionsfächern geläufig. Die Berechnung aerodynamischer Beiwerte an Profilen sowie die Grundzüge der Flächenregeln sind verstanden.</p> <p>Die Studierenden verstehen die Aerodynamik des Triebwerkeinlaufs.</p> <p>Die Studierenden können die Umströmung einfacher Rumpfgeometrien mit Hilfe der Potentialtheorie nachvollziehen und kennen die mit reibungsbehafteter Strömung verbundenen Probleme und Gegenmaßnahmen.</p>
---------------------	--

Voraussetzungen	Vorausgesetzt werden Kenntnisse aus den Modulen „Höhere Mathematik“, „Strömungsmechanik“ und „Grundlagen der Aerodynamik“
-----------------	---

Verwendbarkeit	Die Flugzeugaerodynamik stellt die Voraussetzung für die aerodynamische Auslegung von Fluggeräten in allen Machzahlbereichen zur Verfügung.
Leistungsnachweis	Schriftliche Prüfung 75 Minuten oder mündliche Prüfung 30 Minuten
Sonstige Bemerkungen	Die Vorlesung ist für die Beamer-Projektion konzipiert. In der Übung werden unter Einbeziehung der Studierenden Aufgaben vorgerechnet. Zuordnung zu den Studienschwerpunkten siehe Tabelle am Anfang des Dokumentes.
Literatur	<ul style="list-style-type: none">• Schlichting H., Truckenbrodt E.A.: Aerodynamik des Flugzeuges. Band 1. Springer Verlag, 2000.• Schlichting H., Truckenbrodt E.A.: Aerodynamik des Flugzeuges. Band 2. Springer Verlag, 2000.• Bertin J.J., Smith M.L.: Aerodynamics for Engineers. Prentice-Hall, 1989.• Anderson J.D.: Fundamentals of Aerodynamics. McGraw-Hill Book Company, 1984.
Dauer und Häufigkeit	Das Modul dauert 1 Trimester. Es findet im Wintertrimester des 1. Master-Studienjahres statt.

Modul 1064 Flugzeugentwurf

zugeordnet zu: Wahlpflichtmodule Vertiefungsrichtung: Physikalisch-Technische Modellierung in der Anwendung auf Bauingenieurwesen (Module aus LRT und EIT)

Studiengang:	Mathematical Engineering	Modultyp:	Pflicht
Workload gesamt (h):	150 Stunden	ECTS-Punkte:	5
-> Präsenzzeit (h):	60 Stunden	TWS:	5 Stunden
-> Selbststudium (h):	90 Stunden		

Modulbestandteile	10641	Flugzeugentwurf (Vorlesung, Übung (PF) - 5 TWS)
-------------------	-------	--

Modulverantwortlicher	Prof. Dr.-Ing. Peter Stütz
-----------------------	----------------------------

Inhalt

Das Modul "Flugzeugentwurf" liefert die Grundlagen für den konzeptionellen Vorentwurf von Flächenflugzeugen. Hierbei sollen die Studenten in die Lage versetzt werden, anhand vorgegebener Randbedingungen einen Basisentwurf zu generieren.

Im Einführungskapitel wird der Entwicklungsprozess als Teil des Produktlebensdauerzyklus dargestellt. Weiterhin werden die Interessen und Einflüsse sämtlicher an einem Projekt beteiligten Parteien beleuchtet. In diesem Zusammenhang wird auch auf relevante Zulassungsvorschriften eingegangen. Im weiteren Verlauf beschränken sich die Betrachtungen auf den Konzeptentwurf als Teil des Vorentwurfs.

Zunächst wird das Auslegungsdiagramm, in welchem die grundsätzlichen Entwurfsparameter "Schub/Gewichtsverhältnis" F/G über "Flächenbelastung" G/S aufgetragen sind, allgemein vorgestellt. Im weiteren Verlauf werden aus gestellten Leistungsanforderungen Grenzen des Auslegungsdiagramms entwickelt.

Im ersten Schritt werden die Punkteleistungen (Steigfähigkeit, Beschleunigungsfähigkeit, max. Fluggeschwindigkeit, Dienstgipfelhöhe, durchgehaltene und maximale Wenderaten) hergeleitet, sowie die daraus entstehenden Grenzen im Auslegungsdiagramm bestimmt.

Die Betrachtung der Missionsleistungen erfordert zunächst eine Darstellung möglicher Missionsarten, sowie die Gliederung einer Mission in Missionssegmente.

Im weiteren Verlauf werden Start- und Landestrecke betrachtet. Eine Aufteilung in Teilsegmente erlaubt die Abschätzung der benötigten Roll- und Gesamtstrecken. Anschließend werden die sich aus dieser Betrachtung ergebenden Grenzen im Auslegungsdiagramm bestimmt. Weitere Grenzen wie z.B. Böenlastvielfache, Mindeststeigwinkel bei Triebwerksausfall etc. werden behandelt und dem Auslegungsdiagramm hinzugefügt. Abschließend ergibt sich ein Auslegungsbereich möglicher Kombinationen der Parameter G/S und F/G in dem der Auslegungspunkt gewählt werden muss.

Anschließend an die Behandlung des Auslegungsdiagramms werden Reichweiten- und Warteflug, sowie die Reichweitenoptimierung behandelt.

Mithilfe der nun bekannten Zusammenhänge für Reichweiten-, Warte-, Steig- und Kurvenflug sowie einiger empirischer Ansätze für weitere Flugabschnitte wird mit der Fuel-Fraction-Methode eine Möglichkeit zur Bestimmung des Treibstoffbedarfs für eine vorgegebene Mission vorgestellt. Hiermit ergibt sich auch die Möglichkeit zur Bestimmung des Nutzlast-Reichweiten-Diagramms.

Durch iterative Anwendung der Fuel-Fraction-Methode ist nun eine Bestimmung der Abflugmasse für eine Auslegungsmission möglich. Somit können aus der Wahl des Auslegungspunkts die Größen für die Flügelfläche und den installierten Schub bestimmt werden.

Die bisherigen Betrachtungen hatten zum Ziel, die Grundlegenden Größen für die Erstellung einer Dreiseitenansicht zu bestimmen. In den weiteren Kapiteln werden die Auslegung von Flügel und Rumpf, die Dimensionierung von Leitwerk und Fahrwerk, sowie die Integration von Fahrwerk und Triebwerk behandelt. Hierbei wird insbesondere auf geometrische Randbedingungen sowie die Schwerpunktlage eingegangen.

Im nächsten Schritt wird die Bestimmung der Leermasse anhand von empirischen Formeln behandelt. Hierbei werden Teilmassen für einzelne Baugruppen bestimmt, so dass eine Festlegung des Gesamtschwerpunkts möglich wird.

Abschließend werden die bei einem Projekt entstehenden Kosten behandelt, welche für eine Wirtschaftlichkeitsprognose abgeschätzt werden müssen. Hierfür wird auf ein parametrisches Modell zurückgegriffen.

Qualifikationsziele

- 1) Der/die Studierende kennt den Produkt-Lebensdauerzyklus eines Luftfahrzeugs, sowie die Einbindung des Konzept- und Vorentwurfs.
- 2) Der/die Studierende kennt den Ablauf der Arbeitsschritte im Konzeptentwurf.
- 3) Der/die Studierende kennt die für den Konzeptentwurf wichtigen Auszüge der Zulassungsvorschriften.
- 4) Der/die Studierende kann die Punkteleistungen für ein Fluggerät berechnen und kennt die Einflüsse der konstruktiven Parameter.
- 5) Der/die Studierende kennt die unterschiedlichen Arten von Flugmissionen sowie die Unterteilung in Missionssegmente.
- 6) Der/die Studierende kann die Start- und Landestrecke berechnen und kennt die Einflüsse der konstruktiven Parameter.
- 7) Der/die Studierende kann die Reichweite einer Konfiguration sowie den reichweitenoptimalen Betriebspunkt bestimmen und daraus ein Nutzlast-Reichweitendiagramm erstellen.
- 8) Der/die Studierende kann mit Hilfe des Auslegungsdiagramms anhand vorgegebener Randbedingungen den optimalen Auslegungspunkt für eine Flugzeugkonfiguration bestimmen.
- 9) Der/die Studierende kennt die Grundlagen der Erstellung statistischer Formeln für die Massenabschätzung.
- 10) Der/die Studierende kann mit Hilfe der iterativen Anwendung der Fuel-Fraction-Methode das Abfluggewicht eines Konzeptes abschätzen, sowie die Sensitivitäten bezüglich der Eingangsparameter und der gestellten Anforderungen bestimmen.

- 11) Der/die Studierende kennt die Randbedingungen für die Auslegung von Flügel, Rumpf, Leitwerk und Fahrwerk sowie deren Integration.
- 12) Der/die Studierende kennt die Aufteilung der Gesamt- sowie der Betriebsleermasse in Teilmassen sowie Verfahren zur statistischen Leermasseabschätzung.
- 13) Der/die Studierende kennt die Aufteilung der bei einem Flugzeugprojekt entstehenden Kosten.

Voraussetzungen

Grundlagen der Flugmechanik und Luftfahrttechnik

Verwendbarkeit

Die Inhalte des Moduls liefern die Grundlagen zur Analyse und Synthese von Flächenflugzeugen.

Leistungsnachweis

Benoteter Schein
Die Übung erfolgt als Entwurfsaufgabe in Gruppenarbeit.
Der Schein setzt sich zusammen aus der bewerteten Gruppenarbeit und einer weiteren mündlichen/schriftlichen Wissensabfrage.

Sonstige Bemerkungen

Zuordnung zu den Studienschwerpunkten siehe Tabelle am Anfang des Dokumentes.

Literatur

- Anderson J.D.: Aircraft performance and design. Boston, 1999
- Fielding, J.P.: Introduction to aircraft design. Cambridge, 2003
- Howe, D.: Aircraft Conceptual Design. Suffolk, 2000
- Raymer, D.P.: Aircraft Design: A conceptual Approach. AIAA Education Series, 1992
- Roskam J.: Airplane Design. Parts I-VIII. Kansas, 1989
- Torenbeek, E.: Synthesis of subsonic Airplane Design. Delft, 1982

Dauer und Häufigkeit

Das Modul dauert ein Trimester, es findet im Frühjahrstrimester des 1. Master-Studienjahres statt.

Modul 1364 Fortgeschrittene Methoden der Regelungstechnik

zugeordnet zu: Wahlpflichtmodule Vertiefungsrichtung: Physikalisch-Technische Modellierung in der Anwendung auf Bauingenieurwesen (Module aus LRT und EIT)

Studiengang:	Mathematical Engineering	Modultyp:	Wahlpflicht
Workload gesamt (h):	180 Stunden	ECTS-Punkte:	6
-> Präsenzzeit (h):	72 Stunden	TWS:	6 Stunden
-> Selbststudium (h):	108 Stunden		

Modulbestandteile	13641	Fortgeschrittene lineare Regelung (Vorlesung (WP) - 2 TWS)
	13642	Fortgeschrittene lineare Regelung (Übung (WP) - 1 TWS)
	13643	Nichtlineare Systeme (Vorlesung (WP) - 2 TWS)
	13644	Nichtlineare Systeme (Übung (WP) - 1 TWS)

Modulverantwortlicher Prof. Dr.-Ing. habil. Felix Anritter

Inhalt Lehrveranstaltung a): Fortgeschrittene Lineare Regelung

- Im ersten Abschnitt der Vorlesung wird die Algebraischen Struktur linearer Systeme geklärt, dies erlaubt unter anderem die Parametrierung aller einen Regelkreis stabilisierenden Regler
- Aussagen über Prinzipielle Grenzen des Reglerentwurfs
- Der zweite Teil der Vorlesung beschäftigt sich mit der Formulierung von Anforderungen an einen geschlossenen Regelkreis mittels Funktionennormen. Durch die im ersten Abschnitt gewonnen Erkenntnisse können systemmatisch Regler entworfen werden, die neben der geforderten Stabilität des Regelkreises bestimmte Anforderungen optimal erfüllen (z.B. Minimierung der benötigten Stellenergie).

Lehrveranstaltung b): Nichtlineare Systeme

- Modell- und Darstellungsformen dynamischer Systeme (Eingangs-/Ausgangs-Differentialgleichung, Zustandsraum-Beschreibung, Blockschaltbilder)
- Ruhelagenbegriff bei nichtlinearen Systemen
- Phasendifferentialgleichung
- Linearisierung nichtlinearer Systeme
- Stabilitätsbegriff nach Lyapunov
- Untersuchung des nichtlinearen Standardregelkreises

Qualifikationsziele • Der Hörer kennt grundsätzliche Grenzen der linearen Regelungstheorie und kann damit die Lösbarkeit verschiedenster Aufgabenstellungen einschätzen. Er kennt zudem zahlreiche Begriffe der fortgeschrittenen linearen Theorie und kann sich nach Abschluß des Moduls selbständig in verschiedene fortgeschrittene Methoden einlesen.

- Fähigkeit, die Unterschiede zwischen einem nichtlinearen Systemmodell und seiner Linearisierung zu kennen und damit die Gültigkeit einer linearisierten Systembeschreibung beurteilen zu können
- Beherrschung der Analyse der Eigenschaften eines nichtlinearen Systems

Voraussetzungen	Modul „Systemtheorie“ bzw. vergleichbare Veranstaltungen
Verwendbarkeit	<ul style="list-style-type: none">• Wahlpflichtmodul aus dem allgemeinen Wahlpflichtmodulkatalog EIT, verwendbar für alle drei Vertiefungsrichtungen, „Energietechnische Systeme“, „Kommunikationstechnik“ und Sicherheitstechnik• Wahlpflichtmodul aus dem allgemeinen Wahlpflichtmodulkatalog „Mathematical Engineering“; dort verwendbar für alle Vertiefungsrichtungen
Leistungsnachweis	Schriftliche Prüfung von 90 min Dauer (sP-90) oder mündliche Prüfung von 30 min Dauer (mP-30) am Ende des Moduls, in der der Inhalt beider Vorlesungen abgefragt wird.
Literatur	zu Lehrveranstaltung a): <ul style="list-style-type: none">• M. Vidyasagar: "Control System Synthesis, A Factorization Approach", MIT Press, 1985,• K. Meyberg: "Algebra, Teil 1", Hanser Verlag, 1980,• R. Unbehauen: "Systemtheorie 1", Oldenbourg Verlag, 2002. zu Lehrveranstaltung b): <ul style="list-style-type: none">• Föllinger, O.: Nichtlineare Regelungen I und II, Oldenbourg Verlag, 1993• Slotine, J.-E. E. und Li, W.: Applied Nonlinear Control, Prentice Hall, 1991• Unbehauen, R.: Systemtheorie 2, Oldenbourg Verlag, 1998• Engell, S. (Hrsg.): Entwurf nichtlinearer Regelungen, Oldenbourg Verlag, 1995

Modul 1326 Fragen der Mikro- und Nanosystemtechnik

zugeordnet zu: Wahlpflichtmodule Vertiefungsrichtung: Physikalisch-Technische Modellierung in der Anwendung auf Bauingenieurwesen (Module aus LRT und EIT)

Studiengang:	Mathematical Engineering	Modultyp:	Wahlpflicht
Workload gesamt (h):	180 Stunden	ECTS-Punkte:	6
-> Präsenzzeit (h):	72 Stunden	TWS:	2 Stunden
-> Selbststudium (h):	108 Stunden		

Modulbestandteile	13261	Fragen der Mikro- und Nanosystemtechnik (Seminar (WP) - 2 TWS)
-------------------	-------	---

Modulverantwortlicher	Prof. Dr.-Ing. Hermann Baumgärtner
-----------------------	------------------------------------

Inhalt	Mitglieder des Instituts für Physik als auch externe Gäste aus Industrie und Forschungseinrichtungen berichten über aktuelle Herausforderungen und Ergebnisse aus Forschung und Entwicklung auf den Gebieten der Mikro- und Nanosystemtechnik
--------	---

Qualifikationsziele	Die Studierenden erhalten einen Überblick über den aktuellen Stand der Forschung und Entwicklung in der Industrie und öffentlichen Forschungseinrichtungen.
---------------------	---

Voraussetzungen	Die Module Technologie der Halbleiter und Mikrosysteme, Werkstoffe der Elektrotechnik und Nanotechnologie sind hilfreich, aber nicht zwingend vorausgesetzt.
-----------------	--

Verwendbarkeit	Wahlpflichtmodul für Vertiefungsrichtungen der Masterstudiengänge EIT, ME, INF Anwendungsfach Elektrotechnik.
----------------	---

Leistungsnachweis	Regelmäßige Teilnahme über 3 Trimester für den Erhalt eines Teilnahme-scheins. oder Regelmäßige Teilnahme über 3 Trimester und ein 45 min. Vortrag für einen benoteten Schein
-------------------	---

Literatur	Handout der Vortragenden
-----------	--------------------------

Dauer und Häufigkeit	Das Modul erstreckt sich über 3 Trimester <ul style="list-style-type: none"> • Häufigkeit des Angebots: jedes Studienjahr in allen Trimestern • vorgesehener Startzeitpunkt: Jedes Trimester, spätestens 3 Trimester vor Studiumsende
----------------------	---

Modul 1065 FVW-Strukturen

zugeordnet zu: Wahlpflichtmodule Vertiefungsrichtung: Physikalisch-Technische Modellierung in der Anwendung auf Bauingenieurwesen (Module aus LRT und EIT)

Studiengang:	Mathematical Engineering	Modultyp:	Pflicht
Workload gesamt (h):	150 Stunden	ECTS-Punkte:	5
-> Präsenzzeit (h):	48 Stunden	TWS:	4 Stunden
-> Selbststudium (h):	102 Stunden		

Modulbestandteile	10651	FVW-Strukturen (Vorlesung, Übung (PF) - 4 TWS)
-------------------	-------	---

Modulverantwortlicher	Prof. Dr.-Ing. Helmut Rapp
-----------------------	----------------------------

Inhalt

Die Studierenden erhalten im Modul „FVW-Strukturen“ einführende Kenntnisse über das Verhalten und die Berechnung von Strukturen aus Faserverbundwerkstoffen (FVW). Schwerpunkt bildet die Einführung in die klassische Laminattheorie sowie anzuwendende Versagenshypothesen. Hinweise zur Analyse von Faserverbundstrukturen mittels analytischer und numerischer (FE-) Methoden sowie zur konstruktiven Gestaltung und zur Herstellung runden das Modul ab. Das Modul gliedert sich in folgende Abschnitte:

- Materialien
Faserwerkstoffe,
Matrixwerkstoffe.
- Unidirektionalschicht (UD-Schicht)
Eigenschaften der UD-Schicht,
Werkstoffgesetz der UD-Schicht,
Matrixschumpf und Feuchteaufnahme.
- Mehrschichtverbunde (klassische Laminattheorie)
Transformation der UD-Schicht,
Werkstoffgesetz der geschichteten Platte,
Berechnung von Spannungen in den Einzellagen,
Schubspannungen infolge Querkraft der geschichteten Platte.
- Versagenskriterien
Maximale Spannung, maximale Dehnung,
Versagenskriterien von Hoffmann, Tsai-Wu, Puck.
- Berechnung von FVW-Strukturen
Auslegung und Optimierung von Laminaten,
Stabartige Elemente,
3D-Laminattheorie,
Krafteinleitungen (Bolzen, Schlaufen, Klebung).
- Hinweise zur Fertigung

Qualifikationsziele

- 1) Die Studierenden kennen die Einzelkomponenten von Faserverbundwerkstoffen und deren Eigenschaften. Sie wissen, wie diese Werkstoffkomponenten im Verbund zusammenwirken.

- 2) Die Studierenden verstehen das Verhalten orthotroper und anisotroper Werkstoffe, sie können das Versagen solcher Werkstoffe anhand von verschiedenen Bruchkriterien beurteilen.
- 3) Die Studierenden sind in der Lage, die Eigenschaften beliebig aufgebauter Lamine rechnerisch zu ermitteln und deren Eigenschaften im Hinblick auf zu konstruierende Strukturen zu beurteilen.
- 4) Die Studierenden kennen die Stärken, aber auch die Schwächen des Faserverbundwerkstoffes beim Einsatz in tragenden Strukturen.
- 5) Die Studierenden wissen, wie Strukturen aus Faserverbundwerkstoffen hergestellt werden können und welche fertigungsabhängigen Eigenschaften beachtet werden müssen.

Voraussetzungen

Vorausgesetzt werden Kenntnisse in "Festigkeitslehre"

Verwendbarkeit

Das Modul vermittelt die Grundlagen der Konstruktion und der Berechnung von Strukturen aus Faserverbundwerkstoffen. Diese Kenntnisse sind von Bedeutung für alle Strukturen aus Faserverbundwerkstoffen, nicht nur aus dem Bereich der Luft- und Raumfahrttechnik, sondern auch der Automobil- und Windenergie-technik sowie dem allgemeinen Maschinenbau bis hin zu Sportgeräten.

Leistungsnachweis

Schriftliche Prüfung 90 Minuten (30 Minuten Fragenteil ohne Hilfsmittel, 60 Minuten Aufgabenteil mit allen Hilfsmitteln) oder mündliche Prüfung 30 Minuten (ohne Hilfsmittel)

Sonstige Bemerkungen

Zuordnung zu den Studienschwerpunkten siehe Tabelle am Anfang des Dokumentes.

Literatur

- Schürmann H.: Konstruieren mit Faser-Kunststoff-Verbunden. Berlin: Springer-Verlag, 2005.
- Moser K.: Faser-Kunststoff-Verbund. Entwurfs- und Berechnungsgrundlagen. Düsseldorf: VDI-Verlag, 1992.
- Puck A.: Festigkeitsanalyse von Faser-Matrix-Laminaten. Carl Hanser Verlag: München, 1996.
- Tsai S.W., Hahn T.: Introduction to Composite Materials. Westport/Conn.: Technomic Publishing Company, 1980.
- Vinson J.R., Sierakowski R.L., The behavior of Structures Composed of Composite Materials. Kluwer Academic Publishers, Dordrecht, 2002

Dauer und Häufigkeit

Das Modul dauert ein Trimester, es findet im Wintertrimester des 2. Master-Studienjahres statt.

Modul 1066 Gasdynamik

zugeordnet zu: Wahlpflichtmodule Vertiefungsrichtung: Physikalisch-Technische Modellierung in der Anwendung auf Bauingenieurwesen (Module aus LRT und EIT)

Studiengang:	Mathematical Engineering	Modultyp:	Pflicht
Workload gesamt (h):	150 Stunden	ECTS-Punkte:	5
-> Präsenzzeit (h):	48 Stunden	TWS:	4 Stunden
-> Selbststudium (h):	102 Stunden		

Modulbestandteile	10661	Gasdynamik (Vorlesung (PF) - 2 TWS)
	10662	Gasdynamik (Übung (PF) - 2 TWS)

Modulverantwortlicher Prof. Dr. rer. nat. habil. Christian Kähler

Inhalt	<ul style="list-style-type: none"> • Thermodynamische Grundlagen der Gasdynamik • Überschallströmung: Lavaldüsenströmung, kritische Strömungsgrößen, senkrechter Verdichtungsstoß • Schiefer Verdichtungsstoß, anliegende/abgelöste Stoßformen • Prandtl-Meyer-Strömung • Gasdynamische Grundgleichung • Charakteristikenverfahren • Schallnahe Strömung • Hyperschallströmung • Reibungseffekte • Realgaseffekte • Versuchsanlagen und Messmethoden der Gasdynamik
--------	--

Qualifikationsziele	<ul style="list-style-type: none"> • Die Studierenden können Form und Lage auftretender Verdichtungsstöße vorhersagen • Die Studierenden kennen die aerodynamischen Probleme im Unter- und Überschall und beherrschen deren mathematische Behandlung • Die Studierenden sind mit Effekten der Schallnahen Strömung und der Hyperschallströmung vertraut • Die Studierenden beherrschen die Anwendung des Charakteristikenverfahrens • Die Studierenden sind mit der Erzeugung von Überschallströmung und mit der wesentlichen Messtechnik zur Analyse kompressibler Strömung vertraut
---------------------	--

Voraussetzungen	Grundkenntnisse aus Höherer Mathematik und Physik sowie Kenntnisse, wie sie im Modul "Strömungsmechanik und Aerodynamik" vermittelt werden.
-----------------	---

Verwendbarkeit	Die Inhalte der Vorlesung liefern die theoretischen Grundlagen und das notwendige Verständnis zur Analyse und Vorhersage von kompressiblen Strömungen. Die erworbenen Kenntnisse über transsoni-
----------------	--

sche, supersonische und hypersonische Strömung bilden die Grundlage für ein tieferes Verständnis der Strömungsphänomene in der Luft – und Raumfahrttechnik.

Leistungsnachweis

Schriftliche Prüfung 90 Minuten (Hilfsmittel: nicht-programmierbarer Taschenrechner) oder mündliche Prüfung 30 Minuten (ohne Hilfsmittel).

Sonstige Bemerkungen

Literatur

- Anderson J.D.: Modern Compressible Flow: With Historical Perspective. McGraw-Hill Series in Aeronautical & Aerospace Engineering, McGraw Hill Higher Education. 1990.
- Krause E.: Strömungslehre, Gasdynamik und Aerodynamisches Laboratorium. 208 Aufgaben mit Lösungen sowie 11 ausführlichen Versuchen im Aerodynamischen Laboratorium. Vieweg+Teubner, 2003.
- Oswatitsch K.: Grundlagen der Gasdynamik. Springer-Verlag GmbH, 1987.
- Oswatitsch K.: Spezialgebiete der Gasdynamik. Schallnähe, Hyperschall, Tragflächen, Wellenausbreitung. Springer-Verlag, 1982.
- Zierep J.: Theoretische Gasdynamik. Karlsruhe: G. Braun-Verlag, 1991.
- Landau L.D., Lifschitz, E.M.: Hydrodynamik. Bd. 6, 1990, Verlag Harri Deutsch

Dauer und Häufigkeit

Das Modul dauert 1 Trimester, es findet im Wintertrimester des 1. Master-Studienjahres statt.

Für Studierende der Vertiefungsrichtung ME-PTM-LRT des Studiengangs Mathematical Engineering (M.Sc.) ist das Modul im Wintertrimester des 2. Studienjahrs vorgesehen.

Modul 1278 Halbleiterproduktionstechnik

zugeordnet zu: Wahlpflichtmodule Vertiefungsrichtung: Physikalisch-Technische Modellierung in der Anwendung auf Bauingenieurwesen (Module aus LRT und EIT)

Studiengang:	Mathematical Engineering	Modultyp:	Wahlpflicht
Workload gesamt (h):	210 Stunden	ECTS-Punkte:	7
-> Präsenzzeit (h):	84 Stunden	TWS:	7 Stunden
-> Selbststudium (h):	126 Stunden		

Modulbestandteile	12781	Halbleiterproduktionstechnik (Vorlesung (WP) - 3 TWS)
	12782	Halbleiterproduktionstechnik (Praktikum (WP) - 4 TWS)

Modulverantwortlicher Prof. Dr.-Ing. Walter Hansch

Inhalt

Vorlesung: Es werden die ökonomischen Produktionsbedingungen einer Halbleiterfabrik herausgearbeitet, Bewertungskriterien für die Effizienz der Produktion und Optimierungspotentiale diskutiert.

Detaillierter Inhalt Teil 1: Überblick zur Historie der Entwicklung von Halbleiterprodukten und deren Märkte; grundlegende Statistik für Wahrscheinlichkeitsberechnungen in der Produktion; Diskussion klassischer und moderner Produktionsmodelle wie Lagerhaltungsmodelle oder Just-in-Time; Überblick zur technologischen Herstellung des Produktes Halbleiter-IC; Diskussion von Produktionseigenheiten in Halbleiterfabriken wie Herstellung in Losen, Automatisierung, workflow; detaillierte Untersuchungen zur „Factory Dynamics“: Beschreibung des physikalischen Verhaltens einer Produktionslinie durch mathematische Gleichungen, 4 Partner Modell, Warteschlangentheorie, die Gesetze und Leistungsparameter (wie Kapazität, Auslastung, Durchlaufzeit, Materialbestand) zur Evaluierung der Produktivität; Träume und Albträume von Managern; Overall Equipment und Factory Efficiency (OEE, OFE); Qualitätsmanagement, Maschinenfähigkeitsuntersuchungen, Design of Experiments, Statistische Prozeßkontrolle der Produktion und Optimierungspotentiale diskutiert

Praktikum: Es werden die Ergebnisse der Vorlesung in Versuchen nachvollzogen. Hierbei werden modernste Theorien wie DOE, SPC oder Produktivitätssoftware für die Studierenden zur Verfügung gestellt und deren Methoden an praktischen Beispielen vermittelt

Detailliert Inhalt Teil 2: Gruppenspiel zur Erfassung von Performanceparametern (Kapazität, Durchlaufzeiten, Betriebskennlinie) einer Produktionslinie ("Penny-Fab"); Software-Simulation und Optimierung von Produktionslinien; Software-Simulation zum Design-of-Experiments: Methoden des DOE, Parameter und notwendige Mindestanzahl von Versuchen zur Prozeßoptimierung, Auffinden des Optimums, Vertrauensbereich, Fluktuationen, Datenaufbereitung für Berichte; Experimente zum Design-of-Experiments: Aufstellen der Taguchi-Matrix,

Trockenätzungen zum Veraschen von Photolack, Berechnung und Verifizierung des Prozeßoptimums; Methoden des Qualitätsmanagements: Maschinenfähigkeitsuntersuchungen zur Partikeldichte im Reinraum, statistische Prozeßkontrolle: Prozeßbewertung, Eingriffsgrenzen

Qualifikationsziele	Die Studierenden sind nach dem Modul fähig die Methoden und Verfahren zur Erfassung und Reduzierung von Produkterstellungskosten, am Beispiel einer Halbleiterfabrik, anzuwenden. Hierzu gehören Kompetenzen in der Erfassung, Bewertung und Optimierung von Performance und Produktivitätsfaktoren einer Produktionslinie. Die erlernten Methoden zur Bestandsaufnahme, der Produktionszusammenhänge und der übergreifenden, kontinuierlichen Effizienzsteigerung stellen für die Studierenden eine fächerübergreifende, ingenieurwissenschaftliche Qualifikation dar.
Voraussetzungen	<ul style="list-style-type: none">• Kenntnisse in Integral- und Differentialrechnung, Statistik, Interesse an technischen und ökonomischen Zusammenhängen in einer Produktionslinie;
Verwendbarkeit	Wahlpflichtmodul für alle Vertiefungsrichtungen EIT
Leistungsnachweis	<ul style="list-style-type: none">• Nach der Vorlesung eine Prüfung, schriftlich, 60 min (=40%)• Praktikum: Eingangstest (=10%), Versuchsdurchführung (20%), Ausarbeitung (20%), Abschlussprüfung (10%)
Literatur	z.B. W.J.Hopp, M.L.Spearman: Factory Physics, McGraw-Hill, 2001; G.Linß: Qualitätsmanagement für Ingenieure, Fachbuchverlag Leipzig im Carl Hanser Verlag, 2005
Dauer und Häufigkeit	<ul style="list-style-type: none">• Das Modul dauert 2 Trimester.• Der Modulteil 1 findet jedes Studienjahr jeweils im Frühjahrstrimester statt, der Modulteil 2 im folgenden Herbsttrimester.• Als Startzeitpunkt ist das 9. Trimester (Frühjahr) vorgesehen.

Modul 1412 Informationstechnik in der interdisziplinären Anwendung - Fahrerassistenz- und Sicherheitssysteme

zugeordnet zu: Wahlpflichtmodule Vertiefungsrichtung: Physikalisch-Technische Modellierung in der Anwendung auf Bauingenieurwesen (Module aus LRT und EIT)

Studiengang:	Mathematical Engineering	Modultyp:	Wahlpflicht
Workload gesamt (h):	150 Stunden	ECTS-Punkte:	5
-> Präsenzzeit (h):	48 Stunden	TWS:	4 Stunden
-> Selbststudium (h):	102 Stunden		

Modulbestandteile	18463	Modellierung menschlichen Verhaltens in Informationssystemen (Vorlesung (WP) - 2 TWS)
	18464	Konzepte von Fahrerassistenzsystemen (Vorlesung (WP) - 2 TWS)

Modulverantwortlicher Priv.-Doz. Dr.-Ing. Gerhard Staude

Inhalt

Fahrerassistenzsysteme sind für die Automobilindustrie von großer Bedeutung, um das Fahren in Zukunft sicherer, komfortabler und energiesparender zu machen. Für die effiziente Entwicklung von Fahrerassistenzsystemen sind Methoden der Informationstechnik unverzichtbar, die anhand dieses durchgängigen Praxisbeispiels in der Lehrveranstaltung nahegebracht werden.

Die besondere Herausforderung in der Fahrerassistenz liegt in der Rolle des Fahrers, der nach wie vor die Verantwortung für die sichere Fahrzeugführung innehat. Die informationstechnischen Verfahren müssen daher stets sowohl technische als auch psychophysiologische Aspekte berücksichtigen und erfordern Wissen und Einsatz von Konzepten des menschlichen Verhaltens. Deshalb besteht dieses Modul aus den zwei Komponenten "Modellierung menschlichen Verhaltens" und "Konzepte von Fahrerassistenzsystemen".

a) Lehrveranstaltung Modellierung menschlichen Verhaltens in Informationssystemen
(Dr.-Ing. Michael Dambier)

Die Lehrveranstaltung „Modellierung menschlichen Verhaltens in Informationssystemen“ befasst sich mit Konzepten der menschlichen Informationsverarbeitung und der menschlichen Physiologie und deren Abbildung in Informationssystemen. Ausgehend von Beispielen der Fahrermodellierung und der Modellierung menschlichen Verhaltens in Sicherheitssystemen werden grundlegende Modellierungsprinzipien und -vorgehensweisen erläutert. Die informationstechnischen Verfahren werden in den Beispieldomänen um menschliche Verhaltensaspekte erweitert. Schwerpunkte der Vorlesung sind:

- Grundlagen der Modellierung
- „Funktionsweise“ des Menschen
- Sensortechnologie

- Modellierung des Menschen als Regelement
- Modellierung von menschlichem Verhalten in Sicherheitssystemen

b) Lehrveranstaltung Konzepte von Fahrerassistenzsystemen
(Dr. rer. nat. Dietrich Manstetten)

Die Lehrveranstaltung "Konzepte von Fahrerassistenzsystemen" konzentriert sich auf den Kontext der Rolle des Menschen in der Fahrzeugführung und die zur Unterstützung dieser Aufgabe entwickelten technischen Systeme. Aktuelle Fahrerassistenzsysteme (Elektronisches Stabilitäts Programm ESP, Adaptive Cruise Control ACC, Notbremsysteme, Spurhalteunterstützung, Nachtsichtsysteme) werden aus Unfallforschung und Verkehrstheorie motiviert und im Detail erläutert. Die Implikationen für die sich ändernde Rolle des Fahrers werden dargestellt und anhand von informationstechnischen Technologien der Mensch-Maschine-Schnittstelle bzw. der Fahrerzustandserkennung konkretisiert. Schwerpunkthemen der Vorlesung sind:

- Aufgaben der Fahrzeugführung
- Beispiele für Fahrerassistenzsysteme
- Unfallforschung und Verkehrstheorie
- Umfelderkennung und Sensortechnologie
- Gestaltung der Mensch-Maschine Schnittstelle
- Ermittlung des Fahrerzustandes
- Modellierung des Fahrerverhaltens
- Systemtest mit Fahrsimulatoren und auf Teststrecken
- Der Weg zum Autonomen Fahren

Qualifikationsziele

Die Studierenden sollen nach dieser Lehrveranstaltung folgende Kernkompetenzen erworben haben:

- Grundkenntnisse im Bereich Mensch-Maschine-Interaktion (interdisziplinäre Schlüsseltechnologie)
- Grundkenntnisse der Fahrerassistenzsysteme
- Grundkenntnisse der Modellierung menschlichen Verhaltens
- Konzepte zur Anwendung des Informationstechnik-Wissens auf die Informationsverarbeitung eines Bedieners
- Kenntnisse über aktuelle Entwicklungen im Bereich "Fahrerassistenzsysteme"

Voraussetzungen

Die Lehrveranstaltungen erfordern keine über das B.Sc.-Studium hinausgehenden Vorkenntnisse

Verwendbarkeit

- Wahlpflichtmodul für alle Vertiefungsrichtungen der Studiengänge Elektrotechnik und Informationstechnik (M. Sc.) und Mathematical Engineering (M. Sc.)
- Wahlpflichtmodul für den Studiengang Computer Aided Engineering (M. E.)

- Vorbereitung von Masterarbeiten auf dem Gebiet der Informationssysteme in Fahrzeugen und Sicherheitssystemen

Hinweis: Das Modul ist nur dann verwendbar, wenn keine der zugehörigen Lehrveranstaltungen im Rahmen eines anderen Moduls eingebracht wird!

Leistungsnachweis

Jährlich werden zwei Termine angeboten, an denen alle Teilveranstaltungen des Moduls gemeinsam geprüft werden. Voraussetzung für die Zulassung zur Prüfung ist die Bearbeitung einer Hausaufgabe mit abschließender Ergebnispräsentation.

Für dieses Modul ist eine schriftliche Prüfung von 40 Minuten Dauer (sP-40) vorgesehen. Die Prüfungsergebnisse zu beiden Lehrveranstaltungen gehen zu gleichen Teilen in die Modulnote ein. Die Modulprüfung ist bestanden, wenn jede der in die Modulnote eingehenden Lehrveranstaltungen mindestens mit „ausreichend“ (4.0) bewertet wurde.

Sonstige Bemerkungen

Die Lehrveranstaltungen werden in Absprache jeweils zu Blöcken zusammengefasst. Die Studierenden können Ihre Matlab-Kenntnisse in die Hausaufgabe der Lehrveranstaltung „Modellierung menschlichen Verhaltens in Informationssystemen“ mit einbringen. Weitere Informationen zu diesem Modul gibt es auf der Internet-Seite des Instituts EIT3.2.

Literatur

- H. Winner, S. Hakuli, G. Wolf, „Handbuch Fahrerassistenzsysteme: Grundlagen, Komponenten und Systeme für aktive Sicherheit und Komfort“. Verlag Vieweg&Teubner, 2009
- H. J. Bungartz, S. Zimmer, M. Buchholz, D. Pflüger, „Modellbildung und Simulation - Eine anwendungsorientierte Einführung“. Verlag Springer, 2009.
- B. Schneider, „Die Simulation menschlichen Panikverhaltens - Ein Agenten-basierter Ansatz“. Verlag Vieweg&Teubner, Wiesbaden, 2011

Dauer und Häufigkeit

Das Modul dauert 2 Trimester.
Das Modul beginnt jedes Studienjahr jeweils im Wintertrimester.

Modul 1037 Informations- und Codierungstheorie

zugeordnet zu: Wahlpflichtmodule Vertiefungsrichtung: Physikalisch-Technische Modellierung in der Anwendung auf Bauingenieurwesen (Module aus LRT und EIT)

Studiengang:	Mathematical Engineering	Modultyp:	Wahlpflicht
Workload gesamt (h):	180 Stunden	ECTS-Punkte:	6
-> Präsenzzeit (h):	60 Stunden	TWS:	5 Stunden
-> Selbststudium (h):	120 Stunden		

Modulbestandteile	1037	Informations- und Codierungstheorie (Vorlesung, Übung (WP) - 5 TWS)
-------------------	------	---

Modulverantwortlicher	Prof. Dr. Peter Hertling
-----------------------	--------------------------

Inhalt	<p>Grundlegende Fragen der Informationsverarbeitung sind, wieviel Information man in einen Bitstrom hineincodieren kann und wieviel Information man durch das Senden eines Bitstroms in einer bestimmten Zeit von einem Ort zu einem anderen Ort übertragen kann, wenn der Bitstrom nur mit einer bestimmten Geschwindigkeit gesendet werden kann und die Sendung womöglich noch gestört wird. Diese Fragen werden in der Shannonschen Informationstheorie behandelt, die Inhalt dieser Veranstaltung ist. Dazu werden Grundbegriffe zu Codes eingeführt, der Begriff der Entropie, Nachrichtenquellen und Kanäle. Ziele sind der Quellencodierungssatz und der Kanalcodierungssatz von Shannon.</p> <p>Anschließend werden in der Praxis wichtige Codierungsmethoden behandelt z.B. lineare Codes und Faltungscodes. Es werden Algorithmen und Ergebnisse zu derartigen Codierungsmethoden und zur Decodierung und Fehlerkorrektur einer übertragenen, codierten, aber möglicherweise gestörten Nachricht behandelt werden. Am Ende soll noch eine kurze Einführung in die algorithmische Informationstheorie gegeben werden.</p>
--------	--

Qualifikationsziele	<p>Die Studierenden lernen einerseits grundlegende theoretische Begriffe zur Übertragung von Information durch einen Bitstrom kennen, sowie prinzipielle Grenzen der Informationsübertragung.</p> <p>Andererseits lernen sie wichtige Codierungsmethoden kennen, die in der digitalen elektronischen Datenübertragung verwendet werden. Sie lernen zu beurteilen, welche Codierungsmethoden in welcher Situation vorzuziehen sind. Außerdem sollen sie selbst Algorithmen zur Codierung und Decodierung (auch Fehlerkorrektur) implementieren können.</p>
---------------------	---

Voraussetzungen	Es werden Grundkenntnisse in Analysis, linearer Algebra und Wahrscheinlichkeitstheorie vorausgesetzt.
-----------------	---

Verwendbarkeit

Das Modul kann als Wahlpflichtfach im Vertiefungsfach Theoretische Informatik gewählt werden.

Die Kenntnis der Inhalte dieses Moduls ist sehr nützlich für eine spätere Beschäftigung mit Datenübertragung und elektronischen Kommunikationssystemen

Leistungsnachweis

Schriftliche Prüfung von 60 Minuten Dauer oder mündliche Prüfung von 30 Minuten Dauer. Die Art der Prüfung wird zu Beginn des Moduls bekannt gegeben.

Dauer und Häufigkeit

Das Modul dauert 1 Trimester.
Das Modul wird jedes zweite Studienjahr angeboten und beginnt jeweils im Wintertrimester.

Modul 1455 Integralgleichung und Randelemente

zugeordnet zu: Wahlpflichtmodule Vertiefungsrichtung: Physikalisch-Technische Modellierung in der Anwendung auf Bauingenieurwesen (Module aus LRT und EIT)

Studiengang:	Mathematical Engineering	Modultyp:	Wahlpflicht
Workload gesamt (h):	90 Stunden	ECTS-Punkte:	3
-> Präsenzzeit (h):	36 Stunden	TWS:	3 Stunden
-> Selbststudium (h):	54 Stunden		

Modulbestandteile	14551	Integralgleichungen und Randelemente (Vorlesung (PF) - 3 TWS)
-------------------	-------	--

Modulverantwortlicher	Prof. Dr.sc.math.habil. Joachim Gwinner
-----------------------	---

Inhalt	<ul style="list-style-type: none"> Potentialgleichung: Außen- und Innenrandwertaufgaben Integraldarstellungsformel; Einfach- und Doppelschichtpotential Randintegraloperatoren Variationelle Randformulierungen gemischter Randwertprobleme: Gebietsformulierungen, Randformulierungen) Galerkin-Verfahren; vereinfachte Methode der Finiten Elemente auf dem Rand: „Randelemente“, Approximation mit periodischen Spline-Funktionen Fehlerabschätzungen, Aubin-Nitsche-Trick, Superapproximation Numerische Integration, Kollokationsmethode Hypersinguläre Integrale und ihre Regularisierung
--------	---

Qualifikationsziele	<ul style="list-style-type: none"> Aufbau von Wissen durch Einführung in ein aktuelles Gebiet der angewandten und numerischen Mathematik Kompetenz zum Wissenstransfer aus der mathematischen Forschung in die ingenieurwissenschaftliche Anwendung Fähigkeit zu selbständigem Studium der weiterführenden > englischsprachigen Fachliteratur Vorbereitung auf eine einschlägige Master-Arbeit
---------------------	---

Voraussetzungen	<ul style="list-style-type: none"> unabdingbar: Kenntnisse aus der Linearen Algebra, der Differential- und Integralrechnung für Funktionen mehrerer Veränderlicher und der Numerischen Mathematik empfohlen: Kenntnisse in Partiellen Differentialgleichungen
-----------------	---

Verwendbarkeit	Anwendung des erlangten Wissens in der Masterarbeit und in Modulen aus den Bereichen Numerische Simulation – Computer Aided Engineering.
----------------	--

Leistungsnachweis	Am Ende der Veranstaltung wird eine mündliche Prüfung mit 30 Minuten Dauer abgehalten.
-------------------	--

Sonstige Bemerkungen

Die Veranstaltung kann bei Bedarf in englischer Sprache angeboten werden.

Literatur

- H. Gründemann: Randelementmethoden in der Festkörpermechanik, Fachbuchverlag Leipzig 1991.
- J. Gwinner, E.P. Stephan: Numerical Analysis of Boundary Value Problems and First Kind Integral Equations, Book manuscript.
- G.C. Hsiao, W.L. Wendland, Boundary Integral equations, Springer, Berlin, 2008.
- S. Sauter, C. Schwab: Randelementmethoden, Teubner-Verlag Stuttgart 2004.

Es werden umfangreiche Unterlagen in Form eines Ordners mit Vorlesungs- und Übungsinhalten und weiterführende Inhalte zur Verfügung gestellt.

Dauer und Häufigkeit

Das Modul dauert ein Trimester, es findet im Frühjahrstrimester des 1. Master-Studienjahres statt.

Modul 1068 Leichtbaustrukturen

zugeordnet zu: Wahlpflichtmodule Vertiefungsrichtung: Physikalisch-Technische Modellierung in der Anwendung auf Bauingenieurwesen (Module aus LRT und EIT)

Studiengang:	Mathematical Engineering	Modultyp:	Pflicht
Workload gesamt (h):	150 Stunden	ECTS-Punkte:	5
-> Präsenzzeit (h):	48 Stunden	TWS:	4 Stunden
-> Selbststudium (h):	102 Stunden		

Modulbestandteile	10681	Leichtbaustrukturen (Vorlesung, Übung (PF) - 4 TWS)
-------------------	-------	--

Modulverantwortlicher	Prof. Dr.-Ing. Helmut Rapp
-----------------------	----------------------------

Inhalt	<p>Die Studierenden erhalten im Modul „Leichtbaustrukturen“ vertiefende Kenntnisse über Leichtbaustrukturen. Besondere Berücksichtigung finden Phänomene der Kraffteinleitung und der Stabilität dünnwandiger Strukturen. Ein erster Einblick in die Funktionsweise und Berechnung von Membrankreiszyinderschalen wird gegeben. Das Modul gliedert sich in folgende Abschnitte:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Lastein-/umleitungen, Dreigurtscheibe, analytische Lösung, Shear-Lag Theorie. - Stabilität von Leichtbaustrukturen <ul style="list-style-type: none"> + Stab-Feder-Systeme <ul style="list-style-type: none"> Verzweigungsproblem, Durchschlagsproblem, Systeme mit mehreren Freiheitsgraden, kombinierte Beanspruchungen (Interaktionsformeln). + Elastische Tragwerke <ul style="list-style-type: none"> druckbelasteter Balken mit Vorverformung, Näherungsverfahren für den Balken, elastisch gebetteter Balken, Sandwichknittern, Biegedrillknicken, Kippen, Plattenbeulen, Teilschaleninstabilitäten, Beulen von Kreiszyinderschalen, Konzept der mitttragenden Breite und des Zugfeldes. - Statik der Kreiszyinderschalen <ul style="list-style-type: none"> Übertragungsmatrix der Membranschale, Umfangsbiegesteife Kreiszyinderschale, Spantmatrix.
--------	---

Qualifikationsziele	<p>1) Die Studierenden kennen die wesentlichen Mechanismen, die bei der Einleitung konzentrierter Kräfte in dünnwandige Strukturen wirken. Sie können die dabei auftretenden Spannungen ermitteln und ihre Auswirkungen auf praktische Problemstellungen beurteilen.</p>
---------------------	--

- 2) Die Studierenden erwerben die Fähigkeit, Stabilitätsprobleme dünnwandiger stabartiger Tragwerke zu klassifizieren. Sie können die stabilitätskritischen Lasten für einfache dünnwandige Tragwerke ermitteln.
- 3) Die Studierenden besitzen ein grundlegendes Verständnis für die Wirkungsweise von Membrankreiszyinderschalen ohne und mit Umfangsversteifungen (Spante).

Voraussetzungen

Vorausgesetzt werden Kenntnisse in „Festigkeitslehre“ und „Leichtbau“

Leistungsnachweis

Schriftliche Prüfung 90 Minuten (30 Minuten Fragenteil ohne Hilfsmittel, 60 Minuten Aufgabenteil mit allen Hilfsmitteln) oder mündliche Prüfung 30 Minuten (ohne Hilfsmittel)

Sonstige Bemerkungen

Zuordnung zu den Studienschwerpunkten siehe Tabelle am Anfang des Dokumentes.

Literatur

- Kossira H.: Grundlagen des Leichtbaus. Einführung in die Theorie dünnwandiger stabförmiger Tragwerke. Berlin Heidelberg: Springer Verlag, 1996.
- Wiedemann J.: Leichtbau. Elemente und Konstruktion. Berlin: Springer Verlag, 2007.
- Pflüger A.: Stabilitätsprobleme der Elastostatik. Berlin: Springer-Verlag, 1975.
- Niu M.C.Y.: Airframe Stress Analysis and Sizing. Hong Kong: Hong Kong Conmilit Press Ltd., 1999.

Dauer und Häufigkeit

Das Modul dauert ein Trimester, es findet im Frühjahrstrimester des 1. Master-Studienjahres statt.

Modul 1069 Luftfahrtantriebe

zugeordnet zu: Wahlpflichtmodule Vertiefungsrichtung: Physikalisch-Technische Modellierung in der Anwendung auf Bauingenieurwesen (Module aus LRT und EIT)

Studiengang:	Mathematical Engineering	Modultyp:	Pflicht
Workload gesamt (h):	150 Stunden	ECTS-Punkte:	5
-> Präsenzzeit (h):	48 Stunden	TWS:	4 Stunden
-> Selbststudium (h):	102 Stunden		

Modulbestandteile	10691	Luftfahrtantriebe (Vorlesung (PF) - 2 TWS)
	10692	Luftfahrtantriebe (Übung (PF) - 2 TWS)

Modulverantwortlicher Prof. Dr.-Ing. Reinhard Niehuis

- Inhalt**
- Die Studierenden erwerben im Modul Luftfahrtantriebe ein vertieftes Grundlagenwissen über die verschiedenen Arten und Bauweisen von Antriebssystemen für unterschiedliche Anwendungen in der Luftfahrt:
- Die Studierenden erhalten nach einer kurzen Wiederholung wesentlicher Aspekte der Gasdynamik eine Einführung in das Betriebsverhalten von TL-Triebwerken anhand von Verdichter- und Triebwerks-Kennfeldern. Dabei werden auch Aspekte der Regelung, die Formulierung von geeigneten Ähnlichkeitskenngrößen sowie das instationäre Betriebsverhalten behandelt.
 - Der Zweck und die Vorteile der Mehrwellenbauart werden für TL-Triebwerke dargestellt und es wird dabei auf die aerodynamischen Zusammenhänge sowie einige Aspekte zum Betriebsverhalten von TL-Triebwerken in Zweiwellenbauart eingegangen.
 - In ausführlicher Form wird auf die heute übliche Bauweise, das sogenannte ZTL-Triebwerk eingegangen. Dabei lernen die Studierenden die Einsatzbereiche und Bauarten sowie die aerothermodynamischen Zusammenhänge kennen. Neben der Definition von Kennzahlen werden die Grundlagen zur Berechnung von Schub, spezifischen Brennstoffverbrauch und Wirkungsgraden vorgestellt sowie Optimierungsaspekte angesprochen. Abgerundet wird dies mit der Darstellung der besonderen Gestaltungsanforderungen des Fans.
 - Danach werden die Studierenden mit den Einsatzbereichen und dem Aufbau von PTL-Triebwerken und Turbomotoren vertraut gemacht. Vermittelt werden die aerothermodynamischen Zusammenhänge, Kennzahlen und Ähnlichkeitskenngrößen, der Einfluss der Hauptauslegungsparameter auf Schub und spezifischen Brennstoffverbrauch sowie Aspekte von Teillast und Regelung. Nach der Darstellung der Bauarten von PTL-Triebwerken werden aktuelle Tendenzen und so genannte Propfan-Triebwerkskonzepte erläutert.
 - Das Modul schließt mit einer Darstellung von Triebwerken für den Überschallflug. Die Studierenden lernen die speziellen Anforderungen kennen, wobei insbesondere auf Überschalleinlaufdiffusoren, die Schubdüsegestaltung für den Überschallflug sowie Triebwerke mit Nachverbrennung eingegangen wird.

Qualifikationsziele	<ul style="list-style-type: none">• Die Studierenden besitzen ein vertieftes Verständnis der verschiedenen Triebwerksarten, deren spezielle Bauweise und Einsatzbereiche in der Luftfahrt.• Die Studierenden besitzen die Fähigkeit, mithilfe des vermittelten Grundwissens verschiedene Triebwerksarten und deren unterschiedliche Anwendungsbereiche richtig einzuordnen und zu bewerten. Sie sind in der Lage, einfache Prozessrechnungen selbst vorzunehmen.• Die Studierenden sind fähig, geeignete Antriebssysteme für unterschiedlichste Luftfahrzeuge in Abhängigkeit der Flugmission auszuwählen und zu definieren.• Die Studierenden erhalten einen Überblick über die speziellen Anforderungen der Triebwerke für den überschallflug• Für einfache Triebwerksarten (TL-Triebwerke) können die Studierenden anhand der grundlegenden Zusammenhänge das Betriebsverhalten verstehen und nachvollziehen.
Voraussetzungen	Vorausgesetzt werden Kenntnisse aus den Modulen "Strömungsmechanik", "Gasdynamik", "Thermodynamik" und "Antriebssysteme".
Verwendbarkeit	Voraussetzung für Auswahl und Projektierung von Antriebskomponenten für unterschiedliche Anwendungsbereiche, für wissenschaftliche Grundlagenuntersuchungen und angewandte Forschung und Entwicklung auf dem Gebiet der Flugantriebe und Turbomaschinen.
Leistungsnachweis	Schriftliche Prüfung 90 Minuten
Sonstige Bemerkungen	Zuordnung zu den Studienschwerpunkten siehe Tabelle am Anfang des Dokumentes.
Literatur	<ul style="list-style-type: none">• Bräunling W.: Flugzeugtriebwerke. Springer Verlag, 2004.• Hagen H.: Fluggasturbinen und ihre Leistungen. Karlsruhe: Verlag G. Braun, 1982.• Hünecke K.: Flugtriebwerke. Stuttgart: Verlag Motorbuch, 1978.• Müller R.: Luftstrahltriebwerke. Grundlagen, Charakteristiken, Arbeitsverhalten. Braunschweig: Vieweg, 1997.• Münzberg H.G.: Flugantriebe. Berlin: Springer-Verlag, 1972.
Dauer und Häufigkeit	Das Modul dauert 1 Trimester, es findet im Frühjahrstrimester des 1. Master-Studienjahres statt.

Modul 1191 Maschinendynamik

zugeordnet zu: Wahlpflichtmodule Vertiefungsrichtung: Physikalisch-Technische Modellierung in der Anwendung auf Bauingenieurwesen (Module aus LRT und EIT)

Studiengang:	Mathematical Engineering	Modultyp:	Pflicht
Workload gesamt (h):	120 Stunden	ECTS-Punkte:	4
-> Präsenzzeit (h):	36 Stunden	TWS:	3 Stunden
-> Selbststudium (h):	84 Stunden		

Modulbestandteile	11911	Maschinendynamik (Vorlesung (PF) - 2 TWS)
	11912	Maschinendynamik (Übung (PF) - 1 TWS)

Modulverantwortlicher Prof. Dr.-Ing. Steffen Marburg

Inhalt Die Studierenden erwerben im Modul Maschinendynamik das Grundwissen zur Behandlung der Wechselwirkungen zwischen dynamischen Kräften und Bewegungsgrößen innerhalb von Maschinen.

- Physikalische und mathematische Modellbildung sowie analytische und numerische Verfahren zur Untersuchung schwingungsfähiger Systeme.
- Experimentelle Methoden zur Bestimmung dynamischer Größen im Zeit- und Frequenzbereich, experimentelle Modalanalyse.
- Grundlagen der Dynamik von Rotoren.
- Dreh- und Translationsschwingungen, schwingungsfähige Systeme mit einem und mehreren Freiheitsgraden, erzwungene Schwingungen, nichtlineare und selbsterregte Schwingungen.
- Grundlagen zur Bemessung von Maschinenelementen, Auswuchten und Massenausgleich von Rotoren, Berechnung von dynamischen Beanspruchungen und Deformationen sowie von kritischen Drehzahlen, Resonanzphänomene.
- Methoden zur Schwingungsisolierung sowie zur Verminderung von Lärm- und Vibrationsbelastungen, Schwingungsdämpfer und Schwingungstilger.

Qualifikationsziele

- Die Studierenden erlernen die Grundbegriffe sowie ausgewählte experimentelle, analytische und numerische Methoden der Maschinendynamik.
- Die Studierenden sind in der Lage, störende Schwingungen von Maschinen zu charakterisieren und jeweils entsprechende Methoden zur Schwingungsisolierung bzw. Schwingungsdämpfung auszuwählen.
- Die Studierenden erwerben die Fähigkeit, einfache schwingungsfähige Systeme zu untersuchen, zu verstehen und zu bemessen.

Voraussetzungen	Vorausgesetzt werden Kenntnisse Kenntnisse, wie sie in den Bachelor-Modulen der Technischen Mechanik und der Höheren Mathematik vermittelt werden.
Verwendbarkeit	Das erworbene Wissen ist Voraussetzung für wissenschaftliche Untersuchungen sowie für angewandte Forschung und Entwicklung auf sämtlichen Gebieten der Luft- und Raumfahrttechnik. Das Modul Maschinendynamik bildet die Grundlage für weiterführende Lehrveranstaltungen des Masterstudiums.
Leistungsnachweis	Schriftliche Prüfung 90 Minuten oder mündliche Prüfung 30 Minuten
Literatur	<ul style="list-style-type: none">• Dresig H., Holzweißig F.: Maschinendynamik. Springer Verlag, 2006.• Sachau D., Brommundt E.: Schwingungslehre mit Maschinendynamik. Vieweg+Teubner, 2007.• Irretier H.: Grundlagen der Schwingungstechnik Band 1 und 2. Springer Verlag, 2001.• Hollburg U.: Maschinendynamik. Oldenbourg Verlag, 2007.• Gasch R., Nordmann R., Pfützner H.: Rotordynamik. Springer Verlag, 2007.
Dauer und Häufigkeit	Das Modul dauert ein Trimester, es findet im Herbsttrimester des 1. Master-Studienjahres statt.

Modul 1404 Mathematik der Information

zugeordnet zu: Wahlpflichtmodule Vertiefungsrichtung: Physikalisch-Technische Modellierung in der Anwendung auf Bauingenieurwesen (Module aus LRT und EIT)

Studiengang:	Mathematical Engineering	Modultyp:	Wahlpflicht
Workload gesamt (h):	150 Stunden	ECTS-Punkte:	5
-> Präsenzzeit (h):	48 Stunden	TWS:	4 Stunden
-> Selbststudium (h):	102 Stunden		

Modulbestandteile	14041	Mathematik der Information (Vorlesung (WP) - 4 TWS)
-------------------	-------	--

Modulverantwortlicher	Prof. Dr. rer. nat. Dr.-Ing. Stefan Schäffler
-----------------------	---

Inhalt	Wahrscheinlichkeitstheorie o Maß- und Integrationstheorie o Zufallsvariablen Math. Informationstheorie o Quellen und Kanäle o Sätze von Shannon
--------	--

Qualifikationsziele	Grundlagen aus der Stochastik und Grundkenntnisse in Math. Informationstheorie.
---------------------	---

Voraussetzungen	Bachelor EIT, ME
-----------------	------------------

Verwendbarkeit	Für alle Module und Masterarbeiten, die Stochastik und/oder Informationstheorie benötigen.
----------------	--

Leistungsnachweis	Eine schriftliche Prüfung von 45 Minuten oder eine mündliche Prüfung von 20 Minuten. Die Art der Prüfung wird zu Beginn des Trimesters bekanntgegeben.
-------------------	---

Literatur	P. Billingsley: "Ergodic Theory and Information", Wiley & Sons. Skriptum
-----------	--

Dauer und Häufigkeit	Das Modul dauert 1 Trimester. Das Modul findet optional in jedem Studienjahr im Frühjahrstrimester statt. Als Startzeitpunkt ist das Frühjahrstrimester im 2. Studienjahr des Masterstudiengangs EIT und ME vorgesehen.
----------------------	---

Modul 1071 Mathematische Methoden in den Ingenieurwissenschaften

zugeordnet zu: Wahlpflichtmodule Vertiefungsrichtung: Physikalisch-Technische Modellierung in der Anwendung auf Bauingenieurwesen (Module aus LRT und EIT)

Studiengang:	Mathematical Engineering	Modultyp:	Pflicht
Workload gesamt (h):	150 Stunden	ECTS-Punkte:	5
-> Präsenzzeit (h):	72 Stunden	TWS:	6 Stunden
-> Selbststudium (h):	78 Stunden		

Modulbestandteile	10711	Mathematische Methoden in den Ingenieurwissenschaften (Vorlesung (PF) - 4 TWS)
	10712	Mathematische Methoden in den Ingenieurwissenschaften (Übung (PF) - 2 TWS)

Modulverantwortlicher Prof. Dr. rer. nat. Matthias Gerdts

Inhalt Um den vielfältigen Anwendungsgebieten der Ingenieurwissenschaften gerecht zu werden, zielt die Lehrveranstaltung darauf ab, grundlegende mathematische Werkzeuge zur Modellierung technischer Aufgabenstellungen und wesentliche analytische Methoden zu ihrer Lösung zu vermitteln. Dazu führt das Modul in fortgeschrittene Kapitel der Höheren Mathematik ein und behandelt folgende Themen:

- Fourier-Transformation und Fourierreihen
- Laplace-Transformation
- Variationsprobleme: Euler-Lagrange'sche Differentialgleichung, Weierstrass-Erdmann'sche Eckenbedingungen, isoperimetrische Variationsprobleme, Anwendungen in der Mechanik
- Einführung in die optimale Steuerung: linear-quadratische Optimalsteuerungsprobleme und notwendige Bedingungen
- Partielle Differentialgleichungen: Klassifikation, Separation der Variablen, Fourier-Transformation, Laplace-Transformation, d'Alembert'sche Lösung, Charakteristiken

Qualifikationsziele Die Studierenden beherrschen fortgeschrittene mathematische Methoden, die dem Ingenieur zur Bewältigung anspruchsvoller Aufgabenstellungen in seinem wissenschaftlich-technischen Umfeld dienen.

Voraussetzungen LRT-Bachelor Abschluss oder vergleichbarer Ingenieur-Bachelor Abschluss.

Verwendbarkeit Voraussetzung für alle weiteren naturwissenschaftlich-technischen Module im Master-Studiengang LRT und als Grundlage für wissenschaftlich-technisches Arbeiten.

Leistungsnachweis

Schriftliche Prüfung mit 90 Minuten Dauer.

Sonstige Bemerkungen

Zuordnung zu den Studienschwerpunkten siehe Tabelle am Anfang des Dokumentes.

Literatur

- K. Meyberg, P. Vachenauer: Höhere Mathematik. Band 2. Springer, 2001.
 - R. Ansorge, H. J. Oberle: Mathematik für Ingenieure. Band 2. Akademie Verlag, 1994.
 - L. Debnath: Nonlinear partial differential equations for scientists and engineers. 2nd Edition, Birkhäuser, Basel, 2005.
 - L. C. Evans: Partial differential equations. 2nd Edition, Graduate Studies in Mathematics, Vol. 19, American Mathematical Society, 2010.
-

Dauer und Häufigkeit

Das Modul dauert 1 Trimester, es findet im Wintertrimester des 1. Master-Studienjahres statt.

Modul 1302 MATLAB advanced

zugeordnet zu: Wahlpflichtmodule Vertiefungsrichtung: Physikalisch-Technische Modellierung in der Anwendung auf Bauingenieurwesen (Module aus LRT und EIT)

Studiengang:	Mathematical Engineering	Modultyp:	Wahlpflicht
Workload gesamt (h):	150 Stunden	ECTS-Punkte:	5
-> Präsenzzeit (h):	48 Stunden	TWS:	4 Stunden
-> Selbststudium (h):	102 Stunden		

Modulbestandteile 13021 MATLAB advanced (Seminar (WP) - 2 TWS)

Modulverantwortlicher Priv.-Doz. Dr.-Ing. Gerhard Staude

Inhalt

MATLAB ist ein interaktives, matrixorientiertes Programmpaket zur Berechnung, Visualisierung und Programmierung wissenschaftlich-technischer Fragestellungen. Aufbauend auf Grundkenntnissen der matrixorientierten Programmierung mit MATLAB bietet die Lehrveranstaltung "MATLAB advanced" einen weiterführenden und vertiefenden Einblick in dieses vielseitige, in den Ingenieurwissenschaften weit verbreitete, Werkzeug mit den Schwerpunkten

- Erweiterte Grafikfunktionen
- Modulare und rekursive Programmierung
- Eingebettete und verschachtelte Funktionen
- Flexible Parameterübergabe über Parameter-Value Kombinationen
- Erstellen interaktiver Benutzeroberflächen (Callbacks)
- Datenimport und -export
- Erfassung und Verarbeitung von Daten in Echtzeit
- Objektorientierte Methoden
- Konzepte zur Parallelverarbeitung
- Nutzung von Toolboxes

Die Lehrveranstaltung ist als Blended-Learning Kurs angelegt und verknüpft eine Selbstlernkomponente mit Vorlesungsanteilen im Seminarstil. Anhand eines ausführlichen Skripts erarbeiten Teams von zwei bis drei Studierenden die einzelnen Lehreinheiten in weitgehend freier Zeiteinteilung selbständig am eigenen Rechner. Ein internet-basiertes Lernportal stellt dabei den Kontakt zum Dozenten und zu den anderen Kursteilnehmern sicher. In den begleitenden Seminarveranstaltungen werden die erarbeiteten Lösungen dann präsentiert, Problemstellen und alternative Lösungsansätze diskutiert und die Inhalte weiter vertieft.

Qualifikationsziele

Die Studierenden sollen nach der Lehrveranstaltung "MATLAB advanced" folgende Kernkompetenzen erworben haben:

- Sicheres Beherrschen von Schlüsseltechniken der matrixorientierten Programmierung
- Kenntnis spezieller und weiterführender Programmierkonzepte
- Fähigkeit zur Realisierung auch komplexerer interaktiver Benutzerschnittstellen
- Grundkenntnisse in der objektorientierten Programmierung mit MATLAB
- Fähigkeit zur algorithmischen Umsetzung ingenieurstypischer Problemstellungen
- Sicherheit im selbständigen Erarbeiten von Problemlösungen im Team

Voraussetzungen

- MATLAB Basiswissen ist von Vorteil, kann aber in einer optionalen Lehreinheit nachgeholt bzw. aufgefrischt werden
- Bereitschaft zur eigenmotivierten aktiven Mitarbeit in kleinen Teams
- Wegen der studentenzentrierten Ausrichtung muss die Teilnehmerzahl für diese Veranstaltung auf 21 beschränkt werden.

Verwendbarkeit

- Wahlpflichtmodul für alle Vertiefungsrichtungen der Studiengänge Elektrotechnik und Informationstechnik (M. Sc.) und Mathematical Engineering (M. Sc.)
- Wahlpflichtmodul für das Anwendungsfach Elektrotechnik im Studiengang Informatik (M. Sc.)
- Ergänzung von Vorlesungen und Übungen mit MATLAB Anteilen sowie zur Vorbereitung auf Masterarbeiten

Leistungsnachweis

- Schriftliche Prüfung von 90 Minuten Dauer (sP-90)

Sonstige Bemerkungen

Weitere Lehreinheiten im Umfang von 2 TWS werden von den Studierenden in weitgehend freier Zeiteinteilung aktiv am eigenen Rechner erarbeitet.

Literatur

Skript: Matlab - advanced

Wolfgang Schweizer: MATLAB kompakt. 3. Auflage. München, Oldenburg Verlag, 2008

Dauer und Häufigkeit

Das Modul dauert 1 Trimester.
Das Modul beginnt jedes Studienjahr jeweils im Frühjahrstrimester.
Bei Bedarf wird das Modul zusätzlich auch im Herbsttrimester angeboten.

Modul 1380 Mehrantennensysteme (MIMO-Systeme)

zugeordnet zu: Wahlpflichtmodule Vertiefungsrichtung: Physikalisch-Technische Modellierung in der Anwendung auf Bauingenieurwesen (Module aus LRT und EIT)

Studiengang:	Mathematical Engineering	Modultyp:	Wahlpflicht
Workload gesamt (h):	150 Stunden	ECTS-Punkte:	5
-> Präsenzzeit (h):	60 Stunden	TWS:	5 Stunden
-> Selbststudium (h):	90 Stunden		

Modulbestandteile	13801	Mehrantennensysteme (MIMO) (Vorlesung (WP) - 3 TWS)
	13802	Mehrantennensysteme (MIMO) (Übung (WP) - 2 TWS)

Modulverantwortlicher Priv.-Doz. Dr.-Ing. Gerhard Staude

Inhalt	<ul style="list-style-type: none"> • Grundlagen: <ul style="list-style-type: none"> o Kanalkapazität, Codierung, Turbo-Prinzip o Multiple-Input Multiple-Output (MIMO) Kanalmodelle o Grundlagen von Orthogonalem Frequenzmultiplex (OFDM) • MIMO Kanalkapazität • Grundlegende MIMO-Übertragungsverfahren <ul style="list-style-type: none"> o Beamforming o Space-Time Trellis Codes o Sendeantennen-Diversity mit orthogonalen Space-Time Blockcodes o Spatial Multiplexing o Cyclic Delay Diversity o Nicht-kohärente MIMO-Übertragungsverfahren o Vergleich von MIMO Übertragungsverfahren o Einführung in das Konzept des Dirty Paper Coding o Spatial multiplexing mit räumlicher Signalverarbeitung am Empfänger oder Sender (Precoding) • Multiuser MIMO • MIMO in kommerziellen drahtlosen Kommunikationssystemen (WLAN, zellulärer Mobilfunk)
--------	---

Qualifikationsziele	<ul style="list-style-type: none"> • Grundkenntnisse der informationstheoretischen Grundlagen von MIMO Systemen • Kenntnis der Übertragungseigenschaften und Modellierung von Funkkanälen mit mehreren Antennen • Grundkenntnisse von Codierverfahren für drahtlose Kommunikationssysteme • Verständnis der grundlegenden MIMO-Übertragungsverfahren • Kenntnis der in kommerziellen Systemen angewendeten MIMO-Verfahren • Verständnis der praktischen Probleme bei der Nutzung von MIMO-Verfahren in kommerziellen Systemen
---------------------	---

- Fähigkeiten in der Anwendung von Matrizenrechnung am Beispiel von MIMO-Systemen
- Fähigkeiten in der Anwendung stochastischer Methoden am Beispiel von MIMO-Systemen

Voraussetzungen

- Mathematik A, B,C
- Wünschenswert sind Kenntnisse der Signalverarbeitung (z.B. Module „Signalverarbeitung und Informationsverarbeitung digitale Regelung und Sensornetze" oder „Signalverarbeitung und Übertragungssysteme der Hochfrequenztechnik" oder „Digitale Signalverarbeitung")
- Wünschenswert sind Kenntnisse der Mobilkommunikation
- Wünschenswert sind Kenntnisse der Kommunikationstechnik, wie sie in den Vorlesungen „Signale und Kommunikationssysteme" und „Kommunikationstechnik I" (BA-Modul „Kommunikationstechnik") und „Kommunikationstechnik II" (MA-Modul „Informationsverarbeitung und Kommunikationstechnik" oder „Kommunikationstechnik B") vermittelt werden

Verwendbarkeit

- Wahlpflichtmodul für alle Vertiefungsrichtungen der Masterstudiengänge EIT und ME

Leistungsnachweis

Mündliche Modulprüfung von 30min Dauer (mP-30) oder schriftliche Prüfung von 60min Dauer (sP-60)

Dauer und Häufigkeit

Das Modul dauert 1 Trimester, beginnt jedes Studienjahr, als Startzeitpunkt ist das 10. Trimester vorgesehen (HT im 2. Studienjahr)

Modul 1192 Mensch-Maschine Interaktion

zugeordnet zu: Wahlpflichtmodule Vertiefungsrichtung: Physikalisch-Technische Modellierung in der Anwendung auf Bauingenieurwesen (Module aus LRT und EIT)

Studiengang:	Mathematical Engineering	Modultyp:	Wahlpflicht
Workload gesamt (h):	90 Stunden	ECTS-Punkte:	3
-> Präsenzzeit (h):	48 Stunden	TWS:	4 Stunden
-> Selbststudium (h):	42 Stunden		

Modulbestandteile	11921	Mensch-Maschine Interaktion (Vorlesung (PF) - 2 TWS)
	11922	Mensch-Maschine Interaktion (Übung (PF) - 2 TWS)

Modulverantwortlicher Prof. Dr.-Ing. habil. Michael Popp

Inhalt Die Studierenden erwerben im Modul "Mensch-Maschine Interaktion" einen detaillierten Einblick in die theoretischen Grundlagen und Möglichkeiten der Gestaltung, sowie die Vor- und Nachteile konkreter Realisationen solcher Schnittstellen. Dies erfolgt auf der Basis der Vermittlung von Grundlagen und Modellen der menschlichen Wahrnehmung, Kognition und Informationsverarbeitung. Der Vorlesungsstoff wird an konkreten Beispielen verdeutlicht und in praktischen Übungen vertieft.

- Zu Beginn erfolgt eine Einführung in die menschliche Informationsverarbeitung mit Beispielen von aktuellen Aufmerksamkeitstheorien, Kognitions- und Gedächtnismodellen.
- Eine vollständige Darstellung der menschliche sensorischen Wahrnehmung mit besonderer Betonung der visuellen Wahrnehmung verdeutlicht die zugrunde liegenden physiologischen und die mit ihnen einhergehenden mentalen Prozesse. Aus beiden entsteht ein Verständnis für die Komplexität der wechselseitigen Interaktion an Schnittstellen. Schon daraus lässt sich ableiten, wie gute Schnittstellen konstruiert werden müssen.
- Es werden alle Leistungsparameter einer guten, erfolgreichen Schnittstellengestaltung angesprochen. Dabei wird besonderer Wert auf die Vermittlung von wissenschaftlichen Methoden und Experimentalverfahren zur Schnittstellenbewertung gelegt.
- Neben den bisherigen, teilweise rein technisch, teilweise noch mechanisch arbeitenden Schnittstellen gewinnen überwiegend oder reine Softwarelösungen für Schnittstellen immer mehr an Bedeutung. Aus diesem Grund wird in Vorlesung und Übung besonderer Wert auf die Vermittlung auch von Kenntnissen in Software-Ergonomie bis hin zu allerneuesten entsprechenden Technologien gelegt.
- Im praxisorientierten Teil werden konkrete Anzeigen und Bedienelemente einzeln und als Funktionsgruppen betrachtet, ihre Entwicklung bis heute vorgestellt und diskutiert. Die Veranstaltung schließt mit einer Darstellung und Diskussion moderner Schnittstellenlösungen von komplexen Flugzeugarbeitsplätzen bis hin zu Fahrerassistenzsystemen des Automobilsektors.

Qualifikationsziele	<ul style="list-style-type: none">• Die Studierenden kennen die relevanten Gestaltungsparameter auf beiden Seiten einer Mensch-Maschine Interaktion und ihre wechselseitige Abhängigkeit.• Sie besitzen das Basiswissen über die relevanten Aspekte der menschlichen Wahrnehmung, der Gedächtnisleistungen, der kognitiven Fähigkeiten und der Biomechanik des Menschen.• Sie kennen die bisher in der Technik und Informatik erarbeiteten Schnittstellenlösungen in Hard- und Software, Ihre Vor- und Nachteile.• Sie können bei gegebenen Anforderungen und Randbedingungen eigenständig einfache neue Schnittstellen entwerfen und verfügen über das Methodenwissen, diese im Vergleich zu anderen Lösungen experimentell und theoretisch fundiert zu bewerten.
Voraussetzungen	keine
Verwendbarkeit	Die Gestaltung wirksamer Schnittstellen zur Interaktion zwischen Benutzer und technischen Systemen gehört zu praktisch allen Aspekten ingenieurtechnischen, konstruktiven Arbeitens. Absolventen des Master-Studiengangs Luft- und Raumfahrttechnik werden immer vor der Frage stehen, wie Systemzustände einem Nutzer/Operator angezeigt werden und auf welche Art und Weise dieser dem System seine Wünsche/Direktiven mitteilen soll. Auch die ständig steigende Flexibilität der Reaktionsmöglichkeiten technischer Systeme auf variable Anforderungen und Einsatzszenarios macht die gute Gestaltung der Schnittstelle zu einer herausfordernden und anspruchsvollen Aufgabe, die mit "common sense" bzw. herkömmlich Lösungen nicht mehr befriedigend bewältigt werden kann.
Leistungsnachweis	Schriftliche Prüfung 60 Minuten (ohne Hilfsmittel) oder mündliche Prüfung 30 Minuten (ohne Hilfsmittel)
Sonstige Bemerkungen	Dieses Modul kann auch als Munich-Aerospace-Partnermodul belegt werden.
Literatur	<ul style="list-style-type: none">• Birbaumer N., Schmidt R.F.: Biologische Psychologie. Heidelberg: Springer Medizin Verlag, 2006.• Bruce V., Green P.R.: Visual Perception. London: Lawrence Erlbaum Associates, 1992.• Charwat H.J.: Lexikon der Mensch-Maschine-Kommunikation. München: Oldenbourg Verlag, 1992.• Jukes M.: Aircraft Display Systems. London: Professional Engineering Publishing Limited, 2004.• Reason J.: Human Error. Cambridge: University Press, 1990.• Schmidtke H.: Lehrbuch der Ergonomie. München: Hanser Verlag, 1981.

Dauer und Häufigkeit

Das Modul dauert ein Trimester, es findet jährlich im Frühjahrstrimester statt.

Modul 1413 Mensch-Maschine Interaktion ab Jahrgang 2013 ff

zugeordnet zu: Wahlpflichtmodule Vertiefungsrichtung: Physikalisch-Technische Modellierung in der Anwendung auf Bauingenieurwesen (Module aus LRT und EIT)

Studiengang:	Mathematical Engineering	Modultyp:	Wahlpflicht
Workload gesamt (h):	150 Stunden	ECTS-Punkte:	5
-> Präsenzzeit (h):	48 Stunden	TWS:	4 Stunden
-> Selbststudium (h):	102 Stunden		

Modulbestandteile	14131	Mensch-Maschine Interaktion (Vorlesung (PF) - 2 TWS)
	14132	Mensch-Maschine Interaktion (Übung (PF) - 2 TWS)

Modulverantwortlicher Prof. Dr.-Ing. habil. Michael Popp

Inhalt Die Studierenden erwerben im Modul "Mensch-Maschine Interaktion" einen detaillierten Einblick in die theoretischen Grundlagen und Möglichkeiten der Gestaltung, sowie die Vor- und Nachteile konkreter Realisationen solcher Schnittstellen. Dies erfolgt auf der Basis der Vermittlung von Grundlagen und Modellen der menschlichen Wahrnehmung, Kognition und Informationsverarbeitung. Der Vorlesungsstoff wird an konkreten Beispielen verdeutlicht und in praktischen Übungen vertieft.

- Zu Beginn erfolgt eine Einführung in die menschliche Informationsverarbeitung mit Beispielen von aktuellen Aufmerksamkeitstheorien, Kognitions- und Gedächtnismodellen.
- Eine vollständige Darstellung der menschlichen sensorischen Wahrnehmung mit besonderer Betonung der visuellen Wahrnehmung verdeutlicht die zugrunde liegenden physiologischen und die mit ihnen einhergehenden mentalen Prozesse. Aus beiden entsteht ein Verständnis für die Komplexität der wechselseitigen Interaktion an Schnittstellen. Schon daraus lässt sich ableiten, wie gute Schnittstellen konstruiert werden müssen.
- Es werden alle Leistungsparameter einer guten, erfolgreichen Schnittstellengestaltung angesprochen. Dabei wird besonderer Wert auf die Vermittlung von wissenschaftlichen Methoden und Experimentalverfahren zur Schnittstellenbewertung gelegt.
- Neben den bisherigen, teilweise rein technisch, teilweise noch mechanisch arbeitenden Schnittstellen gewinnen überwiegend oder reine Softwarelösungen für Schnittstellen immer mehr an Bedeutung. Aus diesem Grund wird in Vorlesung und Übung besonderer Wert auf die Vermittlung auch von Kenntnissen in Software-Ergonomie bis hin zu allerneuesten entsprechenden Technologien gelegt.
- Im praxisorientierten Teil werden konkrete Anzeigen und Bedienelemente einzeln und als Funktionsgruppen betrachtet, ihre Entwicklung bis heute vorgestellt und diskutiert. Die Veranstaltung schließt mit einer Darstellung und Diskussion moderner Schnittstellenlösungen von komplexen Flugzeugarbeitsplätzen bis hin zu Fahrerassistenzsystemen des Automobilsektors.

Qualifikationsziele	<ul style="list-style-type: none">• Die Studierenden kennen die relevanten Gestaltungsparameter auf beiden Seiten einer Mensch-Maschine Interaktion und ihre wechselseitige Abhängigkeit.• Sie besitzen das Basiswissen über die relevanten Aspekte der menschlichen Wahrnehmung, der Gedächtnisleistungen, der kognitiven Fähigkeiten und der Biomechanik des Menschen.• Sie kennen die bisher in der Technik und Informatik erarbeiteten Schnittstellenlösungen in Hard- und Software, Ihre Vor- und Nachteile.• Sie können bei gegebenen Anforderungen und Randbedingungen eigenständig einfache neue Schnittstellen entwerfen und verfügen über das Methodenwissen, diese im Vergleich zu anderen Lösungen experimentell und theoretisch fundiert zu bewerten.
Voraussetzungen	keine
Verwendbarkeit	Die Gestaltung wirksamer Schnittstellen zur Interaktion zwischen Benutzer und technischen Systemen gehört zu praktisch allen Aspekten ingenieurtechnischen, konstruktiven Arbeitens. Absolventen des Master-Studiengangs Luft- und Raumfahrttechnik werden immer vor der Frage stehen, wie Systemzustände einem Nutzer/Operator angezeigt werden und auf welche Art und Weise dieser dem System seine Wünsche/Direktiven mitteilen soll. Auch die ständig steigende Flexibilität der Reaktionsmöglichkeiten technischer Systeme auf variable Anforderungen und Einsatzszenarios macht die gute Gestaltung der Schnittstelle zu einer herausfordernden und anspruchsvollen Aufgabe, die mit "common sense" bzw. herkömmlich Lösungen nicht mehr befriedigend bewältigt werden kann.
Leistungsnachweis	Schriftliche Prüfung 60 Minuten (ohne Hilfsmittel) oder mündliche Prüfung 30 Minuten (ohne Hilfsmittel)
Sonstige Bemerkungen	Dieses Modul kann auch als Munich-Aerospace-Partnermodul belegt werden.
Literatur	<ul style="list-style-type: none">• Birbaumer N., Schmidt R.F.: Biologische Psychologie. Heidelberg: Springer Medizin Verlag, 2006.• Bruce V., Green P.R.: Visual Perception. London: Lawrence Erlbaum Associates, 1992.• Charwat H.J.: Lexikon der Mensch-Maschine-Kommunikation. München: Oldenbourg Verlag, 1992.• Jukes M.: Aircraft Display Systems. London: Professional Engineering Publishing Limited, 2004.• Reason J.: Human Error. Cambridge: University Press, 1990.• Schmidtke H.: Lehrbuch der Ergonomie. München: Hanser Verlag, 1981.

Dauer und Häufigkeit

Das Modul dauert ein Trimester, es findet jährlich im Frühjahrstrimester statt.

Modul 1072 Messmethoden in der Strömungsmechanik

zugeordnet zu: Wahlpflichtmodule Vertiefungsrichtung: Physikalisch-Technische Modellierung in der Anwendung auf Bauingenieurwesen (Module aus LRT und EIT)

Studiengang:	Mathematical Engineering	Modultyp:	Pflicht
Workload gesamt (h):	150 Stunden	ECTS-Punkte:	5
-> Präsenzzeit (h):	48 Stunden	TWS:	4 Stunden
-> Selbststudium (h):	102 Stunden		

Modulbestandteile	10721	Messmethoden in der Strömungsmechanik (Vorlesung (PF) - 2 TWS)
	10722	Messmethoden in der Strömungsmechanik (Übung (PF) - 2 TWS)

Modulverantwortlicher Prof. Dr. rer. nat. habil. Christian Kähler

Inhalt

Bei strömungsmechanischen Entwurfsaufgaben spielt das Versuchswesen eine zentrale Rolle. Sei es an einem verkleinerten Modell im Windkanal oder an der Großausführung. Die dabei zur Verfügung stehenden diagnostischen Hilfsmittel haben sich ebenso rasant entwickelt, wie die Elektronik der schnellen Signalverarbeitung und besonders die Laseroptik.

Im Modul "Messmethoden in der Strömungsmechanik" werden die wichtigsten mechanischen, elektrischen und optischen Messverfahren behandelt, die heute in der Forschung und Entwicklung eingesetzt werden.

- Versuchsanlagen für Modelluntersuchungen
- Verfahren zur Visualisierung von Strömungen
- Druckmessverfahren
- Kraftmessung
- Hitzdrahttechnik
- Laser Zwei Fokus Anemometer (L2F)
- Laser Doppler Anemometrie (LDA)
- Doppler Global Velocimetry (DGV)
- Particle Image Velocimetry (PIV)
- Particle Tracking Velocimetry (PTV)
- Schlierenverfahren
- Interferometer
- Thermographie
- Pressure Sensitive Paint (PSP)

Qualifikationsziele

- Die Studierenden kennen das grundlegende Messprinzip der verschiedenen mechanischen, elektrischen und optischen Messverfahren.
- Die Studierenden kennen die Vor- und Nachteile der vorgestellten Messverfahren und sind in der Lage, bei einem gegebenen prak-

tischen Problem die geeignete Messtechnik auszuwählen, die zur Beantwortung der strömungsmechanischen Fragestellung führt.

- Die Studierenden haben eine Vorstellung von den wirtschaftlichen Aspekten, d.h. welcher finanzielle und personelle Aufwand ist mit dem Einsatz eines bestimmten Messverfahrens unter Erhalt welcher strömungsmechanischen Erkenntnisse verbunden.

Voraussetzungen

Grundkenntnisse aus Physik und Messtechnik sowie die Vorlesung "Strömungsmechanik".

Verwendbarkeit

Die Inhalte des Moduls "Messmethoden in der Strömungsmechanik" vermitteln zentrale Begriffe der Messtechnik. Einige der vorgestellten Methoden werden in einer nachfolgenden Lehrveranstaltung, dem "Apparativen Praktikum Fluidodynamik", in den Laboren des Instituts für Strömungsmechanik in kleinen Gruppen angewendet. Zudem bereitet das Modul auf Messungen vor, die im Rahmen von Bachelor-/Masterarbeiten durchgeführt werden.

Leistungsnachweis

Schriftliche Prüfung 75 Minuten (Hilfsmittel: nicht-programmierbarer Taschenrechner) oder mündliche Prüfung 30 Minuten (ohne Hilfsmittel)

Sonstige Bemerkungen

Dieses Modul kann auch als Munich-Aerospace-Partnermodul belegt werden.

Zuordnung zu den Studienschwerpunkten siehe Tabelle am Anfang des Dokumentes.

Literatur

- Eckelmann H.: Einführung in die Strömungsmesstechnik. Teubner, 1997.
- Tropea C., Yarin A.L., Foss J.F.: Springer Handbook of Experimental Fluid Mechanics. Springer Verlag, 2007.
- Raffel M., Willert C., Wereley S., Kompenhans J.: Particle Image Velocimetry. Springer Verlag, 2007.

Dauer und Häufigkeit

Das Modul dauert ein Trimester, es findet im Frühjahrstrimester des 1. Master-Studienjahres statt.

Modul 1073 Messtechnik

zugeordnet zu: Wahlpflichtmodule Vertiefungsrichtung: Physikalisch-Technische Modellierung in der Anwendung auf Bauingenieurwesen (Module aus LRT und EIT)

Studiengang:	Mathematical Engineering	Modultyp:	Pflicht
Workload gesamt (h):	150 Stunden	ECTS-Punkte:	5
-> Präsenzzeit (h):	60 Stunden	TWS:	5 Stunden
-> Selbststudium (h):	90 Stunden		

Modulbestandteile	10731	Grundlagen der Messtechnik (Vorlesung, Praktikum, Übu (PF) - 5 TWS)
-------------------	-------	--

Modulverantwortlicher	Prof. Dr. rer. nat. habil. Günther Dollinger
-----------------------	--

Inhalt	Das Modul besteht aus der Vorlesung "Messtechnik", den dazugehörigen Übungen und einem messtechnischen Praktikum.
--------	---

In den "Messtechnik" werden folgende Inhalte vermittelt:

- Messung elektrischer Größen analog und digital
- Messverstärker für Strom, Spannung, Ladung
- Rauschen und die Auswirkung auf die Genauigkeit von Messungen
- Temperatursensoren, zugehörige Messprinzipien und Anwendungsbereiche
- Sensoren für elektromagn. Strahlung und hochenergetischen Teilchenstrahlen

Qualifikationsziele	<ol style="list-style-type: none"> 1) Die Studierenden lernen die Prinzipien zur genauen Messung von elektrischen Größen kennen. 2) Die Studierenden lernen prinzipiellen Grenzen in der Messung elektrischer Größen kennen 3) Die Studierenden lernen exemplarisch physikalische Grundlagen und Anwendung unterschiedlicher Sensoren kennen.
---------------------	--

Voraussetzungen	Experimentalphysik/Praktikum, Messtechnik, Steuerungs- und Regelungstechnik, Höhere Mathematik I, II, III, Grundlagen der Elektrotechnik
-----------------	--

Verwendbarkeit	Voraussetzung für alle weiteren Vorlesungen im Bereich Flugführung, Steuer- und Regelungstechnik, Autonome Systeme, Satellitennavigation
----------------	--

Leistungsnachweis	Grundlagen der Messtechnik: schriftliche Prüfung 75 Minuten
-------------------	---

Messtechnik Praktikum: Teilnahmechein

Zugelassene Hilfsmittel für schriftliche Prüfung:

- 2 handbeschriebene Blätter (DIN A4)
- mathematische Formelsammlung
- nicht programmierbarer Taschenrechner

Sonstige Bemerkungen

Zuordnung zu den Studienschwerpunkten siehe Tabelle am Anfang des Dokumentes.

Literatur

- E. Schrüfer, Elektrische Messtechnik, Hanser Verlag, München 2004
- R. Lerch, Elektrische Messtechnik, Springer, Berlin 2005
- H.-J. Kunze, Physikalische Messmethoden, Teubner Studienbücher, Stuttgart 1986
- F. Bernhard, Technische Temperaturmessung, Springer, Berlin 2004

Dauer und Häufigkeit

Das Modul dauert ein Trimester, es findet im Wintertrimester des 1. Master-Studienjahres statt.

Modul 1301 Methoden der künstlichen Intelligenz

zugeordnet zu: Wahlpflichtmodule Vertiefungsrichtung: Physikalisch-Technische Modellierung in der Anwendung auf Bauingenieurwesen (Module aus LRT und EIT)

Studiengang:	Mathematical Engineering	Modultyp:	Wahlpflicht
Workload gesamt (h):	180 Stunden	ECTS-Punkte:	6
-> Präsenzzeit (h):	72 Stunden	TWS:	6 Stunden
-> Selbststudium (h):	108 Stunden		

Modulbestandteile	13011	Neuronale Netze (Vorlesung (WP) - 3 TWS)
	13012	Fuzzy Logic (Vorlesung (WP) - 3 TWS)

Modulverantwortlicher Priv.-Doz. Dr.-Ing. Gerhard Staude

Inhalt

a) Lehrveranstaltung **Neuronale Netze** (Prof. Wolf)

Neuronale Netze als Alternative zur klassischen Wissensverarbeitung wurden erstmalig schon 1943 diskutiert, mit der allgemeinen Verfügbarkeit der ersten Computer um 1960 in Pilotexperimenten realisiert, aber erst nach der Entwicklung schneller SIMD-Rechner nach 1985 auf breiter Basis zur Signal- und Wissensverarbeitung eingesetzt. Anwendungsbereiche waren und sind insbesondere die Mustererkennung sowie die Regelungs- und Automatisierungstechnik. Die Neuronalen Netze sind den nichtlinearen Verfahren zuzuordnen und haben eine enge Beziehung zum Bereich "Expertensysteme" bzw. "Adaptive Systeme". In dieser Wahlpflichtvorlesung wird deshalb eine Einführung in diesen Problembereich und spezielle Anwendungsfälle angeboten, bevor das Grundkonzept der Neuronalen Netze besprochen wird. Zur Vertiefung der Grundkenntnisse sollen dann anhand von exemplarischen Aufgaben und Beispielen im Selbststudium (Projektlehre) Lösungsansätze mit Neuronalen Netzen erarbeitet werden. Werkzeug dazu ist die Signalverarbeitungssoftware MATLAB.

b) Lehrveranstaltung **Fuzzy Logic** (PD Dr. Staude)

Fuzzy Logic als Alternative zur Booleschen Logik ist schon lange eingeführt, erlebt aber in den letzten Jahren insbesondere in der Mustererkennung sowie der Regel- und Automatisierungstechnik einen Boom. Sie ist den nichtlinearen Verfahren zuzuordnen und hat eine enge Beziehung zum Bereich "Expertensysteme". In dieser Wahlpflichtvorlesung wird deshalb eine Einführung in diesen Problembereich und spezielle Anwendungsfälle angeboten. Ausgehend von einer Übersicht über das Konzept der Fuzzy Logic werden die verschiedenen Aspekte der Fuzzifizierung und der Defuzzifizierung eingehend besprochen. Im zweiten Teil der Vorlesung, der zur Vertiefung dieser Grundkenntnisse dient, sollen dann anhand von exemplarischen Beispielen aus den Bereichen Automatisierungstechnik, Kommunikationstechnik und Medizintechnik Lösungsansätze unter Verwendung von Fuzzy Logic aufgezeigt werden.

Qualifikationsziele

Die Studierenden sollen nach der Lehrveranstaltung Methoden der Künstlichen Intelligenz folgende Kernkompetenzen erworben haben:

- Grundlegendes methodisches Wissen im Bereich Künstliche Intelligenz (KI)
- Vernetzung des Wissens aus der klassischen Informationsverarbeitung mit dem aus dem KI-Bereich
- Basiskenntnisse in Entwurf und Anwendung von Neuronalen Netzen und Fuzzy Inference Systemen
- Sicherheit im selbständigen problemorientierten Arbeiten

Voraussetzungen

- Die Vorlesung erfordert keine über das BSc-Studium hinausgehenden Vorkenntnisse, allerdings sollte man der Mathematik nicht abgeneigt sein.

Verwendbarkeit

- Wahlpflichtmodul für alle Vertiefungsrichtungen der Studiengänge Elektrotechnik und Informationstechnik (M. Sc.) und Mathematical Engineering (M. Sc.)
- Wahlpflichtmodul für das Anwendungsfach Elektrotechnik im Studiengang Informatik (M. Sc.)

Leistungsnachweis

- Schriftliche Prüfung von 90 Minuten Dauer oder mündliche Prüfung von 30 Minuten Dauer (sP-90 oder mP-30). Die genauen Prüfungsmodalitäten werden zu Beginn der Lehrveranstaltung bekanntgegeben.

Modulnote

Für die Modulnote werden die Leistungen der Lehrveranstaltungen "Neuronale Netze" und "Fuzzy Logic" im Verhältnis 1:1 gewertet. Die Modulprüfung ist bestanden, wenn jede der beiden Lehrveranstaltungen mindestens mit "ausreichend" (4.0) bewertet wurde.

Literatur

G. D. Rey, K. F. Wender, Neuronale Netze: Eine Einführung in die Grundlagen, Anwendungen und Datenauswertung. Verlag Huber, Bern, 2008.

Constantin von Altrock: Fuzzy Logic. München, Oldenburg Verlag, 1993

Senén Baro and Roque Marín (ed.): Fuzzy Logic in Medicine, Physica Verlag Heidelberg, 2002

Dauer und Häufigkeit

- Das Modul dauert 2 Semester.
- Das Modul beginnt jedes Studienjahr jeweils im Wintersemester.

- Als Startzeitpunkt ist das Wintertrimester im ersten Studienjahr vorgesehen.

Modul 1074 Methoden in der Produktentwicklung

zugeordnet zu: Wahlpflichtmodule Vertiefungsrichtung: Physikalisch-Technische Modellierung in der Anwendung auf Bauingenieurwesen (Module aus LRT und EIT)

Studiengang:	Mathematical Engineering	Modultyp:	Wahlpflicht
Workload gesamt (h):	150 Stunden	ECTS-Punkte:	5
-> Präsenzzeit (h):	72 Stunden	TWS:	6 Stunden
-> Selbststudium (h):	78 Stunden		

Modulbestandteile	10741	Methoden in der Produktentwicklung (Vorlesung (PF) - 4 TWS)
	10742	Methoden in der Produktentwicklung (Übung (PF) - 2 TWS)

Modulverantwortlicher Prof. Dr.-Ing. Kristin Paetzold

Inhalt

Allgemeine Betrachtung

- Motivation; Bedeutung und Aufgabenfelder der Produktentwicklung
- Einordnung der Produktentwicklung in Markt/Unternehmen/Gesellschaft
- Systemtheoretische Ansätze zur Beschreibung technischer Systeme
- Integrierte Produktentwicklung

Prozessgestaltung

- Strukturierung von Entwicklungsprozessen: operative und strategische Vorgehensmodelle
- Prozessgestaltung für interdisziplinäre Entwicklungsaufgaben
- Darstellung der Phasen und Beschreibung der typischen Handlungen im Produktentwicklungsprozess am Beispiel

Methodenunterstützung in der Produktentwicklung

- Strukturierung der Methoden auf Basis des Problemlösungszyklus
- Darstellung von methodischem Vorgehen für Synthese, Analyse und Bewertung von technischen Lösungen
- Aspekte und Bedeutung von DfX als Möglichkeit zum Wissensmanagement in der Entwicklung
- Vorgehensweise und Methoden zum Variantenmanagement

Rechnerunterstützung in der Produktentwicklung

- Produktdatenmanagement: Methoden zur Aufbereitung und der Daten- und Informationsflüsse im Entwicklungsprozess
- CAx-Werkzeugen zur Methodenunterstützung; Einordnung der CAx-Werkzeuge in den Produktentwicklungsprozess

Qualifikationsziele	<ul style="list-style-type: none">• Vermittlung von Kenntnissen über Grundlagen der Entwicklungsmethodiken in den Ingenieurwissenschaften• Erlernen einer methodischen, zielgerichteten Arbeitsweise zur Entwicklung technischer Systeme• Neben der Vorstellung der Methoden werden Kenntnisse über geeignete Hilfsmittel und Werkzeuge zur Lösungsfindung bereitgestellt, die anhand praxisnaher Beispiele angewendet werden• Die Lehrveranstaltung soll einen Überblick über die vielfältigen Möglichkeiten der Rechnerunterstützung in der Produktentwicklung und deren Grenzen aufzeigen
Voraussetzungen	keine
Verwendbarkeit	Das Modul Methoden der Produktentwicklung stellt die Grundlagen für ein strukturiertes Herangehen zur Lösung von komplexen Entwicklungsaufgaben sowohl für konstruktive Tätigkeiten während des Studiums als auch für spätere Einsatzgebiete im Bereich der Luft- und Raumfahrttechnik bereit.
Leistungsnachweis	<p>Schriftliche Prüfung mit 90 Minuten Dauer am Ende des Herbsttrimesters. Wiederholungsmöglichkeit zum Ende des 1. Quartals.</p> <p>Für die Prüfung darf eine einseitig handbeschriebene DIN A4-Seite zur Unterstützung verwendet werden.</p>
Sonstige Bemerkungen	Zuordnung zu den Studienschwerpunkten siehe Tabelle am Anfang des Dokumentes.
Literatur	<ul style="list-style-type: none">• Pahl G., Beitz W., Feldhusen J., Gote H.: Pahl/Beitz Konstruktionslehre: Grundlagen erfolgreicher Produktentwicklung. Methoden und Anwendung. 7. Auflage. Berlin: Springer-Verlag, 2006.• Ehrenspiel K.: Integrierte Produktentwicklung Denkabläufe, Methodeneinsatz, Zusammenarbeit. 3. Auflage. Hanser Fachbuchverlag, 2006.• Lehner F.: Wissensmanagement. Grundlagen, Methoden und technische Unterstützung. 3. Auflage. Hanser Fachbuchverlag, 2009.• Eigner M., Stelzer R.: Produktdatenmanagement-Systeme: Ein Leitfaden für Product Development und Life Cycle Management. 2. Auflage. Berlin: Springer Verlag, 2009.
Dauer und Häufigkeit	Das Modul dauert 1 Trimester, es findet im Herbsttrimester des 1. Master-Studienjahres statt.

Modul 1308 Microcontroller und SPS im Vergleich - ein Studienprojekt

zugeordnet zu: Wahlpflichtmodule Vertiefungsrichtung: Physikalisch-Technische Modellierung in der Anwendung auf Bauingenieurwesen (Module aus LRT und EIT)

Studiengang:	Mathematical Engineering	Modultyp:	Wahlpflicht
Workload gesamt (h):	180 Stunden	ECTS-Punkte:	6
-> Präsenzzeit (h):	60 Stunden	TWS:	5 Stunden
-> Selbststudium (h):	120 Stunden		

Modulbestandteile	13081	Microcontroller und Speicherprogrammierbare Steuerungen (Vorlesung (WP) - 0.5 TWS)
	13082	Microcontroller und Speicherprogrammierbare Steuerungen (Studienprojekt (WP) - 4.5 TWS)
	13083	Studienprojekt Microcontroller vs SPS (Projekt (WP) - 10 TWS)

Modulverantwortlicher Prof. Dr.-Ing. Werner Wolf

Inhalt

Teil A:
 Im Bereich der Rechneranwendungen nimmt Prozessdatenverarbeitung (PDV) bei der Rationalisierung und Automatisierung eine bedeutende Stellung ein, wobei technologisch vorwiegend Microcontroller (MCU) im Anwendungsbereich zum Einsatz kommen. Die grundsätzlichen Konzepte der MCU werden in der Vorlesung „embedded systems“ behandelt. In dieser Wahlpflichtlehrveranstaltung wird zur Einführung auf den prinzipiellen Aufbau und die Wirkungsweise der MCU am Beispiel des Mikrocontrollers MC912DG128A eingegangen, bevor die Studierenden zur Vertiefung dieser Grundkenntnisse dann anhand von exemplarischen Beispielen (z.B. Drehzahlregelung eines Gleichstrommotors, Werkzeugmaschinensteuerung, Ablaufsteuerung einer Reaktionszeitmessung) diese vertiefen. Die Programmierung erfolgt in Assembler, da dies den direkten Einblick in die MCU erlaubt. Dabei ist auch der Programmtest mit Hilfe des Debugging eingeschlossen. Für diesen Teil der Lehrveranstaltung steht ein Entwicklungssystem in einem Praktikumsraum zur Verfügung, an dem die Studierenden diese Lehrinhalte selbständig und in freier Zeiteinteilung erarbeiten sollen.

Teil B:
 Eine Speicherprogrammierbare Steuerung (SPS) ist eine elektronische Baugruppe, die in der Automatisierungstechnik für Steuerungs- und Regelungsaufgaben eingesetzt wird. Im Prinzip handelt es sich dabei um ein Computersystem mit spezialisierten Eingabe und Ausgabe Schnittstellen. Über diese ist die SPS mit Sensoren und Aktuatoren verbunden und kann so Fertigungsprozesse überwachen und beeinflussen. Wesentlich ist bei der SPS, dass sie programmierbar ist und damit jederzeit flexibel Produkt-, Ablauf- oder Fertigungsveränderungen angepasst werden kann.

Diese Wahlpflichtvorlesung baut auf grundlegendem Wissen zur SPS-Programmierung auf und vermittelt weitergehendes Wissen sowie

dessen praktische Anwendung in einem Studienprojekt. Dieses umfasst die Ablaufsteuerung von komplexen Fertigungsprozessen unter Einbeziehung von Modellaufbauten. Methodisch werden auch hier vorwiegend Werkzeuge des Blended-Learnings eingesetzt.

Qualifikationsziele

- Erwerb von grundlegendem methodischen Wissen zum Bereich Prozessdatenverarbeitung (PDV)
- Erwerb von vertieften Kenntnissen zur Anwendung von Microcontrollern in der Automatisierungstechnik als Kernanwendung in der PDV
- Erwerb von erweitertem methodischen Wissen zum Bereich Speicherprogrammierbare Steuerungen (SPS) und ihrer Anwendung in der Automatisierungstechnik.
- Sicheres Beherrschen der Programmierung des Microcontrollers mit Assembler sowie der SPS mit Step7 und den entsprechenden Programmierumgebungen
- Training on Job der Programmierung anhand einer komplexen Anwendung (Projekt)
- Selbständiges problemorientiertes Erlernen mit Hilfe moderner Medien.
- Training der Problemlösung in Team-Arbeit.

Voraussetzungen

- Grundkenntnisse der Digitalen Schaltungstechnik und der Programmierung
- SPS Basiswissen, z.B. aus dem B. Sc. Wahlpflichtmodul 'SPS - Eine Einführung in das Konzept und die Programmierung von Speicherprogrammierbaren Steuerungen'
- Teilnahme an der Vorlesung „Embedded Systems“ (M.Sc.) bzw. „Architektur und Programmierung von Microcontrollern (B.Sc.)
- Wegen der studentenzentrierten Ausrichtung muss die Teilnehmerzahl für diese Veranstaltung auf 6 Teilnehmer beschränkt werden.

Verwendbarkeit

- Wahlpflichtmodul für alle Vertiefungsrichtungen der Studiengänge Elektrotechnik und Informationstechnik (M. Sc.) und Mathematical Engineering (M. Sc.)

Hinweis: Das Modul ist nur dann verwendbar, wenn keine der zugehörigen Lehrveranstaltungen im Rahmen eines anderen Moduls eingebracht wird!

Leistungsnachweis

- Der Leistungsnachweis für das Modul erfolgt in Form einer schriftlichen Projektdokumentation und ihrer Präsentation in Form eines Seminarvortrags von 30 Minuten Dauer.
- Der Leistungsnachweis wird in einem Notenschein bestätigt (NoS).

Sonstige Bemerkungen Die Lehreinheiten des Studienprojekts werden von den Studierenden in weitgehend freier Zeiteinteilung aktiv im Labor erarbeitet.

Literatur

Kupris G., Thamm O.: Mikrocontroller- Design. Hard- und Softwareentwicklung mit dem 68HC12/HCS12. Hanser, 2003

Ungerer T., Brinkschulte U.: Mikrocontroller und Mikroprozessoren. Springer, 2007

http://www.freescale.com/files/microcontrollers/doc/data_sheet/MC912DT128A.pdf

Jacobson E.: Einführung in die Prozeßdatenverarbeitung, Hanser, 1996

Reißenweber B: Prozessdatenverarbeitung, Oldenbourg, 1995, Signatur: /I-LB785

D. Zastrow, G. Wellenreuther: Automatisieren mit SPS - Theorie und Praxis. Vieweg-Verlag, 2008.

Dauer und Häufigkeit

- Das Modul dauert 1 Trimester.
- Das Modul beginnt jedes Studienjahr jeweils im Herbsttrimester.

Modul 1075 Moderne Methoden der Regelungstechnik

zugeordnet zu: Wahlpflichtmodule Vertiefungsrichtung: Physikalisch-Technische Modellierung in der Anwendung auf Bauingenieurwesen (Module aus LRT und EIT)

Studiengang:	Mathematical Engineering	Modultyp:	Wahlpflicht
Workload gesamt (h):	150 Stunden	ECTS-Punkte:	5
-> Präsenzzeit (h):	48 Stunden	TWS:	4 Stunden
-> Selbststudium (h):	102 Stunden		

Modulbestandteile	10751	Moderne Methoden der Regelungstechnik (Vorlesung (PF) - 2 TWS)
	10752	Moderne Methoden der Regelungstechnik (Übung (PF) - 2 TWS)

Modulverantwortlicher PD Dr.-Ing. Gunther Reißig

Inhalt

Gegenstand des Moduls sind lineare zeitinvariante Zustandssysteme mit mehreren Ein- oder Ausgängen, kurz „Mehrgrößensysteme“. Vermittelt werden systematische Methoden der Bestimmung und Vorgabe von Systemeigenschaften (Analyse und Auslegung) und des Entwurfs linearer Regler zur gezielten Beeinflussung von Systemeigenschaften (Regelung). Dazu werden u.a. folgende Themen behandelt:

- 1) Gegenstand, Geschichte und typische Anwendungsbeispiele von Mehrgrößensystemen.
- 2) Allgemeine Lösung, Koordinatentransformationen, Matrixexponentialfunktion.
- 3) Steuerbarkeit, Beobachtbarkeit, Normalformen.
- 4) Übertragungsfunktion, Realisierbarkeit und Realisierung.
- 5) Stabilitätsbegriffe und -kriterien.
- 6) Zustandsrückführungen: Stabilisierung, Sollwertreglung, Entkopplung.
- 7) Beobachter, Separationsprinzip.
- 8) Störungen, Robustheit, I-Anteil.
- 9) Elemente der Linearen Optimalen Regelung.
- 10) Rechnergestützte Verfahren.

Qualifikationsziele

Die Studierenden wissen, was Mehrgrößensysteme sind und beherrschen die im Modul vermittelten Methoden zur Analyse, Auslegung und Regelung solcher Systeme. Sie sind in der Lage zu erkennen, inwieweit die vermittelten Methoden auf vorgelegte praktische Problemstellungen anwendbar sind; ggf. können sie die Methoden sicher und wenn nötig unter Zuhilfenahme geeigneter Software zur Lösung der Problemstellung anwenden.

Voraussetzungen	„Höhere Mathematik“, „Technische Mechanik“, „Messtechnik“, „Experimentalphysik“, „Allgemeine Elektrotechnik“, „Steuer- und Regelungstechnik“ und „Regelungstechnik“.
Verwendbarkeit	<p>Voraussetzung für wissenschaftliche Grundlagenuntersuchungen und angewandte Forschung und Entwicklung auf dem Gebiet der Steuer- und Regelungstechnik.</p> <p>In diesem Studiengang:</p> <ul style="list-style-type: none">• Voraussetzung für Teilnahme am App. Praktikum „Regelungstechnik“• Voraussetzung für das Modul „Filter und Schätzverfahren“
Leistungsnachweis	Schriftliche Prüfung 90 Minuten
Sonstige Bemerkungen	Zuordnung zu den Studienschwerpunkten siehe Tabelle am Anfang des Dokumentes.
Literatur	<ul style="list-style-type: none">• Antsaklis, Michel: A Linear Systems Primer, Birkhäuser 2007.• Lunze: Regelungstechnik 2, Springer 2010.• Sontag: Mathematical Control Theory, Springer 1998.• Svaricek, F.: Zuverlässige numerische Analyse linearer Regelsysteme, Teubner 1995.
Dauer und Häufigkeit	Das Modul dauert ein Trimester, es findet im Herbsttrimester des 1. Master-Studienjahres statt. Das Modul wird jedes Studienjahr angeboten.

Modul 1076 Moderne Strukturwerkstoffe

zugeordnet zu: Wahlpflichtmodule Vertiefungsrichtung: Physikalisch-Technische Modellierung in der Anwendung auf Bauingenieurwesen (Module aus LRT und EIT)

Studiengang:	Mathematical Engineering	Modultyp:	Pflicht
Workload gesamt (h):	150 Stunden	ECTS-Punkte:	5
-> Präsenzzeit (h):	48 Stunden	TWS:	4 Stunden
-> Selbststudium (h):	102 Stunden		

Modulbestandteile	10761	Moderne Strukturwerkstoffe (Vorlesung (PF) - 2 TWS)
	10762	Moderne Strukturwerkstoffe (Übung (PF) - 2 TWS)

Modulverantwortlicher Prof. Dr.-Ing. habil. Hans-Joachim Gudladt

Inhalt

- Im ersten Abschnitt lernt der Student das mechanische Verhalten von Polymeren und Faserverbundwerkstoffen, bevorzugt auf Epoxidbasis, kennen. Dabei wird der amorphen Struktur des Werkstoffes dadurch Rechnung getragen, dass sowohl das energie- als auch das entropie-elastische Verhalten betrachtet wird.
- Darüber hinaus werden den Studenten die Grundlagen des Schädigungsverhaltens von Verbundwerkstoffen unter schwingender Beanspruchung vermittelt. Darin sind auch moderne Strukturwerkstoffe, wie z.B. ARALL und GLARE mit eingeschlossen.
- Der zweite Teil der Vorlesung beschäftigt sich mit dem Korrosionsverhalten von metallischen und polymeren Werkstoffen im Hinblick auf Spannungsriss- und Schwingungskorrosion.
- Im letzten Teil der Vorlesung gewinnen die Studenten Einblick in das mechanische Verhalten von Werkstoffen bei hohen Temperaturen. Hierbei wird dem Aspekt des Kriechens und der Kriechschädigung breiter Raum gewidmet.
- Auf dem Bereich LRT abzielend, erhalten die Studenten gezielte Informationen zum Schädigungsverhalten von keramischen Werkstoffen, wobei besonders den sog. Verbundkeramiken (CMC) Aufmerksamkeit gewidmet wird. Darüber hinaus werden Strategien zur Duktilisierung von Keramiken dargestellt und ein Ausblick auf die zukünftige Materialentwicklung im Bereich LRT gegeben.

Qualifikationsziele

Dem Studenten werden ingenieurwissenschaftliche Inhalte vermittelt, die sich auf das mechanische Verhalten von Werkstoffen beziehen, die im Bereich der Luft- und Raumfahrt eingesetzt werden. Dazu gehören, faserverstärkte Kunststoffe (CFK), Metall-Kunststoffverbunde, z.B. GLARE, hochfeste Aluminiumwerkstoffe sowie Titan- und Nickelbasislegierungen sowie Keramikverbundwerkstoffe. Das Hauptaugenmerk richtet sich dabei auf das mechanische Verhalten unter korrosiver Beanspruchung und bei hohen Temperaturen.

Voraussetzungen

Bachelor-Studium

Verwendbarkeit	Das erworbene Wissen befähigt den Studenten zum Verständnis von Strukturmaterialien im Bereich Zelle und Triebwerk in Bezug auf das mechanische Verhalten. Er wird in die Lage versetzt, Materialoptimierung für zukünftige Strukturbauteile der Luftfahrt vorzunehmen. Darüber hinaus kann er Schwachstellen der Materialien in Bezug auf Ermüdung und Korrosion erkennen und für Abhilfe sorgen.
Leistungsnachweis	Schriftliche Prüfung 60 Minuten oder mündliche Prüfung 30 Minuten
Sonstige Bemerkungen	Dieses Modul kann auch als Munich-Aerospace-Partnermodul belegt werden. Zuordnung zu den Studienschwerpunkten siehe Tabelle am Anfang des Dokumentes.
Literatur	<ul style="list-style-type: none">• Hornbogen E.: Metallische Werkstoffe, Springer Verlag, 2002.• Easterling K., Zschech E.: Werkstoffe im Trend. Berlin: Verlag Technik, 1996.• Easterling K.: Tomorrow's Materials. Dorchester, London: The Institute of Metals, the Dorset Press, 1988.• Ashby M.F., Jones R.H.: International Science and Technology. Vol. 34 & 39. Oxford, New York: Pergamon Press.• Bd. I: An introduction to their properties and application. 1980.• Bd. II: An introduction to microstructure and design. 1986.• Courtney T.H.: Mechanical Behavior of Materials. Series in Materials Science and Engineering. McGraw-Hill, 1990.
Dauer und Häufigkeit	Das Modul dauert ein Trimester, es findet im Herbsttrimester des 1. Master-Studienjahres statt.

Modul 1283 Multisensorsysteme und Sensornetze

zugeordnet zu: Wahlpflichtmodule Vertiefungsrichtung: Physikalisch-Technische Modellierung in der Anwendung auf Bauingenieurwesen (Module aus LRT und EIT)

Studiengang:	Mathematical Engineering	Modultyp:	Wahlpflicht
Workload gesamt (h):	150 Stunden	ECTS-Punkte:	5
-> Präsenzzeit (h):	60 Stunden	TWS:	5 Stunden
-> Selbststudium (h):	90 Stunden		

Modulbestandteile	12831	Multisensorsysteme (Vorlesung (WP) - 3 TWS)
	12832	Sensornetze (Vorlesung (WP) - 2 TWS)

Modulverantwortlicher Prof. Dr. techn. Christian Kargel

Inhalt Vorlesung „Multisensorsysteme“ (Dr.-Ing. Ruser)

Multisensorsysteme nutzen verschiedenartige Sensoren und Informationsquellen für neues und präziseres Wissen über physikalische Größen, Ereignisse und Situationen, oft gewonnen in kürzerer Zeit und zu geringeren Kosten.

Multisensorsysteme wurden zuerst in der militärischen Aufklärung und der Sicherheitstechnik angewandt und werden heute für vielseitige Zwecke eingesetzt: in Fahrassistenzsystemen, der Robotik, Umweltsensorik, Medizintechnik, für die Bildverarbeitung, die Zustandsdiagnose technischer Systeme u.v.a.m.

Aufbauend auf einer Systematisierung der verschiedenen Ansätze und Modelle der Sensor- und Informationsfusion werden in der Lehrveranstaltung „Multisensorsysteme“ Kenntnisse und Werkzeuge für die merkmalsbasierte und probabilistische Lösung des zugrunde liegenden Parameterschätzproblems vermittelt, wie Grundlagen der Bayesschen Statistik, der Dempster-Shafer-Evidenztheorie und des Kalman-Filters, Fuzzy-Methoden sowie Voting-Ansätze.

Anhand verschiedener Nutzen-Kosten-Analysen werden Mittel zur quantitativen Bewertung von Datenfusionsansätzen kennengelernt, wie Kostenfunktionen aus a-priori Wissen und ROC-Analysen. Anhand ausgewählter praktischer Beispiele werden die studentischen Kenntnisse vertieft.

Vorlesung „Sensornetze“ (Dr.-Ing. Zhelondz)

Sensornetze bestehen aus vielen Sensorknoten, die mit Sensoren sowie kleinen eingebetteten Digitalrechnern ausgestattet sind. Die Sensorknoten erfassen Messgrößen der Umgebung und arbeiten bei der Auswertung und Interpretation der Messdaten zusammen, wobei die Kommunikation heute drahtgebunden oder über Funk bei meist dynamisch veränderlicher Netztopologie erfolgt. Digitale Mess-Systeme arbeiten hingegen meist mit unveränderlicher Netz- bzw. Busstruktur. Darüber hinaus unterliegen herkömmliche, digitale Mess-Systeme

meist keinen Beschränkungen hinsichtlich ihrer Energieversorgung, während Sensornetze in den meisten Fällen mit Batterien arbeiten.

Um den Betrieb von Sensornetzen trotz stark eingeschränktem Energievorrat über lange Zeiträume aufrechtzuerhalten, müssen besondere technische Maßnahmen ergriffen werden. Diese umfassen beispielsweise die Implementierung von spezifischen Betriebsmodi, Messsignalverarbeitungs- und Auswertelgorithmen sowie die geeignete Wahl von Netzwerk-, Übertragungs- und Routingprotokollen sowie der System-Software und zweckmäßige Konzepte für die Aggregation und Datenverteilung.

In der Vorlesung „Sensornetze“ wird ausgehend von der Behandlung der Struktur und Funktionsweise busbasierter, digitaler Mess-Systeme auf die speziellen Anforderungen von gegenwärtig eingesetzten, aber auch von zukünftigen Sensornetzen hingeführt. Es werden folgende Themen behandelt:

- Drahtgebundene Sensornetze und digitale Messsysteme
- Einzelknoten in drahtlosen Sensornetzen
- Netzwerkgrundlagen in drahtlosen Sensornetzen
- Physikalische Layer in drahtlosen Sensornetzen
- MAC Layer in drahtlosen Sensornetzen
- LLC Layer in drahtlosen Sensornetzen
- Adressierung in drahtlosen Sensornetzen
- Topologie in drahtlosen Sensornetzen
- Routing in drahtlosen Sensornetzen
- Datenzentrische Kommunikation in drahtlosen Sensornetzen

Qualifikationsziele

Vorlesung „Multisensorsysteme“

- o Die Studierenden haben einen allgemeinen Überblick über das Forschungs- und Anwendungsgebiet von Multisensorsystemen und kennen praktische Beispiele, insbesondere mit militärischer Relevanz.
- o Die Studierenden sind in der Lage, die in modernen praktischen Anwendungen der Datenfusion, insbesondere in der Militär- und Sicherheitstechnik, auftretenden messtechnischen Probleme zu analysieren und nachzuvollziehen.
- o Die Studierenden sind befähigt zum Entwurf von Multisensorsystemen bei vorgegebenen Randbedingungen und zu erreichender Detektionswahrscheinlichkeit und Detektionsleistung.
- o Die Studierenden haben vertiefte Kenntnisse ausgewählter anwendungsrelevanter Methoden der Signal- und Systemmodellierung sowie der statistischen Signalverarbeitung.

Vorlesung „Sensornetze“

- o Die Studierenden besitzen Detailkenntnisse über die Strukturen und Funktionsweisen digitaler Mess-Systeme und Sensornetze sowie die grundsätzlichen Unterschiede in den jeweiligen Anforderungen.
- o Die Studierenden verstehen die Zusammenhänge zwischen den physikalischen Limitierungen und Einflüssen von Sensorik, Bus- bzw.

Netztopologie sowie Kommunikation und den applikationsabhängigen, notwendigen technischen Maßnahmen für die Sicherstellung der korrekten Funktion.

o Die Studierenden werden befähigt, komplexe Kommunikations- und Busprotokolle zu verstehen, zielgerichtet einzusetzen bzw. auszuwählen und zu entwerfen.

o Die Studierenden können eigene System- und Netzentwürfe applikationsabhängig gestalten und die Designentscheidungen begründen.

o Die Studierenden können aufgrund der Kenntnis der momentan vorhandenen Technologien die rasant fortschreitenden Weiterentwicklungen auf dem Gebiet der Sensornetze beurteilen.

Voraussetzungen

- Kenntnisse der Elektrotechnik, Physik und Mathematik.
- Kenntnisse der Messtechnik und Sensorik. Empfohlen wird die Absolvierung des Moduls „Sensorik und Messtechnik“.

Verwendbarkeit

- Wahlpflichtmodul für die Vertiefungsrichtungen EIT-ES und EIT-ST des Masterstudiengangs EIT,
- Das Modul steht in thematischem Zusammenhang mit den Pflichtmodulen
 - o Sensorik und Messtechnik,
 - o Digitale Bildverarbeitung,sowie mit den Wahlpflichtfächern
 - o Sensorik und Messtechnik, Praktikum,
 - o Ausgewählte Kapitel der Sensorik und Messtechnik,
 - o Spezielle messtechnische Probleme,
- Das Modul kann in den Masterstudiengängen „Mathematical Engineering“ und „Informatik“ verwendet werden.

Hinweis : Das Modul ist nur dann verwendbar, wenn keine der zugehörigen Lehrveranstaltungen im Rahmen eines anderen Moduls eingebracht wird!

Leistungsnachweis

- Der Leistungsnachweis für das Modul "Multisensorsysteme und Sensornetze" erfolgt in Form einer schriftlichen Prüfung von 100 Minuten Dauer (sP-100) oder mündlichen Prüfung von 40 Minuten Dauer (mP-40) am Ende des Trimesters. Die genaue Art der Prüfung wird zu Beginn der Lehrveranstaltung bekannt gegeben. Wiederholungsmöglichkeit zum Ende des folgenden Trimesters.
- Für die Modulnote werden die Leistungen der Lehrveranstaltungen „Multisensorsysteme“ und „Sensornetze“ im Verhältnis der jeweiligen ECTS-Punkte gewertet. Die Modulprüfung ist bestanden, wenn jede der beiden Lehrveranstaltungen mindestens mit „ausreichend“ (4.0) bewertet wurde

Literatur

Vorlesung „Multisensorsysteme“

- E. Waltz, J. Llinas: Multisensor data fusion, Artech House, Boston, 1990.
- M.A. Abidi, R.C. Gonzalez (Ed.): Data Fusion in Robotics and Machine Intelligence, Academic Press, San Diego, 1992.
- D.L. Hall: Mathematical Techniques in Multisensor Data Fusion, Artech House, Boston, 2004.
- H.B. Mitchell: Multi-sensor Data Fusion - an Introduction, Springer, Heidelberg, 2007.
- M.E. Liggins, D.L. Hall, J. Llinas (eds.): Handbook of Multisensor Data Fusion: Theory and Practice, CRC Press, Boca Raton, 2008

Vorlesung „Sensornetze“

- N. P. Mahalik (Ed.): Sensor Networks and Configuration: Fundamentals, Standards, Platforms, and Applications, Springer, 2007.
- H. Karl, A. Willig: Protocols and Architectures for Wireless Sensor Networks, Wiley, 2005.
- J. D. Gibson (Ed.): Communications Handbook (Electrical Engineering Handbook), CRC, 2002.
- M. Ilyas (Ed.), I. Mahgoub (Ed.): Handbook of Sensor Networks: Compact Wireless and Wired Sensing Systems, CRC, 1 edition, 2004.
- R. Verdone, D. Dardari, G. Mazzini, A. Conti: Wireless Sensor and Actuator Networks: Technologies, Analysis and Design, Academic Press, 2008.

Dauer und Häufigkeit

- Das Modul dauert 1 Trimester.
- Das Modul beginnt jedes Studienjahr jeweils im Frühjahrstrimester.
- Als Startzeitpunkt ist das Frühjahrstrimester im 1. Studienjahr vorgesehen.

Modul 1254 Neuartige Halbleiterbauelemente und deren Zuverlässigkeit

zugeordnet zu: Wahlpflichtmodule Vertiefungsrichtung: Physikalisch-Technische Modellierung in der Anwendung auf Bauingenieurwesen (Module aus LRT und EIT)

Studiengang:	Mathematical Engineering	Modultyp:	Pflicht
Workload gesamt (h):	180 Stunden	ECTS-Punkte:	6
-> Präsenzzeit (h):	72 Stunden	TWS:	6 Stunden
-> Selbststudium (h):	108 Stunden		

Modulbestandteile	12541	Advanced MOSFETs and Novel Devices (Vorlesung (PF) - 2 TWS)
	12542	Advanced MOSFETs and Novel Devices (Übung (PF) - 1 TWS)
	12543	Zuverlässigkeit in der Halbleitertechnologie (Vorlesung (PF) - 2 TWS)
	12544	Zuverlässigkeit in der Halbleitertechnologie (Übung (PF) - 1 TWS)

Modulverantwortlicher Prof. Dr.-Ing. Walter Hansch

Inhalt

- Im Teil 1 des Moduls werden die historische Entwicklung der MOSFETs zu "mainstream"-Bauelementen unter physikalischen, technologischen und ökonomischen Aspekten aufgezeigt. Die Eigenschaften klassischer Langkanal- und Kurzkanal-MOSFETs mit Kurzkanal-Effekten und Skalierungsregeln werden diskutiert. Als Grundlage für zukünftige Bauelemente werden die Grundlagen des Ladungsträgertransportes (Drift-Diffusion, Hydrodynamischer Transport, Quantenmechanik) vermittelt. Mögliche neue MOSFET-Bauelemente und deren Charakteristika (strain engineering, metal gate, high-k dielectrics, steep-slope devices, vertical MOSFETs, double-gate, fully-depleted MOSFETs) werden gegenüber neuartigen Bauelementen, wie den Hot-Electron Transistors, Spintronic devices, Tunneling transistors, Low-dimensional devices, Coulomb-blockade devices, Single-electron transistor, memory and logic applications, diskutiert.
- Im Teil 2 des Moduls werden in Erweiterung von Teil 1 die Grundlagen inklusive der statistischen Methoden (Stichprobenauswertung, Weibull-Verteilung) für die Bestimmung der Qualität und Zuverlässigkeit (Ausfallraten, Fits) von Produkten und Prozessen der Halbleiterindustrie vermittelt. Darüber hinaus werden mögliche Ausfallmechanismen für Halbleiterbauelemente diskutiert.

Qualifikationsziele

Die Studierenden lernen, aus welchen technologischen und ökonomischen Gründen eine spezielle Bauelemententechnologie (CMOS) für die Halbleiterelektronik einen dominanten Marktanteil von etwa 90% erreicht hat und welche Vor- und Nachteile alternative Bauelementkonzepte aufweisen. Für diese Bauelemente werden die Grundlagen zur Bewertung der Zuverlässigkeit (Einhaltung der kundenspezi-

fischen Anforderungen über die Lebensdauer) und sicherheitstechnische Aspekte anhand von industriellen Beispielen vermittelt. Die Studierenden sollen nach der Vorlesung in der Lage sein, am Beispiel der Halbleiterbauelemente Qualitäts- und Zuverlässigkeitsuntersuchungen zu planen, durchzuführen und auszuwerten. Dabei sollen übliche Werkzeuge (Software, statistische Methoden) mit in die Untersuchungen einbezogen werden können. Außerdem soll die Fähigkeit vorhanden sein, aus den Untersuchungen mögliche Fehlermechanismen zu bestimmen.

Voraussetzungen

- Kenntnisse der Elektrotechnik, Physik und Mathematik aus dem Bachelor-Studiengang

Verwendbarkeit

- Pflichtmodul für die Vertiefungsrichtung "Sicherheitstechnik" im Studiengang Elektrotechnik und Informationstechnik (M.Sc.)
- Wahlpflichtmodul für alle anderen Vertiefungsrichtungen im Studiengang Elektrotechnik und Informationstechnik (M.Sc.)
- Pflichtmodul für die Vertiefungsrichtung ME-EET im Studiengang Mathematical Engineering (M.Sc.)
- Wahlpflichtmodul für alle anderen Vertiefungsrichtungen im Studiengang MAtheoretical Engineering (M.Sc.)

Leistungsnachweis

Leistungsnachweis: Schriftliche Prüfung 90 min oder mündliche Prüfung 30 min am Ende des zweiten Trimesters (sP-90 oder mP-30). Die genaue Prüfungsform wird zu Beginn der Lehrveranstaltung bekanntgegeben.

Literatur

Sze: Physics of Semiconductor Devices, Wiley, 1981-2007
Deleonibus: Electronic Device Architectures for the Nano-CMOS Era, Pan Stanford Publishing, 2009
McPherson: Reliability Physics and Engineering, Springer, 2010

Dauer und Häufigkeit

- Das Modul dauert 2 Trimester.
- Der Modulteil 1 findet jedes Studienjahr jeweils im Frühjahstrimester statt, der Modulteil 2 im darauffolgenden Herbsttrimester.
- Als Startzeitpunkt ist das Frühjahstrimester im 1. Studienjahr vorgesehen.

Modul 1077 Nichtgleichgewichts-Thermodynamik

zugeordnet zu: Wahlpflichtmodule Vertiefungsrichtung: Physikalisch-Technische Modellierung in der Anwendung auf Bauingenieurwesen (Module aus LRT und EIT)

Studiengang:	Mathematical Engineering	Modultyp:	Pflicht
Workload gesamt (h):	150 Stunden	ECTS-Punkte:	5
-> Präsenzzeit (h):	48 Stunden	TWS:	4 Stunden
-> Selbststudium (h):	102 Stunden		

Modulbestandteile	10771	Nichtgleichgewichts-Thermodynamik (Vorlesung, Übung (PF) - 4 TWS)
-------------------	-------	--

Modulverantwortlicher	Prof. Dr.-Ing. Christian Mundt
-----------------------	--------------------------------

Inhalt	<p>Die Studierenden erkennen im Modul Nichtgleichgewichts-Thermodynamik zunächst die Bedeutung des Gebietes für reale Zustandsänderungen im Umfeld Luft- und Raumfahrttechnik und erwerben das Grundwissen zur Analyse und Beeinflussung von irreversiblen Prozessen.</p> <p>1) Die Studierenden erhalten eine Einführung in die Bedeutung der Nichtgleichgewichts-Thermodynamik bei Problemstellungen aus dem Bereich der Luft- und Raumfahrttechnik. Insbesondere wird vermittelt, dass reversible Zustandsänderungen praktisch nicht vorkommen bzw. von sehr langen Zeitskalen begleitet sind.</p> <p>2) Davon ausgehend werden drei Haupt-Themengebiete in ihren Grundzügen betrachtet.</p> <ul style="list-style-type: none"> • linear phänomenologische Theorie zur Beschreibung diffusiver Effekte, • Aufstellung makroskopischer Bilanzgleichungen und • Aufstellung mikroskopischer Bilanzgleichungen. <p>3) Das erworbene Wissen wird durch die Anwendung auf einfache Beispielsituationen erweitert und relevante Anwendungen in numerischen Verfahren diskutiert.</p>
--------	--

Qualifikationsziele	<p>1) Die Studierenden können die Bedeutung der Nichtgleichgewichts-Thermodynamik bei ingenieurs-wissenschaftlichen Problemstellungen hinsichtlich Realisierbarkeit, Entropieproduktion und Quantifizierung erkennen.</p> <p>2) Die Studierenden können für sehr einfache Fälle quantitative und ansonsten qualitative Aussagen treffen.</p> <p>3) Die Studierenden erwerben die Fähigkeit, die Annahmen, Begrenzungen und Vorteile der ggw. Möglichkeiten der Modellierungen der Kontinuums(fluid-) Mechanik zu beurteilen</p>
---------------------	---

Verwendbarkeit	Voraussetzung für wissenschaftliche Grundlagenuntersuchungen und angewandte Forschung und Entwicklung auf dem Gebiet von irreversiblen Prozessen. Beurteilungsfähigkeit von Einsatzgebieten von Theorie und darauf beruhenden Berechnungsverfahren bzw. entsprechender Einschränkungen.
Leistungsnachweis	Schriftliche Prüfung 75 Minuten oder mündliche Prüfung 30 Minuten
Sonstige Bemerkungen	Dieses Modul kann auch als Munich-Aerospace-Partnermodul belegt werden. Zuordnung zu den Studienschwerpunkten siehe Tabelle am Anfang des Dokumentes.
Dauer und Häufigkeit	Das Modul dauert ein Trimester, es findet im Wintertrimester des 2. Master-Studienjahres statt.

Modul 1194 Nichtlineare Finite-Elemente-Methode

zugeordnet zu: Wahlpflichtmodule Vertiefungsrichtung: Physikalisch-Technische Modellierung in der Anwendung auf Bauingenieurwesen (Module aus LRT und EIT)

Studiengang:	Mathematical Engineering	Modultyp:	Wahlpflicht
Workload gesamt (h):	90 Stunden	ECTS-Punkte:	3
-> Präsenzzeit (h):	36 Stunden	TWS:	3 Stunden
-> Selbststudium (h):	54 Stunden		

Modulbestandteile	11941	Nichtlineare Finite-Elemente-Methode (Vorlesung (PF) - 2 TWS)
	11942	Nichtlineare Finite-Elemente-Methode (Praktikum (PF) - 1 TWS)

Modulverantwortlicher Prof. Dr.-Ing. habil. Alexander Lion

Inhalt

Die Studierenden erhalten eine Einführung in die Theorie nichtlinearer Finite-Elemente-Analysen sowie anwendungsorientierte Beispiele in einem Rechnerpraktikum zu den Themen:

- Klassifizierung von Nichtlinearitäten
- Lösungsverfahren für nichtlineare Probleme (inkrementelle/iterative Verfahren, Newton-Raphson Methode)
- Kontaktprobleme (Penalty-Methode, Lagrange-Verfahren, inkrementelle Algorithmen, Reibung, Kontaktkörper/Kontaktpaare)
- Physikalische Nichtlinearität 1: Plastizität (Einführung in die klassische Plastizitätstheorie, Beispielrechnung, Return-Mapping Algorithmus)
- Physikalische Nichtlinearität 2: Viskoelastizität (Einführung in die lineare Viskoelastizitätstheorie, Spannungsrelaxation, Kriechen, Übertragung von Versuchswerten)
- Geometrische Nichtlinearität 1: (Kinematik bei großen Deformationen, Verzerrungs- und Spannungsmaße, Hyperelastizität)
- Geometrische Nichtlinearität 2: (Arbeitsprinzip, Linearisierung, FE-Implementierung)
- Explizite Zeitintegration bei kurzzeitdynamischen Belastungen, Besonderheiten explizit dynamischer FEM

Qualifikationsziele

Die Studierenden gewinnen die Fähigkeit, strukturmechanische Analysen mittels der Finite-Elemente-Methode auch im geometrisch und physikalisch nichtlinearen Bereich mittels kommerzieller Routinen durchzuführen und auszuwerten. Wesentliches Qualifikationsziel ist dabei die Identifikation vorliegender Nichtlinearitäten sowie die Anwendung von geeigneten kontinuumsmechanischen Modellen und numerischen Lösungsverfahren.

Voraussetzungen Der Studierende benötigt Kenntnisse aus dem Modul Finite Elemente.

Verwendbarkeit	Masterarbeit auf dem Gebiet der numerischen Strukturberechnung.
Leistungsnachweis	Schriftliche Prüfung 60 Minuten (ohne Hilfsmittel) oder mündliche Prüfung 30 Minuten (ohne Hilfsmittel)
Literatur	<ul style="list-style-type: none">• Bathe K.-J.: Finite Elemente Methoden. Berlin: Springer-Verlag, 2001.• Belytschko T., Liu W.K., Moran B.: Nonlinear Finite Element Analysis for Continua and Structures. John Wiley, 2000.• Bonet J., Wood R.D.: Nonlinear continuum mechanics for finite element analysis. Cambridge University Press, 1997.• Crisfield M.A.: Non-linear Finite Element Analysis of Solids and Structures. John Wiley, 1996.• NAFEMS: Introduction to Nonlinear Finite Element Analysis. NAFEMS Publishing.• Simo; Hughes: Computational Inelasticity. Springer-Verlag.• Wriggers: Nichtlineare Finite-Elemente-Methoden. Springer-Verlag.• Zienkiewicz; Taylor: The Finite Element Method. Butterworth-Heinemann, Jordan Hill.
Dauer und Häufigkeit	Das Modul dauert ein Trimester, es findet im Wintertrimester des 2. Master-Studienjahres statt.

Modul 1279 Nichtlineare Regelung

zugeordnet zu: Wahlpflichtmodule Vertiefungsrichtung: Physikalisch-Technische Modellierung in der Anwendung auf Bauingenieurwesen (Module aus LRT und EIT)

Studiengang:	Mathematical Engineering	Modultyp:	Wahlpflicht
Workload gesamt (h):	150 Stunden	ECTS-Punkte:	5
-> Präsenzzeit (h):	60 Stunden	TWS:	5 Stunden
-> Selbststudium (h):	90 Stunden		

Modulbestandteile	12791	Nichtlineare Regelung (Vorlesung (WP) - 4 TWS)
	12792	Nichtlineare Regelung (Übung (WP) - 1 TWS)

Modulverantwortlicher Prof. Dr. rer. nat. habil. Claus Hillermeier

Inhalt	<ul style="list-style-type: none"> • Beispiele für nichtlineare Systeme; Eigenheiten dieser Systemklasse gegenüber linearen Systemen • Aufgaben und Grundtypen nichtlinearer Regelung • Stabilitätsanalyse nach Lyapunov • Lyapunov-basierter Reglerentwurf; Backstepping als Methode, um stabilisierende Zustandsrückführungen iterativ aus Zustandsrückführungen für einfachere Subsysteme zu entwerfen • Einführung in die Eingangs-Ausgangs-Linearisierung und die Eingangs-Zustands-Linearisierung als Methoden zum Reglerentwurf für nichtlineare Systeme • Interne Dynamik und Nulldynamik linearer und nichtlinearer Systeme • Methoden der Systemmodellierung, die die Energieflüsse im System sichtbar werden lassen; behandelte Konzepte: <ul style="list-style-type: none"> • Dissipative und passive Systeme • Hamiltonsche Systeme mit Dissipation und steuerbarem Energiezufluss und -abfluss • Methoden der Regelung, bei denen die energetische Grundstruktur des Systems auch im Regelkreis erhalten bleibt
--------	--

Qualifikationsziele	<ul style="list-style-type: none"> • Die Studierenden kennen Beispiele für nichtlineare Systeme und sind mit den Phänomenen vertraut, die nur bei nichtlinearen, nicht aber bei linearen Systemen auftreten können. Die Studierenden kennen die Bedeutung einer nichtlinearen Dynamik für die Technik, beispielsweise für die Konstruktion stabiler Oszillatoren.
---------------------	--

- Die Studierenden sind mit Regelungsaufgaben wie Stabilisierung und Trajektorienfolge sowie mit den Regler-Architekturen zur Lösung dieser Aufgaben vertraut.
- Die Studierenden beherrschen das methodische Rüstzeug zur Analyse der Stabilität nichtlinearer Systeme.
- Die Studierenden kennen mehrere Herangehensweisen zum Entwurf nichtlinearer Regelungen und sind in der Lage, nichtlineare Regler für einfachere Modellklassen selbstständig zu entwerfen.
- Die Studierenden beherrschen die „flachheitsbasierte“ Herangehensweise an die Aufgaben der Trajektorienplanung, Stabilisierung und Trajektorienfolgeregelung.
- Die Studierenden können sich die physikalischen Eigenschaften von Regelstrecken für den Reglerentwurf zunutze machen und Regelkreise entwerfen, die eine physikalische Interpretation besitzen.

Voraussetzungen	Vorausgesetzt werden Kenntnisse der Ingenieurmathematik sowie Kenntnisse im Umfang eines der folgenden Module, die an der UniBwM im Bachelor "Mathematical Engineering" bzw. im Bachelor "Elektrotechnik und Informationstechnik" bzw. im Bachelor "Luft- und Raumfahrttechnik" absolviert werden: Modul "Systemtheorie" oder Modul "Steuer- und Regelungstechnik" oder Modul "Regelungstechnik".
Verwendbarkeit	Verwendbar im Rahmen des Masterstudiengangs „Elektrotechnik und Informationstechnik“ für alle Vertiefungsrichtungen. Verwendbar im Rahmen des Masterstudiengangs „Mathematical Engineering“ für alle Vertiefungsrichtungen.
Leistungsnachweis	Schriftliche Prüfung von 90min Dauer (sP-90) oder mündliche Prüfung von 30min Dauer (mP-30) am Ende des Herbsttrimesters. Wiederholungsmöglichkeit am Ende des Folgequartals. Die genaue Art der Prüfung wird zu Beginn des Moduls bekannt gegeben.
Literatur	- J. Slotine, W. Li: "Applied Nonlinear Control", Verlag Prentice Hall, 1991 (begleitend), - H. Khalil: "Nonlinear Systems", Verlag Prentice Hall, 2002 (begleitend + weiterführend).
Dauer und Häufigkeit	Das Modul dauert zwei Trimester.

Das Modul beginnt jedes Studienjahr jeweils im Frühjahrstrimester.
Als Startzeitpunkt ist das Frühjahrstrimester im 1. Studienjahr vorgesehen.

Modul 1292 Numerik und CAD für die Hochfrequenztechnik

zugeordnet zu: Wahlpflichtmodule Vertiefungsrichtung: Physikalisch-Technische Modellierung in der Anwendung auf Bauingenieurwesen (Module aus LRT und EIT)

Studiengang:	Mathematical Engineering	Modultyp:	Wahlpflicht
Workload gesamt (h):	180 Stunden	ECTS-Punkte:	6
-> Präsenzzeit (h):	72 Stunden	TWS:	6 Stunden
-> Selbststudium (h):	108 Stunden		

Modulbestandteile	12921	Numerik (Vorlesung (WP) - 2 TWS)
	12922	Numerik (Übung (WP) - 1 TWS)
	12923	CAD für die Hochfrequenztechnik (Vorlesung (WP) - 2 TWS)
	12924	CAD für die Hochfrequenztechnik (Übung (WP) - 1 TWS)

Modulverantwortlicher Prof. Dr.-Ing. habil. Wilfrid Pascher

Inhalt	<p>a) Lehrveranstaltung 1 Numerische Methoden zur Berechnung elektromagnetischer Felder</p> <ul style="list-style-type: none">• Finite Differenzen• Momentenmethode• Feldentwicklungsverfahren• Spektralbereichsverfahren• Method of Lines• Integralgleichungsverfahren• Finite Elemente <p>Berechnung von passiven Komponenten und Schaltungen in Mikrowellentechnik und Integrierter Optik</p> <p>Mit Hilfe der verschiedenen Methoden sollen Felder und Wellenausbreitung insbesondere in Wellenleiter, Resonatoren, Filter berechnet. Dabei sollen Strukturen aus Mikrostreifen-, Koplanarleitungen und Hohlleitern sowie aus optischen Film- und Streifenwellenleitern untersucht werden.</p> <p>b) Lehrveranstaltung 2</p> <p>Ausbreitung elektromagnetischer Wellen</p> <ul style="list-style-type: none">- Ground wave,- Spherical Ground,- Raumwelle,- Satellitenstrecke, Link Budget,- Berücksichtigung von Hindernissen,- Empirische Modelle,- Terrainmodelle. <p>Antennenberechnungen</p>
--------	---

- Grundlagen,
 - Näherungslösungen mit Analogien,
 - Optische Verfahren (GO, GTD, UTD, PO, PTD),
 - Lösung der Maxwell'schen Gleichungen im diskretisierten Raum (FEM, FDTD, TLM),
 - Lösung der Maxwell'schen Gleichungen an diskretisierten Oberflächen (MOM),
 - Hybrid-Methoden.
- Schaltungs-Simulation
- Simulation im Zeitbereich,
 - Simulation im Frequenzbereich.

Qualifikationsziele

- Grundkenntnisse über die Funktionsweise verschiedener numerischer Verfahren
- Grundkenntnisse über deren Vor- und Nachteile
- Überblick über Einteilung in Frequenz- und Zeitbereichsverfahren
- Überblick über analytischen und numerischen Aufwand
- Grundkenntnisse über deren Anwendung auf passive Komponenten und Schaltungen in Mikrowellentechnik und Integrierter Optik

Die Lehrveranstaltung CAD in der Hochfrequenztechnik soll den leichteren Zugang

zu einigen in Forschung und Industrie weltweit eingesetzten CAE/ CAD-Programmen

für Hochfrequenzanwendungen ermöglichen.

Dabei sollen insbesondere vermittelt werden:

- Grundkenntnisse über die verwendeten Lösungsansätze,
- Grundkenntnisse über die Problemdefinition (Dateneingabe) bei der Simulation,
- Grundkenntnisse über die Bewertung der Simulationsergebnisse.

Voraussetzungen

Kenntnisse in Hochfrequenztechnik und Theoretischer Elektrotechnik, wie sie z.B. in den Modulen "Hochfrequenztechnik I und II" sowie "Theoretische Elektrotechnik I und II" aus den jeweiligen B.Sc.-Studiengängen vermittelt werden.

Verwendbarkeit

Das Wahlpflichtmodul ist für alle Vertiefungsrichtungen der Masterstudiengänge EIT, ME und CAE verwendbar.

Leistungsnachweis

Für das Gesamtmodul: Schriftliche Prüfung von 90 min Dauer (sP-90) oder mündliche Prüfung von 30 min Dauer (mP-30)

LV1: Schriftliche Prüfung von 45min Dauer oder mündliche Prüfung von 15min Dauer am Ende des Trimesters (sP-45 oder mP-15). Die Art der Prüfung wird zu Beginn des Trimesters angegeben.

LV2: Schriftliche Prüfung von 45min Dauer oder mündliche Prüfung von 15min Dauer am Ende des Trimesters (sP-45 oder mP-15). Die

Art der Prüfung wird zu Beginn des Trimesters angegeben.
Die Gewichtung der beiden Lehrveranstaltungen erfolgt im Verhältnis der ECTS-Punkte.

Literatur

T. Itoh (ed) "Numerical Techniques for Microwave and Millimeter-Wave Passive Structures", Wiley, 1989
J. Brose: "Skript: CAD in der Hochfrequenztechnik", UniBwM, IHMF, 2007,
J. Brose: "Skript: Ausbreitung elektromagnetischer Wellen", UniBwM, IHMF, 2008.

Dauer und Häufigkeit

Das Modul dauert 2 Trimester. Das Modul wird in jedem Studienjahr angeboten. Beginn ist das WT .

Modul 1391 Numerik und Chaostheorie

zugeordnet zu: Wahlpflichtmodule Vertiefungsrichtung: Physikalisch-Technische Modellierung in der Anwendung auf Bauingenieurwesen (Module aus LRT und EIT)

Studiengang:	Mathematical Engineering	Modultyp:	Wahlmodul
Workload gesamt (h):	150 Stunden	ECTS-Punkte:	5
-> Präsenzzeit (h):	60 Stunden	TWS:	5 Stunden
-> Selbststudium (h):	90 Stunden		

Modulbestandteile	13911	Numerik (Vorlesung (WP) - 2 TWS)
	13912	Chaostheorie (Vorlesung (WP) - 2 TWS)
	13913	Numerik und Chaostheorie (Übung (WP) - 1 TWS)

Modulverantwortlicher Prof. Dr.-Ing. Jochen Schein

Inhalt	<ul style="list-style-type: none"> • Beispiele von nichtlinearen Dynamiken in der Elektrotechnik. Was sind chaotische Systeme. • Mathematische Einführung in die Theorie der Gewöhnlichen Differentialgleichungen. • Numerische Lösungen von nichtlinearen Differentialgleichungen. Diskretisierungsfehler. Euler-Algorithmus (explizit und implizit), Runge-Kutta-Algorithmus, symplektischer Verlet-Algorithmus. Unterschiede, Vorteile/Nachteile jedes Algorithmus. • Grenzzyklen in nichtlinearen Systemen. Existenz von periodischen Bewegungen und Beispiele. Störungstheorie zur Behandlung von unterschiedlichen Zeitskalen. • Stabilitätsbegriffe in nichtlinearen Systemen. Lyapunov-Stabilitätstheoreme für autonome, nichtlineare Systeme. • Einführung in die Bifurkationstheorie und Klassifizierung von Bifurkationen. • Einführung in die Chaostheorie. Entstehung von Chaos in nichtlinearen Systemen. • Eine nützliche Anwendung der Chaostheorie in der Elektrotechnik: Synchronisation von chaotischen Systemen und Übertragung von verschlüsselten Signalen
--------	--

Qualifikationsziele	<ul style="list-style-type: none"> • Die Studierenden kennen wichtige Beispiele nichtlinearer Dynamiken, die in der Elektrotechnik und in anderen Bereichen der Ingenieurwissenschaft vorkommen. • Die Studierenden kennen die gängigsten Näherungstechniken, womit eine Differentialgleichung numerisch diskretisiert und gelöst werden kann, mit einem Schwerpunkt auf Stabilität und Genauigkeit. • Die Studierenden sind in der Lage, die Unterschiede und Vorteile jedes numerischen Algorithmus zu erkennen. • Die Studierenden kennen die Bedeutung von Bifurkationen in nichtlinearen Systemen bezüglich Existenz von Grenzzyklen und Instabilitäten. Die Studierenden sind in der Lage, die wichtigsten Charakteristiken der unterschiedlichen Bifurkationen zu erkennen.
---------------------	--

- Die Studierenden kennen die Entstehung eines chaotischen Verhaltens in nichtlinearen Systemen und wie dieses charakterisiert wird.

Voraussetzungen

Vorausgesetzt werden Kenntnisse der Ingenieurmathematik sowie Kenntnisse eines der folgenden Module, die an der UniBwM im Bachelor "Mathematical Engineering" bzw. im Bachelor "Elektrotechnik und Informationstechnik" bzw. im Bachelor "Luft- und Raumfahrttechnik" absolviert werden: Modul "Systemtheorie" oder Modul "Steuer- und Regelungstechnik" oder Modul "Regelungstechnik".

Verwendbarkeit

Verwendbar im Rahmen des Masterstudiengangs "Elektrotechnik und Informationstechnik" für alle Vertiefungsrichtungen. Verwendbar im Rahmen des Masterstudiengangs "Mathematical Engineering" für alle Vertiefungsrichtungen.

Leistungsnachweis

Schriftliche Prüfung von 75min Dauer (sP-75) oder mündliche Prüfung von 25min Dauer (mP-25) am Ende des Frühjahrs trimesters. Wiederholungsmöglichkeit am Ende des Folgequartals. Die genaue Art der Prüfung wird zu Beginn des Moduls bekannt gegeben.

Literatur

- H. Khalil, "Nonlinear Systems", Verlag Prentice Hall, 2002 (begleitend + weiterführend)
- W. H. Press, S. A. Teukolsky, W. T. Vetterling, B. P. Flannery, "Numerical Recipes in C" (second edition), Verlag Cambridge University Press, 1992; <http://www.nrbook.com/a/bookcpdf.php> (begleitend + weiterführend)
- H. R. Schwarz, "Numerische Mathematik", Verlag Teubner, 1997 (begleitend + weiterführend)
- S. H. Strogatz, "Nonlinear Dynamics and Chaos", Verlag Perseus Books, 1994 (begleitend + weiterführend)

Dauer und Häufigkeit

Das Modul dauert 1 Trimester.
Das Modul beginnt jedes Studienjahr jeweils im Herbsttrimester.
Als Startzeitpunkt ist das Herbsttrimester im 1. Studienjahr des Masters vorgesehen.

Modul 1078 Numerische Mathematik

zugeordnet zu: Wahlpflichtmodule Vertiefungsrichtung: Physikalisch-Technische Modellierung in der Anwendung auf Bauingenieurwesen (Module aus LRT und EIT)

Studiengang:	Mathematical Engineering	Modultyp:	Pflicht
Workload gesamt (h):	150 Stunden	ECTS-Punkte:	5
-> Präsenzzeit (h):	60 Stunden	TWS:	5 Stunden
-> Selbststudium (h):	90 Stunden		

Modulbestandteile	10781	Numerische Mathematik (Vorlesung (PF) - 3 TWS)
	10782	Numerische Mathematik (Übung (PF) - 1 TWS)

Modulverantwortlicher Prof. Dr.-Ing. habil. Markus Klein

Inhalt	<ul style="list-style-type: none"> • Übersicht über die Grundtypen von linearen partiellen Differentialgleichungen und ihre physikalische Bedeutung • Grundzüge der Raum-Zeit-Diskretisation partieller Differentialgleichungen: Finite Differenzenverfahren, Finite Elemente Verfahren, Finite Volumenverfahren. • Diskussion verschiedener Typen numerische Fehler • Untersuchung der Konsistenz und Stabilität von Verfahren • Anwendung auf praktische Beispiele: Konvektionsgleichung, Wärmeleitungsgleichung, Wellengleichung • Selbstständige Programmierung der erlernten Algorithmen in MATLAB
--------	---

Qualifikationsziele

Sehr viele Vorgänge in der Luft- und Raumfahrttechnik können durch partielle Differentialgleichungen beschrieben werden. Diese Gleichungen, in Verbindung mit komplexen Randbedingungen, können nur behandelt werden, indem man sie drastisch vereinfacht oder numerisch löst.

Durch die Verfügbarkeit von leistungsfähigen Computern hat die numerische Lösung in den letzten Jahrzehnten in der Praxis große Bedeutung gewonnen. Das Modul "Numerische Mathematik" stellt die grundlegenden Rechentechniken für die relevanten Typen von partiellen Differentialgleichungen vor. Das Verständnis des Stoffes wird durch das eigenständige Implementieren der erlernten Algorithmen in MATLAB vertieft. Die Studenten erlernen die Fähigkeit, die kommerziellen Rechenwerkzeuge, die in der industriellen Praxis in der Regel Anwendung finden, kritisch auszuwählen und zu nutzen.

Voraussetzungen

Grundlagen der numerischen Mathematik und der Softwareentwicklung aus dem Bachelorstudium

Verwendbarkeit	Das Modul kann in allen technisch orientierten Bereichen des LRT-Studiums verwendet werden.
Leistungsnachweis	Schriftliche Prüfung 120 Minuten (Hilfsmittel: selbst angefertigte Mitschrift aus der Vorlesung (1x DIN A 4 beidseitig beschrieben), kein Taschenrechner) oder mündliche Prüfung 30 Minuten (ohne Hilfsmittel).
Sonstige Bemerkungen	Zuordnung zu den Studienschwerpunkten siehe Tabelle am Anfang des Dokumentes.
Literatur	<ul style="list-style-type: none">• W. Dahmen und A. Reusken: Numerik für Ingenieure und Naturwissenschaftler, Springer Verlag, 2008• G. Evans, J. Blackledge, P. Yardley: Numerical Methods for Partial Differential Equations, Springer Verlag, 2000• J.H. Ferziger, M. Peric: Numerische Strömungsmechanik, Springer Verlag, 2007• C. Grossmann, H.G. Roos: Numerik partieller Differentialgleichungen, Teubner-Verlag, 2005• P. Knabner, L. Angermann: Numerik partieller Differentialgleichungen, Springer Verlag, 2000• W.H. Press, B.P. Flannery, S.A. Teukolsky und W.T. Vetterling: Numerical Recipes in Fortran (in C, in C++, in Pascal), Cambridge University Press• A. Quarteroni, R. Sacco, F. Saleri: Numerische Mathematik 1 & 2, Springer Verlag, 2000• H. Schwarz: Methode der Finiten Elemente, Teubner-Verlag, 1991• Josef Stoer, Roland Bulirsch: Numerische Mathematik 1 und 2, Springer Verlag, Berlin 1994, 1990
Dauer und Häufigkeit	Das Modul dauert 1 Trimester, es findet im Frühjahrstrimester des 1. Master-Studienjahres statt.

Modul 1291 Praktikum: Hochfrequenztechnische Systeme

zugeordnet zu: Wahlpflichtmodule Vertiefungsrichtung: Physikalisch-Technische Modellierung in der Anwendung auf Bauingenieurwesen (Module aus LRT und EIT)

Studiengang:	Mathematical Engineering	Modultyp:	Wahlpflicht
Workload gesamt (h):	150 Stunden	ECTS-Punkte:	5
-> Präsenzzeit (h):	60 Stunden	TWS:	5 Stunden
-> Selbststudium (h):	90 Stunden		

Modulbestandteile

Modulverantwortlicher Prof. Dr.-Ing. habil. Stefan Lindenmeier

Inhalt

Dieses Praktikum bietet einen Einblick in Aufbau und Funktion moderner Funkübertragungstechnik. Anhand von ausgewählten Versuchen werden typische Baugruppen der Funktechnik mit Hilfe moderner Mess- und Simulationstechnik analysiert und optimiert.

- Verstärkungsgang und Aussteuergrenzen eines RC-Verstärkers:
Nach Berechnung der Eckfrequenzen wird an einem RC-Verstärker der frequenzabhängige Verstärkungsgang aufgenommen und die Wechselstromarbeitsgerade bestimmt. Die Aussteuergrenzen sowohl bei Strom- als auch Spannungsbegrenzung werden messtechnisch ermittelt. Durch Wahl der richtigen Arbeitspunkteinstellung kann die optimale Durchsteuerfähigkeit bestimmt werden.

- Bandfilter:

An verschiedenen, unterschiedlich aufgebauten Bandfiltern sollen die Übertragungskurven gemessen werden und charakteristische Kenngrößen für Bandfilter ermittelt werden.

- Berechnung und Messung eines Breitband-HF-Verstärkers:

Ein HF-Breitbandverstärker wird mit Hilfe der Y-Parameter dimensioniert und das Kleinsignalverhalten dieses HF-Breitbandverstärkers mit Hilfe eines modernen Netzwerkanalysators im Hinblick auf seine S-Parameter vermessen und die Ergebnisse der Simulation gegenübergestellt.

- Großsignalverhalten von HF-Verstärkern:

Funkempfänger nehmen über die Antenne typischerweise nicht nur das aktuell gewünschte Nutzsignal, sondern meist auch eine Vielzahl aktuell unerwünschter und häufig sehr viel stärkerer Signale auf. Auf welche Weise dadurch der Empfang des Nutzsignals beeinträchtigt werden kann, wird durch Messungen mit einem modernen Spektrumanalysator gezeigt.

- Modulatoren und Mischer in Sendern und Empfängern der Funktechnik:

In jedem Sender wird die Nachricht auf einen hochfrequenten Träger aufmoduliert. In jedem Superhetempfänger erfolgt eine Frequenzumsetzung (Mischung) von der Hochfrequenzebene auf die Zwischenfrequenzebene (ZF). Nach der Verstärkung auf der ZF-Ebene wird die Nachricht wieder demoduliert. Im Versuch werden mit einem moder-

nen Spektrumanalysator verschiedene Modulatoren, Mischer und Demodulatoren untersucht.

- Leistungsverstärker:

In jeder Senderendstufe ist der Wirkungsgrad der Umsetzung von Gleichstromleistung in HF-Ausgangsleistung von großer Bedeutung. Stromkosten, Betriebszeiten bei Batteriebetrieb und erforderliche Kühlmaßnahmen hängen davon ab. Dieser Umsetzungswirkungsgrad hängt in hohem Maß von der Betriebsart des Verstärkers ab. Im Versuch wird ein Leistungsverstärker im Bereich einiger Watt HF-Ausgangsleistung im A-Betrieb, Gegentakt-B-Betrieb und Gegentakt-C-Betrieb untersucht und neben dem Wirkungsgrad auch der Oberwellengehalt und die Amplitudenmodulierbarkeit betrachtet.

- Rauscheigenschaften von Transistorverstärkern:

Die Rauscheigenschaften eines Vorverstärkers in einem Empfangssystem bestimmen dessen Grenzeempfindlichkeit, also die Fähigkeit, sehr schwache Signale mit ausreichendem S/N zu empfangen. Im Versuch werden die Rauschparameter eines Verstärkers durch manuelle und automatische Rauschzahlmessverfahren ermittelt und die Bedeutung des Außenrauschens behandelt.

Voraussetzungen	Kenntnisse in Hochfrequenztechnik und Theoretischer Elektrotechnik, wie sie z.B. in den Modulen "Hochfrequenztechnik I und II" sowie "Theoretische Elektrotechnik I und II" aus den jeweiligen B.Sc.-Studiengängen vermittelt werden.
Verwendbarkeit	- Wahlpflichtmodul für Praktika aller Vertiefungsrichtungen des M.Sc.-Studiengangs "Elektrotechnik und Informationstechnik", - Wahlpflichtmodul für alle Vertiefungsrichtungen des M.Sc.-Studiengangs "Mathematical Engineering".
Leistungsnachweis	Die Benotung erfolgt auf Grund der Teilnahme und der Ausarbeitungen.
Literatur	Meinke, Gundlach: "Taschenbuch der Hochfrequenztechnik", Springer Verlag, Berlin, 1986
Dauer und Häufigkeit	Das Modul dauert 1 Trimester. Das Modul beginnt jedes Studienjahr jeweils im Wintertrimester. Als Startzeitpunkt ist das Wintertrimester im 2. Studienjahr vorgesehen.

Modul 1280 Praktikum: Regelungstechnik

zugeordnet zu: Wahlpflichtmodule Vertiefungsrichtung: Physikalisch-Technische Modellierung in der Anwendung auf Bauingenieurwesen (Module aus LRT und EIT)

Studiengang:	Mathematical Engineering	Modultyp:	Wahlpflicht
Workload gesamt (h):	150 Stunden	ECTS-Punkte:	5
-> Präsenzzeit (h):	60 Stunden	TWS:	5 Stunden
-> Selbststudium (h):	90 Stunden		

Modulbestandteile

Modulverantwortlicher Prof. Dr. rer. nat. habil. Claus Hillermeier

Inhalt

- Selbständige praktische Umsetzung verschiedener Regelaufgaben z.B. mittels elektronischer Schaltungen bzw. handelsüblicher Regler,
- Umgang mit sehr unterschiedlichen Regelstrecken (u.a. Gleichstrommotor, Füllstandsregelung)
- Entwurf von Reglern für reale Strecken,
- Computergestützte Simulation einer Strecke,
- Entwurf von Reglern für verschiedene regelungstechnische Aufgaben wie zum Beispiel Ruhelagenstabilisierung, Störunterdrückung und Folgeregelung.

Qualifikationsziele

- Vertiefung des regelungstechnischen Lehrstoffes durch Bezug zur Anwendung,
- Einblick in die Implementierung eines entworfenen Reglers,
- Einblick in die Struktur handelsüblicher Standardregler und Echtzeitsysteme.

Voraussetzungen

Vorausgesetzt werden Kenntnisse der Ingenieurmathematik sowie Kenntnisse im Umfang eines der folgenden Module, die an der UniBwM im Bachelor "Mathematical Engineering" bzw. im Bachelor "Elektrotechnik und Informationstechnik" bzw. im Bachelor "Luft- und Raumfahrttechnik" absolviert werden: Modul "Systemtheorie" oder Modul "Steuer- und Regelungstechnik" oder "Modul Regelungstechnik".

In jedem Falle werden erworbene Grundkenntnisse in der Regelungstechnik vorausgesetzt.

Verwendbarkeit	Verwendbar im Rahmen des Masterstudiengangs „Elektrotechnik und Informationstechnik“ für alle Vertiefungsrichtungen. Verwendbar im Rahmen des Masterstudiengangs „Mathematical Engineering“ für alle Vertiefungsrichtungen.
----------------	---

Leistungsnachweis	Die Note des Praktikums besteht zur Hälfte aus der Bewertung der Versuchsvorbereitung und zur Hälfte aus einem Fachgespräch über alle Versuche am Ende des Praktikums. Die Ausarbeitung trägt nicht zur Note bei, ist aber für die Zulassung zum Fachgespräch erforderlich.
-------------------	---

Literatur	- J. Lunze: "Regelungstechnik, Band 1 + 2", Springer Verlag, 2008, - H. Unbehauen: "Regelungstechnik, Band 1 + 2", Vieweg Verlag, 2002.
-----------	--

Dauer und Häufigkeit	Das Modul dauert 1 Trimester. Das Modul beginnt jedes Studienjahr jeweils im Frühjahrstrimester. Als Startzeitpunkt ist das Frühjahrstrimester im 1. Studienjahr vorgesehen.
----------------------	---

Modul 1284 Praktikum: Sensorik und Messtechnik

zugeordnet zu: Wahlpflichtmodule Vertiefungsrichtung: Physikalisch-Technische Modellierung in der Anwendung auf Bauingenieurwesen (Module aus LRT und EIT)

Studiengang:	Mathematical Engineering	Modultyp:	Wahlpflicht
Workload gesamt (h):	150 Stunden	ECTS-Punkte:	5
-> Präsenzzeit (h):	60 Stunden	TWS:	5 Stunden
-> Selbststudium (h):	90 Stunden		

Modulbestandteile	12841	Praktikum: Sensorik und Messtechnik (Praktikum (WP) - 5 TWS)
-------------------	-------	--

Modulverantwortlicher	Prof. Dr. techn. Christian Kargel
-----------------------	-----------------------------------

Inhalt	<p>Im Wahlpflichtpraktikum „Sensorik und Messtechnik“ bearbeiten die Studierenden in Kleingruppen verschiedene sensorische und messtechnische Aufgaben. Zu den praktischen Übungen zählen:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Sensorspezifische Signalmodellierung und -verarbeitung mit Math-Cad und SigmaPlot • Bestimmung von statischen und dynamischen Sensoreigenschaften z.B. anhand von Temperatur- und Beschleunigungssensoren • Messung mechanischer Größen • Kraft- und Drehmomentmessung mit Dehnungsmessstreifen (DMS)-Sensoren • Messung akustischer Größen • Messung thermischer Größen • Aufbau und Betrieb von Sensornetzen und busfähigen digitalen Mess-Systemen • Distanz- bzw. Entfernungsmessung mit Ultraschallsensoren, z.B. für das KFZ • Objekt- und Personenortung mit RADAR- bzw. LIDAR-Sensoren • Digitale Messdatenerfassung und -verarbeitung mit MATLAB und LabVIEW • Korrelationsmesstechnik • Messung des Übertragungsverhaltens • Bildgebende Ultraschallsensorik
--------	---

Qualifikationsziele	<ul style="list-style-type: none"> • Die Studierenden haben die in anderen Lehrveranstaltungen - insbesondere im Modul „Sensorik und Messtechnik“ erworbene Kenntnisse in praktische Lösungen für bestimmte Aufgabenstellungen umgesetzt. • Die Studierenden haben vertiefte Kenntnisse und Fertigkeiten im praktischen Umgang mit Sensoren, Messgeräten und Mess-Systemen erworben sowie die Handhabung von Standard-Software-Tools zur digitalen Messdatenerfassung, Signalverarbeitung und -auswertung gefestigt.
---------------------	--

- Die Studierenden sind in der Lage, die in der Praxis auftretenden messtechnischen Probleme zu analysieren und mithilfe von ingenieurwissenschaftlichem Denken und Handeln zu lösen.
- Die Studierenden können zielgerichtete und applikationsabhängige Optimierungen von Sensoren, Messverfahren und Mess-Systemen durchführen, z.B. zur Reduktion der Messunsicherheit sowie zur Unterdrückung von Stör- und -einflussgrößen.

Voraussetzungen

- Kenntnisse der Elektrotechnik, Messtechnik, Mathematik und Physik.
- Empfohlen wird die erfolgreiche Bewältigung des Moduls „Sensorik und Messtechnik“.

Verwendbarkeit

- Wahlpflichtmodul aller Studien- und Vertiefungsrichtungen.
 - Das Modul steht in thematischem Zusammenhang mit den Pflichtmodulen
 - o Sensorik und Messtechnik,
 - o Digitale Bildverarbeitung,
- sowie mit den Wahlpflichtfächern
- o Multisensorsysteme und Sensornetze,
 - o Simulationswerkzeuge in der Sensorik und Messtechnik,
 - o Ausgewählte Kapitel der Sensorik und Messtechnik
 - o Spezielle messtechnische Probleme

Leistungsnachweis

- Die Benotung wird anhand der studentischen Vorbereitung (Testate) auf die einzelnen Praktikumsübungen, der Mitarbeit und der Praktikumsberichte vorgenommen.

Literatur

- E. Schrüfer: Elektrische Messtechnik, Messung elektrischer und nicht-elektrischer Größen, Hanser, München, 2003.
- P. Profos, T. Pfeifer: Handbuch der industriellen Messtechnik, Oldenbourg Verlag, München, 2002.
- J. Marek (Hrsg): Sensors for automotive applications, Wiley-VCH, Weinheim, 2003.
- U. Kiencke, R. Eger: Messtechnik, Systemtheorie für Elektrotechniker, 6. Aufl., Springer, Berlin, 2005.
- M. Möser: Messtechnik der Akustik, Springer, Berlin, 2010.
- M. Werner: Digitale Signalverarbeitung mit MatLab, 3rd ed. Wiesbaden, Vieweg, 2006.

Dauer und Häufigkeit

Das Modul dauert 1 Trimester.
Das Modul wird nur in Studienjahren mit ungerader Jahreszahl angeboten und beginnt jeweils im Frühjahrstrimester.
Als Startzeitpunkt ist das Frühjahrstrimester im 1. oder 2. Studienjahr vorgesehen

Modul 1285 Praktikum: Simulationswerkzeuge in der Sensorik und Messtechnik

zugeordnet zu: Wahlpflichtmodule Vertiefungsrichtung: Physikalisch-Technische Modellierung in der Anwendung auf Bauingenieurwesen (Module aus LRT und EIT)

Studiengang:	Mathematical Engineering	Modultyp:	Wahlpflicht
Workload gesamt (h):	150 Stunden	ECTS-Punkte:	5
-> Präsenzzeit (h):	60 Stunden	TWS:	5 Stunden
-> Selbststudium (h):	90 Stunden		

Modulbestandteile	12851	Praktikum: Simulationswerkzeuge in der Sensorik und Messtechnik (Praktikum (WP) - 5 TWS)
-------------------	-------	---

Modulverantwortlicher	Prof. Dr. techn. Christian Kargel
-----------------------	-----------------------------------

Inhalt

In der Lehrveranstaltung „Simulationswerkzeuge in der Sensorik und Messtechnik“ werden die in der Praxis vorwiegend verwendeten Softwarepakete zur Messdatenerfassung und -verarbeitung sowie zur Modellierung und Simulation von Signalen, Schaltungen und Systemen kennengelernt und eingesetzt. Die effektive und effiziente Bearbeitung der vielfältigen Aufgaben auf den Gebieten der Sensorik und Messtechnik ist heute ohne Einsatz von beispielsweise MATLAB, LabVIEW, SigmaPlot, MultiSim, ANSYS, etc. nicht zu gewährleisten. Neben den Standardaufgaben der (digitalen) Messdatenerfassung und -verarbeitung bieten diese Pakete umfangreiche Möglichkeiten zur Simulation und dem Test von einzelnen Bauteilen und gesamter Module bereits vor der Prototypfertigung (hardware-in-the-loop). Auch die Simulation und der Test von messtechnischen Schaltungen mit elektronischen Bauteilen, die mit realen Eigenschaften modellierbar sind, zählen zum Funktionsumfang der Softwarepakete.

In dieser Lehrveranstaltung werden zuerst die Grundlagen der einzelnen Softwarepakete vermittelt um anschließend typische Aufgabenstellungen der Praxis zu bearbeiten. Studierende mit entsprechenden Vorkenntnissen wenden sich unmittelbar der Lösung von anwendungsorientierten Aufgaben zu. Die behandelten Softwarepakete werden sowohl im akademischen Umfeld, als auch der Industrie weit über die Grenzen der Sensorik und Messtechnik eingesetzt.

- | | |
|----------------------------|---|
| Qualifikationsziele | <ul style="list-style-type: none"> Die Studierenden können verschiedene Softwarepakete anwendungsorientiert auswählen und zielgerichtet einsetzen. Die Studierenden sind in der Lage, ihre theoretischen Kenntnisse mit den Möglichkeiten von Standard-Softwareprogrammen zu verknüpfen um anschauliche Lösungen von Problemen und Aufgabenstellungen der Praxis zu finden. |
|----------------------------|---|

- Die Studierenden haben ein Bewusstsein für die Vor- und Nachteile der Messdatenerfassung und -verarbeitung mit Standardprogrammen sowie von Simulationsrechnungen und Simulationssoftware entwickelt und interpretieren die Mess- und Simulationsergebnisse entsprechend.

Voraussetzungen

- Grundkenntnisse in:
 - o Elektrotechnik und Messtechnik
 - o Physik
 - o Mathematik
 - o Programmierung.

Verwendbarkeit

- Wahlpflichtmodul für alle Studien- und Vertiefungsrichtungen.
 - Das Modul steht in thematischem Zusammenhang mit den Pflichtmodulen
 - o Sensorik und Messtechnik,
 - o Digitale Bildverarbeitung,
- sowie mit den Wahlpflichtfächern
- o Ausgewählte Kapitel der Sensorik und Messtechnik,
 - o Spezielle messtechnische Probleme,
 - o Sensorik und Messtechnik, Praktikum,
 - o Multisensorsysteme und Sensornetze.

Leistungsnachweis

- Die Benotung wird anhand der studentischen Vorbereitung (Testate) auf die einzelnen Praktikumsübungen, der Mitarbeit und der Praktikumsberichte vorgenommen

Literatur

W. Georgi, E. Metin: Einführung in LabVIEW, 3rd ed. München, Carl Hanser Verlag, 2008.
B. Mütterlein: Handbuch für die Programmierung mit LabVIEW, 2nd ed. Heidelberg, Spektrum Akademischer Verlag (Imprint of Springer), 2009.
R. Jamal: LabVIEW für Studenten - Das Grundlagenbuch, 4th ed. München, Pearson Education, 2004.
S. Adam: MATLAB und Mathematik kompetent einsetzen, Eine Einführung für Ingenieure und Naturwissenschaftler, Weinheim, WILEY-VCH, 2006.
F. Grupp, F. Grupp: MATLAB 7 für Ingenieure, Grundlagen und Programmierbeispiele. München, Oldenburg, 2004.

Dauer und Häufigkeit

Das Modul dauert ein Trimester.
Das Modul wird im Herbsttrimester angeboten.
Als Startzeitpunkt ist das Herbsttrimester im 2. Studienjahr vorgesehen.

Modul 1220 Quellencodierung und Kanalcodierung

zugeordnet zu: Wahlpflichtmodule Vertiefungsrichtung: Physikalisch-Technische Modellierung in der Anwendung auf Bauingenieurwesen (Module aus LRT und EIT)

Studiengang:	Mathematical Engineering	Modultyp:	Wahlpflicht
Workload gesamt (h):	150 Stunden	ECTS-Punkte:	5
-> Präsenzzeit (h):	60 Stunden	TWS:	5 Stunden
-> Selbststudium (h):	90 Stunden		

Modulbestandteile	12201	Quellencodierung und Kanalcodierung (Vorlesung (WP) - 3 TWS)
	12202	Quellencodierung und Kanalcodierung (Übung (WP) - 2 TWS)

Modulverantwortlicher Priv.-Doz. Dr.-Ing. Gerhard Staude

Inhalt	<ul style="list-style-type: none"> • Grundlagen: <ul style="list-style-type: none"> o Kanalkapazität, Codierung, Turbo-Prinzip o Multiple-Input Multiple-Output (MIMO) Kanalmodelle o Grundlagen von Orthogonalem Frequenzmultiplex (OFDM) • MIMO Kanalkapazität • Grundlegende MIMO-Übertragungsverfahren <ul style="list-style-type: none"> o Beamforming o Space-Time Trellis Codes o Sendeantennen-Diversity mit orthogonalen Space-Time Blockcodes o Spatial Multiplexing o Cyclic Delay Diversity o Nicht-kohärente MIMO-Übertragungsverfahren o Vergleich von MIMO Übertragungsverfahren o Einführung in das Konzept des Dirty Paper Coding o Spatial multiplexing mit räumlicher Signalverarbeitung am Empfänger oder Sender (Precoding) • Multiuser MIMO • MIMO in kommerziellen drahtlosen Kommunikationssystemen (WLAN, zellulärer Mobilfunk)
--------	---

Qualifikationsziele	<ul style="list-style-type: none"> • Grundkenntnisse der informationstheoretischen Grundlagen von MIMO Systemen • Kenntnis der Übertragungseigenschaften und Modellierung von Funkkanälen mit mehreren Antennen • Grundkenntnisse von Codierverfahren für drahtlose Kommunikationssysteme • Verständnis der grundlegenden MIMO-Übertragungsverfahren • Kenntnis der in kommerziellen Systemen angewendeten MIMO-Verfahren • Verständnis der praktischen Probleme bei der Nutzung von MIMO-Verfahren in kommerziellen Systemen
---------------------	---

- Fähigkeiten in der Anwendung von Matrizenrechnung am Beispiel von MIMO-Systemen
- Fähigkeiten in der Anwendung stochastischer Methoden am Beispiel von MIMO-Systemen

Voraussetzungen

- Mathematik A, B,C
- Wünschenswert sind Kenntnisse der Signalverarbeitung (z.B. Module „Signalverarbeitung und Informationsverarbeitung digitale Regelung und Sensornetze" oder „Signalverarbeitung und Übertragungssysteme der Hochfrequenztechnik" oder „Digitale Signalverarbeitung")
- Wünschenswert sind Kenntnisse der Mobilkommunikation
- Wünschenswert sind Kenntnisse der Kommunikationstechnik, wie sie in den Vorlesungen „Signale und Kommunikationssysteme" und „Kommunikationstechnik I" (BA-Modul „Kommunikationstechnik") und „Kommunikationstechnik II" (MA-Modul „Informationsverarbeitung und Kommunikationstechnik" oder „Kommunikationstechnik B") vermittelt werden

Verwendbarkeit

- Pflichtmodul für die Vertiefungsrichtung ME-VSK im Studiengang Mathematical Engineering (M. Sc.)
- Wahlpflichtmodul für die Vertiefungsrichtungen ME-EET, ME-Mechatronic und ME-PTM im Studiengang Mathematical Engineering (M. Sc.)
- Wahlpflichtmodul für den Masterstudiengang EIT in den Vertiefungsrichtungen EIT-KT und EIT-ES

Leistungsnachweis

Mündliche Modulprüfung von 30min Dauer (mP-30) oder schriftliche Prüfung von 60min Dauer (sP-60)

Dauer und Häufigkeit

Das Modul dauert 1 Trimester, beginnt jedes Studienjahr, Startzeitpunkt ist das HT im 1. Studienjahr (10tes Trimester)

Modul 1081 Raumfahrtantriebe

zugeordnet zu: Wahlpflichtmodule Vertiefungsrichtung: Physikalisch-Technische Modellierung in der Anwendung auf Bauingenieurwesen (Module aus LRT und EIT)

Studiengang:	Mathematical Engineering	Modultyp:	Wahlpflicht
Workload gesamt (h):	150 Stunden	ECTS-Punkte:	5
-> Präsenzzeit (h):	48 Stunden	TWS:	4 Stunden
-> Selbststudium (h):	102 Stunden		

Modulbestandteile 10811 Raumfahrtantriebe (Vorlesung, Übung (PF) - 4 TWS)

Modulverantwortlicher Prof. Dr.-Ing. Christian Mundt

Inhalt Die Studierenden erwerben im Modul Raumfahrtantriebe das Grundwissen zu Raumfahrtantrieben und deren vielfältigen Anwendungsgebiete.

- 1) Die Studierenden erhalten eine Einführung in die Bedeutung der Raumfahrtantriebe bei Problemstellungen aus dem Bereich der Luft- und Raumfahrttechnik.
- 2) Ausgehend von den theoretischen Grundlagen, werden praktische Probleme diskutiert bis hin zu Fertigungsaspekten, Komponenten und operationellen Aspekten. Es werden z.B. behandelt:

- Flüssigkeitsraketenantriebe
- Feststoffraketen
- Hybridraketen
- Luftatmer
- Elektrische Antriebe
- Zukunftskonzepte

- 3) Nach Möglichkeit werden in einer Exkursion Industriefirmen mit entsprechenden Produktionen besucht.

Qualifikationsziele

- 1) Die Studierenden können die Bedeutung der Raumfahrtantriebe bei technischen Problemstellungen hinsichtlich Machbarkeit, Technologie und zukünftigen Trends einordnen.
- 2) Die Studierenden können für einfache Anwendungsfälle Antriebskonzepte erstellen und berechnen.
- 3) Die Studierenden erwerben die Fähigkeit, für die jeweiligen Anwendungen sinnvolle Konfigurationen vorschlagen zu können.

Voraussetzungen

Der Besuch der Vorlesung Aerothermodynamik, Raumfahrttechnik I und II wird empfohlen.

Verwendbarkeit	Voraussetzung für wissenschaftliche Grundlagenuntersuchungen und angewandte Forschung und Entwicklung auf dem Gebiet insbesondere von Flugkörper- und Raumfluggeräten.
Leistungsnachweis	Schriftliche Prüfung 75 Minuten oder mündliche Prüfung 30 Minuten
Sonstige Bemerkungen	Zuordnung zu den Studienschwerpunkten siehe Tabelle am Anfang des Dokumentes.
Dauer und Häufigkeit	Das Modul dauert ein Trimester, es findet im Wintertrimester des 2. Master-Studienjahres statt.

Modul 1082 Regelungstechnik

zugeordnet zu: Wahlpflichtmodule Vertiefungsrichtung: Physikalisch-Technische Modellierung in der Anwendung auf Bauingenieurwesen (Module aus LRT und EIT)

Studiengang:	Mathematical Engineering	Modultyp:	Pflicht
Workload gesamt (h):	150 Stunden	ECTS-Punkte:	5
-> Präsenzzeit (h):	48 Stunden	TWS:	4 Stunden
-> Selbststudium (h):	102 Stunden		

Modulbestandteile	10821	Regelungstechnik (Vorlesung (PF) - 2 TWS)
	10822	Regelungstechnik (Übung (PF) - 2 TWS)

Modulverantwortlicher Prof. Dr.-Ing. habil. Ferdinand Svaricek

Inhalt

Im Modul Regelungstechnik wird das in der Grundlagenvorlesung Steuer- und Regelungstechnik erworbene Grundwissen zur Analyse und Synthese linearer kontinuierlicher Regelungs- und Steuerungssysteme vertieft und erweitert:

1) Die Studierenden erhalten zunächst eine Einführung in die geometrische Stabilitätsanalyse mit Hilfe des Wurzelortskurvenverfahrens. Anschließend wird vermittelt, wie das WOK-Verfahren zur Synthese linearer dynamischer Regler eingesetzt werden kann.

2) Anschließend lernen die Studierenden verschiedene Methoden für die Modellierung, Beschreibung und Analyse des Verhaltens von dynamischen Systemen im Frequenzbereich kennen:

- Frequenzgang,
- Ortskurve und Bodediagramm,
- Phasenminimum- und Allpaßsysteme,
- Stabilitätsprüfung mit Hilfe des Nyquistverfahrens,
- Stabilitätsrand (Amplituden- und Phasenrand).

3) Dann wird die Beschreibung und Analyse dynamischer Eingrößensysteme im Zustandsraum behandelt. Neben der Vorstellung der grundlegenden Begriffe und Definitionen (Zustandsvariablen, Zustandsgleichung, Zustandstrajektorie, Steuer- und Beobachtbarkeit, Stabilität) werden auch elementare Methoden zur Analyse des dynamischen Verhaltens (Eigenwerte, Eigenbewegung, Stabilität) und der Steuer- und Beobachtbarkeit sowie wichtige Normalformen (Diagonal-, Regelungs- und Beobachtungsnormalform, Kalman-Zerlegung) vermittelt.

4) Die Studierenden werden dann mit den Grundlagen zur Synthese linearer Zustandsregler vertraut gemacht. Dabei werden im Einzelnen die folgenden Aspekte behandelt:

- Entwurf linearer Zustandsrückführungen,
- Zustandsbeobachter,

- Berücksichtigung von Störgrößen,
- erweiterte Regelungsstrukturen.

Qualifikationsziele

- 1) Die Studierenden können das dynamische Verhalten von Eingrößenregelkreise anhand der Wurzelortskurven beurteilen und durch Anpassung des Reglers gezielt verändern.
- 2) Die Studierenden sind in der Lage die Stabilität eines Regelkreises anhand der Ortskurve und des Bodediagramms des offenen Kreises zu überprüfen.
- 3) Die Studierenden erwerben die Fähigkeit, Zustandsraummodelle von technischen Systemen aus unterschiedlichen Fachdisziplinen aufzustellen und deren Eigenschaften zu analysieren.
- 4) Die Studierenden werden in die Lage versetzt, das dynamische Verhalten von Eingrößenregelkreise durch den Entwurf von linearen Zustandsrückführungen gezielt zu beeinflussen

Voraussetzungen

Vorausgesetzt werden Kenntnisse in „Höhere Mathematik“, „Technische Mechanik“, „Messtechnik“, „Experimentalphysik“, „Allgemeine Elektrotechnik“ und „Steuer- und Regelungstechnik“ des LRT-Bachelor Studiums.

Verwendbarkeit

Voraussetzung für wissenschaftliche Grundlagenuntersuchungen und angewandte Forschung und Entwicklung auf dem Gebiet der Steuer- und Regelungstechnik.

In diesem Studiengang:

- Voraussetzung für Teilnahme am Rechnerpraktikum „Regelungstechnik“
- Voraussetzung für Teilnahme am App. Praktikum „Regelungstechnik“
- Voraussetzung für das Modul „Moderne Methoden der Regelungstechnik“
- Voraussetzung für das Modul „Flugführungssysteme“
- Voraussetzung für das Modul „Dynamik und Regelung von Satelliten“
- Voraussetzung für das Modul „Filter und Schätzverfahren“

Leistungsnachweis

Schriftliche Prüfung 90 Minuten (30 Minute Fragenteil ohne Hilfsmittel und 60 Minuten Aufgabenteil mit allen Hilfsmitteln außer programmierbaren Taschenrechner) oder mündliche Prüfung 30 Minuten.

Sonstige Bemerkungen

Zuordnung zu den Studienschwerpunkten siehe Tabelle am Anfang des Dokumentes.

Literatur

- Lunze, J.: Regelungstechnik 1: Systemtheoretische Grundlagen, Analyse und Entwurf einschleifiger Regelungen. 5. Auflage. Berlin: Springer-Verlag, 2006.
- Lunze, J.: Regelungstechnik 2: Mehrgrößensysteme, Digitale Regelung. 3. Auflage. Berlin: Springer-Verlag, 2005.

- Unbehauen, H.: Regelungstechnik. Band I. 13. Auflage. Braunschweig: Vieweg und Sohn, 2005 .
- Unbehauen, H.: Regelungstechnik. Band II. 8. Auflage. Braunschweig: Vieweg und Sohn, 2000.

Dauer und Häufigkeit

Das Modul dauert ein Trimester, es findet im Wintertrimester des 1. Master-Studienjahres statt.

Modul 1281 Regelungstechnisches Seminar

zugeordnet zu: Wahlpflichtmodule Vertiefungsrichtung: Physikalisch-Technische Modellierung in der Anwendung auf Bauingenieurwesen (Module aus LRT und EIT)

Studiengang:	Mathematical Engineering	Modultyp:	Wahlpflicht
Workload gesamt (h):	150 Stunden	ECTS-Punkte:	5
-> Präsenzzeit (h):	60 Stunden	TWS:	5 Stunden
-> Selbststudium (h):	90 Stunden		

Modulbestandteile

Modulverantwortlicher Prof. Dr. rer. nat. habil. Claus Hillermeier

Inhalt

Das Seminar besteht aus Referaten, die von den Studierenden gehalten werden.
 Die Referate runden das vorhandene regelungstechnische Wissen der Studierenden ab und vertiefen wichtige regelungstechnische Konzepte. Die Zuordnung der jeweiligen Referatsthemen erfolgt im Einvernehmen mit den Studierenden.
 Liste möglicher Referatsthemen:

- Vermaschte Regelungen zur besseren Ausregelung von Störungen
- Modellbasierte Regelung (d.h. der Regler trägt in sich ein Modell der Regelstrecke) und Smith-Prädiktor
- Stabilitätsanalyse linearer Regelkreise (Vertiefung)
- Stabilitätsanalyse mittels Lyapunov-Funktionen
- Energie-angepasste Regelung / Regelung von "Port-Controlled-Hamiltonian-Systems"
- Intervallarithmetik in der Regelungstechnik
- Das Konzept der Eingangs-Ausgangs-Linearisierung nichtlinearer Systeme
- Das Konzept der Eingangs-Zustands-Linearisierung nichtlinearer Systeme

Qualifikationsziele

Die Studierenden haben sich im Rahmen der Vorbereitung ihres Referats intensiv mit einem regelungstechnischen Thema auseinandergesetzt und dadurch ein stark vertieftes Verständnis regelungstechnischer Denk- und Herangehensweisen gewonnen.
 - Die Studierenden sind in der Lage, einen verständlichen Fachvortrag über ein technisches Thema auszuarbeiten und vor einer technisch gebildeten Hörschaft vorzutragen.

- Die Studierenden haben einen Überblick über ein Spektrum wichtiger Methoden der Regelungstechnik gewonnen.

Voraussetzungen

Vorausgesetzt werden Kenntnisse der Ingenieurmathematik sowie Kenntnisse im Umfang eines der folgenden Module, die an der UniBwM im Bachelor "Mathematical Engineering" bzw. im Bachelor "Elektrotechnik und Informationstechnik" bzw. im Bachelor "Luft- und Raumfahrttechnik" absolviert werden: "Modul Systemtheorie" oder "Modul Steuer- und Regelungstechnik" oder "Modul Regelungstechnik".

Verwendbarkeit

Verwendbar im Rahmen des Masterstudiengangs „Elektrotechnik und Informationstechnik“ für alle Vertiefungsrichtungen. Verwendbar im Rahmen des Masterstudiengangs „Mathematical Engineering“ für alle Vertiefungsrichtungen.

Leistungsnachweis

Die Leistungspunkte werden durch ein selbst gehaltenes Referat, eine mündliche Prüfung von ca. 20 Min Dauer sowie das Zuhören bei den Referaten der anderen Teilnehmer erworben. Die Note besteht zur Hälfte aus der Bewertung des selbst gehaltenen Referats und zur Hälfte aus der mündlichen Prüfung.

Literatur

- J. Lunze: "Regelungstechnik, Band 1 + 2", Springer Verlag, 2008,
- J. Slotine, W. Li: "Applied Nonlinear Control", Verlag Prentice Hall, 1991.

Dauer und Häufigkeit

Das Modul dauert 1 Trimester. Das Modul beginnt jedes Studienjahr jeweils im Frühjahrstrimester. Als Startzeitpunkt ist das Frühjahrstrimester im 1. Studienjahr vorgesehen.

Modul 1084 Satellitennavigation I

zugeordnet zu: Wahlpflichtmodule Vertiefungsrichtung: Physikalisch-Technische Modellierung in der Anwendung auf Bauingenieurwesen (Module aus LRT und EIT)

Studiengang:	Mathematical Engineering	Modultyp:	Pflicht
Workload gesamt (h):	180 Stunden	ECTS-Punkte:	6
-> Präsenzzeit (h):	72 Stunden	TWS:	6 Stunden
-> Selbststudium (h):	108 Stunden		

Modulbestandteile	10841	Globale Satellitennavigationssysteme (Vorlesung (PF) - 1 TWS)
	10842	Globale Satellitennavigationssysteme (Übung (PF) - 1 TWS)
	10843	Differentielle GNSS-Verfahren (Vorlesung (PF) - 1 TWS)
	10844	Differentielle GNSS-Verfahren (Übung (PF) - 1 TWS)
	10845	Schätzverfahren der integrierten Navigation (Vorlesung (PF) - 1 TWS)
	10846	Schätzverfahren der integrierten Navigation (Übung (PF) - 1 TWS)

Modulverantwortlicher Prof. Dr.-Ing. Bernd Eissfeller

Inhalt	<p>1) Globale Satellitennavigationssysteme (GNSS)</p> <ul style="list-style-type: none"> • Grundlagen: Referenzsysteme, Zeitsysteme, Satellitenorbits, Aufbau eines GNSS • gegenwärtige Satellitennavigationssysteme: NAVSTAR GPS (USA), GLONASS (Russland); Weltraumsegment, Bodensegment und Nutzersegment (Empfänger) • zukünftige Satellitennavigationssysteme: GALILEO (Europa), COMPASS (China); Abgrenzung zu den vorhandenen Systemen, GNSS Evolution Programme • Ergänzungssysteme: WAAS, EGNOS, MSAS, GAGAN, QZSS u.a. • Bestimmung von Position, Geschwindigkeit, Beschleunigung und Zeit: Einführung in die Auswertung von GNSS-Daten (Standardpositionierung mit Code-Strecken, Auswertung von Doppler- oder Phasenmessungen zur Geschwindigkeits- und Beschleunigungsbestimmung, Zeittransfer) <p>2) Differentielle GNSS-Methoden (DGNSS)</p> <ul style="list-style-type: none"> • Einführung, Motivation und Zielsetzung für DGNSS • Beobachtungsgleichungen, Fehlerbudget und Korrekturansätze • LAAS (lokale differentielle Systeme) und WAAS („wide area“ Systeme) • Hochpräzise Korrekturkonzepte • Ansätze im wissenschaftlichen Bereich • Militärisches DGNSS: JPALS, WAGE und Talon NAMATH • Anwendungsspektrum
--------	---

3) Schätzverfahren der integrierten Navigation

- Systemkonzept der Integrierten Navigation
- Multisensorsysteme und Redundanzkonzepte
- Sensoren und Messwerte der Navigation
- Kalman Filter: Lineares dynamisches Fehlermodell, Beobachtungsgleichungen, Ableitung des Optimalschätzers, Algorithmus, Elementares Beispiel, numerisch stabile Formen
- Anwendung bei der GPS/INS Integration: Lose Kopplung (Loosely Coupling), Enge Kopplung (Tightly Coupling), Ultraenge Kopplung (Ultra - Tightly Coupling), Tiefe Kopplung (Deeply Coupling)
- Beispiele und Leistungsfähigkeit Integrierter Navigationssysteme in Schifffahrt, Luftfahrt, Landverkehr und Raumfahrt

Qualifikationsziele

Globale Satellitennavigationssysteme spielen in vielen Berufsfeldern, aber auch im privaten Bereich (Freizeit-Gestaltung) eine inzwischen sehr wichtige Rolle.

- Die Absolventen besitzen einen Überblick über die existierenden und zukünftigen (bzw. modernisierten) globalen Satellitennavigationssysteme (GNSS), sowohl über die wichtigen Grundlagen als auch über die Systemarchitektur und die Systemgliederung (Segmente).
- Weiterhin kennen sie Ergänzungssysteme und die Auswertemethodik. Die Anwendungen für zivile als auch militärische Nutzer sind ihnen bekannt.
- Sie haben durch die Lehrveranstaltung "Differentielle GNSS-Verfahren" fundierte Kenntnisse über die Methoden zur Verbesserung konventioneller GNSS Positionierungs-Techniken, inkl. der heute verfügbaren und für die Zukunft geplanten Entwicklungen einschließlich der militärischen Systeme, erworben.
- Im Rahmen des Abschnitts "DGNSS-Methoden" haben sie sich das Verständnis für die Datenverarbeitung, Algorithmen sowie das Fehlerbudget der differentiellen GNSS-Technik, was als Voraussetzung für die Erarbeitung der Realisierungskonzepte angesehen werden kann, erarbeitet.
- Sie haben Grundkenntnisse über Schätzverfahren in hybriden Navigationssystemen erworben.
- Sie verstehen das Zusammenwirken der verschiedenen Messwerte und den grundlegenden Rechengang des Kalman Filters.
- Sie verstehen das Zusammenwirken der verschiedenen Sub-Systeme und die zugrunde liegenden Technologien.
- Sie haben einen Überblick über die Multisensornavigation in verschiedenen Anwendungsbereichen (Schifffahrt, Landverkehr, Luftfahrt, Raumfahrt) erhalten.

Voraussetzungen

Mathematik, Experimentalphysik, Messtechnik, Messtechnik und Regelungstechnik.

Verwendbarkeit

Erweiterung des Grundwissens im Gebiet "Satellitennavigation" um Kenntnisse der existierenden und zukünftigen Systeme sowie um die wichtigen Verfahren der differentiellen Positionierung, die im zivilen und militärischen Bereich zu Erzielung höherer Genauigkeiten sowie zur Verbes-

serung der Integrität eine hohe Bedeutung haben. Spezialkenntnisse auf dem (zivil und) militärisch wichtigen Gebiet der hybriden Navigation.

Leistungsnachweis

Schriftliche Prüfung 90 Minuten (Hilfsmittel: nicht-programmierbarer Taschenrechner) oder mündliche Prüfung 30 Minuten.

Sonstige Bemerkungen

Zuordnung zu den Studienschwerpunkten siehe Tabelle am Anfang des Dokumentes.

Literatur

- Brown R.G., Hwang P.Y.C.: Introduction to Random Signals and Applied Kalman Filtering. 3rd edition. New York: John Wiley & Sons, 1997.
- ESA (Hrsg): EGNOS - the European geostationary navigation overlay system. Noordwijk: ESA Publications Division, 2006.
- Hofmann-Wellenhof B.: GNSS - Global Navigation Satellite Systems. Wien: Springer-Verlag, 2008.
- Lawrence A.: Modern Inertial Technology - Navigation, Guidance and Control. Berlin: Springer-Verlag, 1998.
- Leick A.: GPS satellite surveying. New York: Wiley, 1995.
- Misra P., Enge P.: Global Positioning System - Signals, Measurements, and Performance. Second Edition. Lincoln, MA, USA: Ganga-Jamuna Press, 2006.
- Parkinson B.W., Spilker J.J. (Hrsg): Global Positioning System - Theorie and Applications, Volume 1. Progress in Astronautics and Aeronautics, Volume 163. Cambridge, 1996.
- Parkinson B.W., Spilker J.J. (Hrsg): Global Positioning System - Theorie and Applications, Volume 2. Progress in Astronautics and Aeronautics, Volume 164. Cambridge, 1996.
- Seeber G.: Satellite geodesy. Berlin: Verlag de Gruyter, 2003.
- Titterton D.H., Weston J.L.: Strapdown inertial navigation technology. AIAA, 2005.

Dauer und Häufigkeit

Das Modul dauert ein Trimester, es findet im Herbsttrimester des 1. Master-Studienjahres statt.

Modul 1085 Satellitennavigation II

zugeordnet zu: Wahlpflichtmodule Vertiefungsrichtung: Physikalisch-Technische Modellierung in der Anwendung auf Bauingenieurwesen (Module aus LRT und EIT)

Studiengang:	Mathematical Engineering	Modultyp:	Wahlpflicht
Workload gesamt (h):	210 Stunden	ECTS-Punkte:	7
-> Präsenzzeit (h):	96 Stunden	TWS:	8 Stunden
-> Selbststudium (h):	114 Stunden		

Modulbestandteile	10851	GNSS Nutzersegment (Vorlesung (PF) - 2 TWS)
	10852	GNSS Nutzersegment (Übung (PF) - 1 TWS)
	10853	Weltraumwetter (Vorlesung (PF) - 1 TWS)
	10854	Weltraumwetter (Übung (PF) - 1 TWS)
	10855	Satellitenkommunikation (Vorlesung (PF) - 2 TWS)
	10856	Satellitenkommunikation (Übung (PF) - 1 TWS)

Modulverantwortlicher Prof. Dr.-Ing. Bernd Eissfeller

Inhalt	<p>1) GNSS Nutzersegment</p> <ul style="list-style-type: none">• Empfängertechnik- und -technologien• geschichtliche Entwicklung• Komponenten eines GNSS Empfängers und ihre Bedeutung• analoge und digitale Baugruppen <p>Signalverarbeitung</p> <ul style="list-style-type: none">• Signalverarbeitung im GNSS Empfänger, Korrelation, DLL und PLL, Fehler, Multipath <p>Hardware- vs. Software-Empfänger</p> <ul style="list-style-type: none">• Konzepte• Unterschiede• Vor- und Nachteile <p>GNSS Empfänger - Übersicht</p> <ul style="list-style-type: none">• zivile Empfänger• militärische Empfänger <p>2) Satellitenkommunikation</p> <ul style="list-style-type: none">• Einführung und Hintergrund• Bahn- und Konstellationsaspekte• Raumtransport und Satellitenplattform• Grundlagen der Kommunikationstechnik: Link Bilanz, Modulation, Zugriffsverfahren (CDMA, FDMA, TDMA), Kodierung, Ausbreitungseffekte• Kommunikationsnutzlast• Bodenstationen, VSATs, Netze
--------	--

- Dienste der Satellitenkommunikation (INMARSAT, INTELSAT, INTERSPUTNIK, EUTELSAT, IRIDIUM, GLOBALSTAR, u.a.)
- Entwicklungsstand und Trends

3) Weltraumwetter

- Einführung in die Thematik
- Bedeutung des Weltraumwetters für Satellitensysteme und Bodeninfrastruktur auf der Erde
- Die Sonne als Antrieb für das Weltraumwetter (Phänomene und Überwachung)
- Die Ionosphäre (Aufbau, Phänomene und Beobachtung unter bes. Berücksichtigung der GNSS-basierten Datenverarbeitung)
- Systemtechnische Aspekte (Übersicht über die Auswirkungen des Weltraumwetters auf Teilsysteme von Raumfahrzeugen, Strahlungsanalysen und Schutzmaßnahmen).

Qualifikationsziele

Die Absolventen besitzen vertiefte Kenntnisse in zwei modernen Teilgebieten.

- Sie verstehen die Funktion eines GNSS Empfängers und sind sich über unterschiedliche Empfängerimplementierungen klar.
- Die Studierenden besitzen Grundkenntnisse über die Weltraumnutzung durch "Satellitenkommunikation".
- Sie verstehen das Zusammenwirken der verschiedenen Sub-Systeme und die zugrunde liegenden Technologien.
- Sie haben einen Überblick über die Multisensornavigation in verschiedenen Anwendungsbereichen (Schifffahrt, Landverkehr, Luftfahrt, Raumfahrt) erhalten.
- Sie verstehen den grundlegenden Designprozess der Satellitenkommunikation und sind in der Lage, solche Systeme zu bemessen.
- Sie haben praktische Erfahrungen in der Satellitenkommunikation durch die Inbetriebnahme einer VSAT Station und von Mobilterminals erworben.
- Die Studierenden kennen die Fähigkeiten und Grenzen sowie die wirtschaftliche Bedeutung der Satellitenkommunikation.
- Sie haben Kenntnisse über die Phänomene, Beobachtung und Vorhersage des Weltraumwetters sowie den Auswirkungen auf Satellitensysteme erworben.

Voraussetzungen

Mathematik, Experimentalphysik, Raumfahrttechnik.

Verwendbarkeit

Erweiterung des Grundwissens für die Gebiete Raumfahrttechnik und Satellitennavigation. Verständnis der Konzepte bei militärischen und zivilen GNSS. Erarbeitung von Spezialwissen für die Vorlesungen in den Schwerpunkten Flugführungssysteme und Autonome Systeme.

Leistungsnachweis

Schriftliche Prüfung 90 Minuten(Hilfsmittel: nicht-programmierbarer Taschenrechner) oder mündliche Prüfung 30 Minuten

Sonstige Bemerkungen

Dieses Modul kann auch als Munich-Aerospace-Partnermodul belegt werden.

Zuordnung zu den Studienschwerpunkten siehe Tabelle am Anfang des Dokumentes.

Literatur

- Kaplan E.D., Hegarty Ch. (Editor): Understanding GPS - Principles and Applications. Boston: Artech House Publishers, 2005.
- Borre K., Akos D.M., Bertelsen N., Rinder P., Jensen, Sören H.: A Software-Defined GPS and GALILEO Receiver. Boston: Birkhäuser, 2007.
- Lawrence A.: Modern Inertial Technology - Navigation, Guidance and Control. Berlin: Springer-Verlag, 1998.
- Titterton D.H., Weston J.L.: Strapdown inertial navigation technology. AIAA, 2005.
- Brown R.G., Hwang P.Y.C.: Introduction to Random Signals and Applied Kalman Filtering. 3rd edition. New York: John Wiley & Sons, 1997.
- Calcutt D., Tetley L.: Satellite Communications: Principles and Applications. London: Edward Arnold Verlag, 1994.
- Roddy D.: Satellite Communications. 2nd Edition. New York: McGraw-Hill, 1995.
- Richararia M.: Satellite Communication Systems: Design Principles. New York: McGraw-Hill, 1995.
- Maral G., Bousquets M.: Satellite Communications Systems, West Sussex: John Wiley & Sons, 1995.
- de Re E., Ruggieri M.: Satellite Communications and Navigation Systems. Springer Science, 2008.
- Dodel H., Eberle S.: Satellitenkommunikation. Berlin: Springer Verlag, 2007.

Dauer und Häufigkeit

Das Modul dauert ein Trimester, es findet im Herbsttrimester des 1. Master-Studienjahres statt.

Modul 1086 Satellitensysteme

zugeordnet zu: Wahlpflichtmodule Vertiefungsrichtung: Physikalisch-Technische Modellierung in der Anwendung auf Bauingenieurwesen (Module aus LRT und EIT)

Studiengang:	Mathematical Engineering	Modultyp:	Pflicht
Workload gesamt (h):	150 Stunden	ECTS-Punkte:	5
-> Präsenzzeit (h):	48 Stunden	TWS:	4 Stunden
-> Selbststudium (h):	102 Stunden		

Modulbestandteile	10861	Satellitensysteme (Vorlesung (PF) - 2 TWS)
	10862	Satellitensysteme (Übung (PF) - 2 TWS)

Modulverantwortlicher Prof. Dr.-Ing. Roger Förstner

Inhalt

In dieser Vorlesung werden die wichtigsten Subsysteme, aus denen ein Satellit aufgebaut ist, vertieft betrachtet. Nach einer Darstellung der verschiedenen Segmente (Boden-, Transfer-, Raumsegment) aus denen eine Raumfahrtmission besteht und deren Verknüpfungen, werden zunächst die wichtigsten technischen Aspekte verschiedener Klassen von Raumfahrtmissionen (Erdbeobachtung, Telekommunikation, Navigation, planetaren und interplanetaren Exploration) und ihr Einfluss auf den Entwurf von Satellitensystemen erarbeitet. Nachfolgend werden die Besonderheiten der Weltraumumgebung dargestellt. Es wird der Einfluss des Vakuums, der kosmischen Strahlung, des Sonnenwindes, der planetaren Atmosphären und Magnetfelder auf Raumfahrzeuge beleuchtet und mögliche designtechnische Lösungen vorgestellt. Es werden dann die wichtigsten Subsysteme von Satelliten im Einzelnen untersucht (Energieversorgung, Lage- und Bahnregelung, Antriebe, Struktur und Mechanismen, Thermalregelung, Datenverarbeitung, Kommunikation). Dabei werden zunächst die theoretischen Grundlagen erarbeitet, dann verschiedene technische Lösungen vorgestellt und abschließend gezeigt, wie eine erste qualitative und quantitative Auslegung des Subsystems vorgenommen werden kann.

Die Gliederung der Vorlesung sieht wie folgt aus:

- 1) Raumfahrtmissionen aus systemtechnischer Sicht
- 2) Einfluss der Weltraumumgebung auf Raumfahrzeuge
- 3) Satellitensubsysteme: Energieversorgung, Antriebssysteme, Lage- und Bahnregelung, Thermalregelung, Datenverarbeitung, Kommunikation, Mechanismen, Konfiguration und Struktur

Qualifikationsziele

Die Studierenden:

- Können die Besonderheiten verschiedener Raumfahrtmissionen aus systemtechnischer Sicht beurteilen.
- Können die Einflüsse der Weltraumumgebung auf das Design von Satellitensystemen einschätzen

- haben ein grundlegendes Verständnis für alle Subsysteme von Satelliten
- können für alle Subsysteme eine erste quantitative Auslegung durchführen

Voraussetzungen

Vorausgesetzt werden allgemeine ingenieurwissenschaftliche Grundlagen (Höhere Mathematik, Experimentalphysik, Technische Mechanik I-II, Strömungsmechanik, Thermodynamik, Allgemeine Elektrotechnik, Werkstoffkunde).

Verwendbarkeit

Voraussetzung für wissenschaftliche Grundlagenuntersuchungen, angewandte Forschung sowie Projektmanagement auf dem Gebiet der Raumfahrt.

Leistungsnachweis

Schriftliche Prüfung 90 Minuten

- 30 Minuten Frageteil: keine Hilfsmittel
- 60 Minuten Aufgabenteil: Skript, Formelsammlung, Taschenrechner

Sonstige Bemerkungen

Zuordnung zu den Studienschwerpunkten siehe Tabelle am Anfang des Dokumentes.

Literatur

- Ley, Wittman, Hallmann: Handbuch der Raumfahrttechnik
- Wertz J.R., Larson W.J.: Space Mission Analysis and Design

Dauer und Häufigkeit

Das Modul dauert ein Trimester, es findet im Wintertrimester des 1. Master-Studienjahres statt.

Modul 1293 Schaltungssimulation

zugeordnet zu: Wahlpflichtmodule Vertiefungsrichtung: Physikalisch-Technische Modellierung in der Anwendung auf Bauingenieurwesen (Module aus LRT und EIT)

Studiengang:	Mathematical Engineering	Modultyp:	Wahlpflicht
Workload gesamt (h):	150 Stunden	ECTS-Punkte:	5
-> Präsenzzeit (h):	60 Stunden	TWS:	5 Stunden
-> Selbststudium (h):	90 Stunden		

Modulbestandteile	12931	Schaltungssimulation (Vorlesung (WP) - 2 TWS)
	12932	Schaltungssimulation (Praktikum (WP) - 3 TWS)

Modulverantwortlicher Dr.-Ing. Roland Pfeiffer

Inhalt

Der Schwerpunkt der Vorlesung und des Praktikums liegt in der Analogtechnik und behandelt die folgenden Themen:

1. Vorlesung:

- mathematische Methoden der Schaltungssimulation unter besonderer Berücksichtigung des Schaltungssimulator PSPICE
- Erlernen der Grundeigenschaften analoger MOS-Schaltungen, insbesondere Verstärkerschaltungen
- Numerische Ausdrücke für die Grundeigenschaften, Kenngrößen
- Bandgap-Schaltungen, Mixerschaltungen, Oszillatorschaltungen als Vorbereitung für die erweiterten Simulationsmöglichkeiten von PSPICE
- Einfluss des Layouts auf analoge Schaltungen, Mismatch, als Vorbereitung auf die Monte-Carlo-Analyse und Worst-Case-Analyse von PSPICE
- Zukünftige analoge MOS-Schaltungen: Probleme und Lösungen, Pre-Silicon Modelparameter

2. Praktikum

Intensives Kennenlernen des Schaltungssimulationsprogramms PSPICE

- Von einer Digitalschaltung zur Analogschaltung
- Vom Großsignalschaltbild (Transienten-Analyse) zum Kleinsignalersatzschaltbild (AC-Analyse)
- Versorgung von Analogschaltungen,
- OTA - ein OpAmp für Kondensatorlast
- Miller Operationsverstärker - ein OpAmp für Widerstandslast
- Erstellter OpAmp als Subcircuit
- Überprüfung durch geeignete PSPICE-Simulation der in der Vorlesung aufgestellten numerischen Ausdrücke

- Weitere Analyse-Arten von PSPICE:

- Temperaturanalyse: Drainstrom, Bandgapschaltung
- Rauschanalyse: Widerstand, MOS-Transistor, MOS-R-Inverterverstärker
- Fourieranalyse: MOS-R-Inverterverstärker, Differenzverstärker, Balancing von Mixerschaltungen
- Monte-Carlo-Analyse, Worst-Case-Analyse am Beispiel MOS-R-Inverterverstärker
- Transfer-Analyse, Sensitivity-Analyse am Beispiel MOS-R-Inverterverstärker
- ABM-Bauelemente (unter anderen Phase-Locked-Loop-Erstellung)
- Oszillator-Schaltungen (Ringoszillator)
- Parameter-Analyse
- Optimizer zur Schaltungs-Optimierung
- Smoke zur Schaltungs-Stress-Analyse
- Transmission Line
- Abändern von Bauteilen
- Sample-and-Hold
- Layouterstellung mit dem Layoutprogramm „Microwind“
- Simulation zukünftiger analoger CMOS-Schaltungen mittels Pre-Silicon MOS Modell-Parameter

Qualifikationsziele

Die Vorlesung gibt einen erweiterten Einblick in die Grundlagen der mathematische Methoden der Schaltungssimulation. Die Studierenden gewinnen zudem durch das Praktikum die Fähigkeit, mit Hilfe eines Simulationsprogramms auch aufwendige Schaltungen durch Simulation zu entwickeln und zu dimensionieren sowie ihre Funktionsfähigkeit zu verifizieren.
Gute Grundlage für Master-Arbeiten im Bereich des Schaltungsentwurfs.

Voraussetzungen

Grundkenntnisse im Bereich der elektronischen Bauelemente

Verwendbarkeit

Wahlpflichtmodul für den Masterstudiengang EIT mit allen Vertiefungsrichtungen,
Wahlpflichtmodul für den Masterstudiengang ME mit allen Vertiefungsrichtungen.

Leistungsnachweis

Vorlesung: Schriftliche Prüfung von 45 Minuten Dauer (sP-45) oder mündliche Prüfung von 15min Dauer (mP-15) am Trimesterende (sP-45 oder mP-15). Die Festlegung der Prüfungsart erfolgt zu Beginn des Moduls. Eine Wiederholungsprüfung wird am Ende des dritten Quartals angeboten. (2 ECTS-LP)

Praktikum: Teilnahmechein. Die regelmäßige Teilnahme an dem Praktikum mit Vor- und Nachbereitung ist für den Erhalt des Teilnahmecheins notwendig. (3 ECTS-LP)

Literatur

- Kurt Hoffmann: "Systemintegration vom Transistor zur großintegrierten Schaltung", ISBN-13: 978-3486578942 Oldenbourg Verlag,
- Behzad Razavi: "Design of Analog CMOS Integrated Circuits", ISBN-13: 978-0071188395 Mcgraw-Hill Higher Education Verlag,
- John Keown: "Orcad Pspice and Circuit Analysis", ISBN-13: 978-0130157959 Prentice-Hall Verlag,
- Oliver Hilbertz, Walter Motsch: "Benutzerunterstützung für das Simulationssystem PSpice (Version 8)", ISBN-13: 978-3826588167 Shaker Verlag,

Dauer und Häufigkeit

Das Modul dauert 1 Trimester.
Das Modul beginnt jedes Studienjahr jeweils im Frühjahrstrimester.
Als Startzeitpunkt ist das Frühjahrstrimester im 1. Studienjahr vorgesehen.

Modul 1087 Sensortechnik

zugeordnet zu: Wahlpflichtmodule Vertiefungsrichtung: Physikalisch-Technische Modellierung in der Anwendung auf Bauingenieurwesen (Module aus LRT und EIT)

Studiengang:	Mathematical Engineering	Modultyp:	Wahlpflicht
Workload gesamt (h):	150 Stunden	ECTS-Punkte:	5
-> Präsenzzeit (h):	48 Stunden	TWS:	4 Stunden
-> Selbststudium (h):	102 Stunden		

Modulbestandteile	10871	Sensortechnik für Autonome Systeme (Vorlesung (PF) - 2 TWS)
	10872	Sensortechnik für Autonome Systeme (Übung (PF) - 2 TWS)

Modulverantwortlicher Prof. Dr.-Ing. Hans-Joachim Wünsche

Inhalt

Die Studierenden erwerben im Modul „Sensortechnik für Autonome Systeme“ einen Überblick zur analogen und digitalen Meßtechnik, sowie detaillierte Einblicke in den Aufbau und die Verwendungsmöglichkeiten von Sensoren und von Sensorplattformen. Zunächst werden einige grundlegende Sensorprinzipien vorgestellt, worauf dann die wesentlichen internen und externen Sensorsysteme behandelt werden. Als Beispiel werden u.a. die im institutseigenen Fahrzeug eingebauten Sensorplattformen (Kamerasystem, LIDAR, Inertialplattform mit Dual GPS, ...) ausführlich erklärt.

Ausgehend von einem Überblick über die Entwicklung und den derzeitigen Stand der Meßtechnik, der Sensortechnik und von Meßplattformen werden die folgenden Themenkreise behandelt:

- Einleitung und kurze Wiederholung von: Wozu benötigen wir Sensoren, Beispiele für Sensoren in Robotern und (autonomen) Fahrzeugen, Einteilung von Sensoren. Statistische Kenngrößen und typische Messfehler einschl. deren mathematischer Beschreibung. Sensormodelle und Sensoreigenschaften.
- Messkette – von der Messgröße zum Messwert im Rechner Signalaufbereitung, Abtastung, Abtasttheorem, Aliasing, Analog-Digital-Wandler, Digitale Signalübertragung, Serielle Bussysteme, Digital-Analog-Wandler
- Grundlegende Sensorprinzipien; Positionssensoren: Grundlegende Sensorprinzipien und -effekte, wie Hall-Sensor, induktiver Sensor, kapazitiver Sensor, magnetoresistiver, piezoelektrischer und piezoresistiver Effekt. Interne Sensoren: Messung von Positionen und Geschwindigkeiten.
- Messung von Beschleunigungen: Verschiedene Prinzipien zur Messung von Beschleunigungen. MEMS Sensoren. Kompass Sensoren. Drehratenmessung: Coriolis Kraft Prinzip und Sagnac Effekt; Kreiselkompass, Vibrationskreisel, MEMS Kreisel, Faserkreisel und Ringlaser.

- Inertiale Messsysteme und inertielle Navigationssysteme: Inertiale Messsysteme (IMU): Plattform und Strap-down Technologie, Gimbal-Lock, typische Fehler. Inertiale Navigationssysteme (INS); Arten der Stützung: Zero Update, Magnetfeld, GNSS (GPS): lose, enge und sehr enge Kopplung. Satelliten-Navigations Systeme wie GPS, Glonass, Galileo.
- Externe Sensoren: Landmarken Navigation: Natürliche und künstliche Landmarken. Leuchttürme, Funkfeuer, VOR und DME. Hyperbelnavigation und coastal Navigation. Kraft-Momenten-Sensor, 3D-Space Mouse, Taktile Sensoren, Näherungssensoren
- Abstandsgebende Sensoren auf Basis Laufzeitmessung: Prinzip der Laufzeitmessung: Ultraschallsensoren, Radar und Lidar
- Bildgebende Sensoren: Video- und Infrarotkameras, HD (hochauflösende) 3D Lidarsysteme, optische time-of-flight Kameras. Grundlagen der Modellierung, Abbildungsgleichungen, homogene Koordinaten.
- Weiterführende Themen: Sensor-Timing, -Synchronisation und -Fusion. Out-of-sequence Messung.

Qualifikationsziele

Die Studierenden

- wissen aus welchen wesentlichen Elementen die Sensoren und Sensor-Plattformen eines autonomes System bestehen,
- verstehen die Funktionsweise der verwendeten Sensorsysteme,
- können die erlernten Kenntnisse im parallel stattfindenden Praktikum „Autonome Systeme“ beim Aufbau eines autonomen Modell-Fahrzeugs anwenden.

Voraussetzungen

Vorausgesetzt werden die im Modul "Messtechnik" vermittelten Kenntnisse, sowie gute Kenntnisse über physikalische Grundgesetze, Digital-Elektronik und Statistik.

Verwendbarkeit

Autonome, kognitive Systeme werden zukünftig immer stärker in unser Leben vordringen. Fahr- und Flugzeuge werden nicht nur im militärischen Bereich um Assistenzsysteme erweitert, die einen zunehmend autonomen Betrieb ermöglichen. Roboter, die ihre Umgebung über einfache Sensoren und bzw. über komplexe Sensorplattformen wahrnehmen und sich in ihr situationsgerecht verhalten, werden nicht nur Soldaten zur Hand gehen, sondern auch in Fabriken sowie im häuslichen Umfeld schwere, monotone, gefährliche oder ermüdende Aufgaben übernehmen.

Leistungsnachweis

Schriftliche Prüfung 75 Minuten oder mündliche Prüfung 30 Minuten

Sonstige Bemerkungen

Dieses Modul kann auch als Munich-Aerospace-Partnermodul belegt werden.

Zuordnung zu den Studienschwerpunkten siehe Tabelle am Anfang des Dokumentes.

Literatur

- Everett H.R.: Sensors for Mobile Robots. Wellesley: Peters, 1995.

Dauer und Häufigkeit

Das Modul dauert ein Trimester, es findet im Herbsttrimester des 1. Master-Studienjahres statt.

Modul 1243 Signal- und Informationsverarbeitung

zugeordnet zu: Wahlpflichtmodule Vertiefungsrichtung: Physikalisch-Technische Modellierung in der Anwendung auf Bauingenieurwesen (Module aus LRT und EIT)

Studiengang:	Mathematical Engineering	Modultyp:	Pflicht
Workload gesamt (h):	240 Stunden	ECTS-Punkte:	8
-> Präsenzzeit (h):	96 Stunden	TWS:	8 Stunden
-> Selbststudium (h):	144 Stunden		

Modulbestandteile	12431	Signalverarbeitung (Vorlesung (PF) - 3 TWS)
	12432	Signalverarbeitung (Übung (PF) - 1 TWS)
	12433	Informationsverarbeitung (Vorlesung (PF) - 3 TWS)
	12434	Informationsverarbeitung (Übung (PF) - 1 TWS)

Modulverantwortlicher Priv.-Doz. Dr.-Ing. Gerhard Staude

- Inhalt Modulteil Signalverarbeitung:
- Charakterisierung von Signalen:
 - Analoge und digitale Signal
 - Deterministische Signale und Zufallssignale
 - Darstellung zeitkontinuierlicher und zeitdiskreter Signale in Zeit- und Frequenzbereich:
 - Fourier-Reihe
 - Fourier-Transformation
 - Laplace-Transformation
 - Z-Transformation
 - Zeitdiskrete Fourier-Transformation (DTFT)
 - Zeitdiskrete lineare zeitinvariante Systeme (LTI-Systeme)
 - Abtastung
 - Zufallssignale
 - Zufallsvariablen
 - Stochastische Prozesse
 - Grundlagen digitaler Filter
 - Adaptive Filter
 - Minimum Mean Squared Error (MMSE) Filter, Wiener Filter
 - Least Mean Squares (LMS) Algorithmus
 - Recursive Least Squares (RLS) Algorithmus
 - Diskrete Fourier-Transformation (DFT), Fast Fourier Transform (FFT)
- Modulteil Informationsverarbeitung:
- Schnelle Faltung
 - Spektralanalyse von deterministischen Signalen und Zufallssignalen
 - Traditionelle und parametrische Spektralschätzung
 - Grundlagen der Sprach- und Bildverarbeitung

Qualifikationsziele	<ul style="list-style-type: none">• Verständnis der mit dem Übergang vom kontinuierlichen Signal zum zeit- und wertdiskreten Signal einhergehenden Veränderungen von Signaleigenschaften• Sicherer Umgang mit Schlüsseltechniken der digitalen Signalverarbeitung im Zeit- und Frequenzbereich• Beherrschung von Entwurfs- und Analyseverfahren digitaler Filter.
Voraussetzungen	<ul style="list-style-type: none">• Kenntnisse der Signal- und Systemtheorie• Kenntnisse der Wahrscheinlichkeitsrechnung und stochastischer Prozesse• Höhere Mathematik.
Verwendbarkeit	<ul style="list-style-type: none">• Pflichtmodul für die Vertiefungsrichtung "Kommunikationstechnik" im Studiengang EIT (M.Sc.)• Wahlpflichtmodul für die Vertiefungsrichtung "Energietechnische Systeme" im Studiengang EIT (M.Sc.)• Pflichtmodul für die Vertiefungsrichtung ME-VSK im Studiengang Mathematical Engineering (M.Sc.)• Wahlpflichtmodul für die Vertiefungsrichtungen ME-EET, ME-Mechatronik und ME-PTM im Studiengang Mathematical Engineering (M.Sc.)• Wahlpflichtmodul für das Anwendungsfach Elektrotechnik im Masterstudiengang INF (M.Sc.)• Dieses Modul kann nicht gleichzeitig mit dem Modul 1249 eingebracht werden
Leistungsnachweis	Schriftliche Prüfung von 90min Dauer (sP-90) oder mündliche Prüfung von 30min Dauer (mP-30) am Ende des Frühjahrstrimesters. Wiederholungsmöglichkeit am Ende des Herbsttrimesters. Die genaue Art der Prüfung wird zu Beginn des Moduls bekannt gegeben.
Literatur	<ul style="list-style-type: none">• K.-D. Kammeyer, K. Kroschel: Digitale Signalverarbeitung. B.G. Teubner.• A. Oppenheim, R. Schaffer: Discrete-Time Signal Processing. Prentice Hall
Dauer und Häufigkeit	Das Modul dauert 1 Trimester. Das Modul findet jedes Studienjahr im Wintertrimester statt. Als Startzeitpunkt ist das Wintertrimester im ersten Studienjahr vorgesehen.

Modul 1249 Signalverarbeitung und Übertragungssysteme der Hochfrequenztechnik

zugeordnet zu: Wahlpflichtmodule Vertiefungsrichtung: Physikalisch-Technische Modellierung in der Anwendung auf Bauingenieurwesen (Module aus LRT und EIT)

Studiengang:	Mathematical Engineering	Modultyp:	Pflicht
Workload gesamt (h):	150 Stunden	ECTS-Punkte:	5
-> Präsenzzeit (h):	60 Stunden	TWS:	5 Stunden
-> Selbststudium (h):	90 Stunden		

Modulbestandteile	12491	Grundlagen der Signalverarbeitung (Vorlesung (PF) - 1.5 TWS)
	12492	Grundlagen der Signalverarbeitung (Übung (PF) - 0.5 TWS)
	12493	Übertragungssysteme der Hochfrequenztechnik (Vorlesung (PF) - 2 TWS)
	12494	Übertragungssysteme der Hochfrequenztechnik (Übung (PF) - 1 TWS)

Modulverantwortlicher Prof. Dr.-Ing. habil. Stefan Lindenmeier

- Inhalt
- a) Lehrveranstaltung 1: Grundlagen der Signalverarbeitung:
- Charakterisierung von Signalen: Analoge und digitale Signale
 - Deterministische Signale und Zufallssignale
 - Darstellung zeitkontinuierlicher und zeitdiskreter Signale in Zeit- und Frequenzbereich:
 - Zeitdiskrete lineare zeitinvariante Systeme (LTI-Systeme)
 - Abtastung
 - Zufallssignale: Zufallsvariablen , Stochastische Prozesse
 - Grundlagen digitaler Filter
 - Diskrete Fourier-Transformation (DFT), Fast Fourier Transform (FFT)
- b) Lehrveranstaltung 2: Übertragungssysteme der Hochfrequenztechnik:
- Einführung in moderne Übertragungssysteme,
 - Mobile und fest installierte Funknetze für die Anwendungen Mobilkommunikation, Funkortung und Radar,
 - Kabelgebundene Übertragungssysteme,
 - Frontend-Architekturen,
 - Sender und Empfänger-Architekturen,
 - Merkmale der Funkübertragung vom Satelliten, zu Land, zu Schiff und unter Wasser,
 - Antennen für Funkverkehr, Funkortung und Radar,
 - Mehrwege-Wellenausbreitung im Reflexionsszenario,
 - Diversity-Verfahren zur Empfangverbesserung bei Mehrwege-Wellenausbreitung,

- Adaptive Antennengruppen und Frontendarchitekturen für Richtfunksysteme mit adaptiver Strahlformung, Intelligente Antennensysteme,
- Antennen und Frontendaufbau von Single Input Multiple Output (SIMO) und Multiple Input Multiple Output (MIMO)-Übertragungsstrecken.

Qualifikationsziele

a) Lehrveranstaltung: Grundlagen der Signalverarbeitung:

- Verständnis der mit dem Übergang vom kontinuierlichen Signal zum zeit- und wertdiskreten Signal einhergehenden Veränderungen von Signaleigenschaften,
- Sicherer Umgang mit Schlüsseltechniken zur Signaldarstellung und Interpretation im Zeit- und Frequenzbereich,

b) Lehrveranstaltung: Übertragungssysteme der Hochfrequenztechnik:

- Grundkenntnisse zum Aufbau von mobilen Kommunikationssystemen,
- Grundkenntnisse zum Aufbau von Systemen der Funkortung und der Radartechnik,
- Detailkenntnisse zum Aufbau von Sende-Empfängern, Frontend-Architekturen und deren Hochfrequenzschaltungen,
- Detailkenntnisse über die physikalische Übertragungsebene, Funkübertragung mit Mehrwege-Ausbreitung und Übertragungsleitungen, Mehrantennensysteme

Voraussetzungen

Kenntnisse der Signal- und Systemtheorie, Kenntnisse der Wahrscheinlichkeitsrechnung und stochastischer Prozesse, Höhere Mathematik

Kenntnisse in Hochfrequenztechnik und Theoretischer Elektrotechnik, wie sie z.B. in den Modulen "Hochfrequenztechnik I und II" sowie "Theoretische Elektrotechnik I und II" aus den jeweiligen B.Sc.-Studiengängen vermittelt werden Kenntnisse aus den Modulen "Mathematik A", "Mathematik B" und "Mathematik C" des B.Sc.-Studiengangs EIT.

Verwendbarkeit

Pflichtmodul in der Vertiefungsrichtung "Sicherheitstechnik" des M.Sc.-Studiengangs EIT, Wahlpflichtmodul in der Vertiefungsrichtung "Energietechnische Systeme" des M.Sc.-Studiengangs EIT, Wahlpflichtmodul für die Vertiefungsrichtungen ME-EET, ME-Mechatronik und ME-PTM des M.Sc.-Studiengangs "Mathematical Engineering"

Dieses Modul kann nicht gleichzeitig mit dem Modul 1243 eingebracht werden

Leistungsnachweis

Gesamtmodul: Schriftliche Prüfung von 90 min Dauer (sP-90) oder mündliche Prüfung von 30 min Dauer (mP-30). Die genaue Art der Prüfung wird zu Beginn des Moduls bekannt gegeben.

Literatur

Lehrveranstaltung: Übertragungssysteme der Hochfrequenztechnik

Meinke, Gundlach: "Taschenbuch der Hochfrequenztechnik", Springer Verlag, Berlin, 1986,

Zinke, Brunwig: "Hochfrequenztechnik 1 und 2", Springer Verlag, Berlin, 1993.

Lehrveranstaltung: Grundlagen der Signalverarbeitung

K.-D. Kammeyer, K. Kroschel: "Digitale Signalverarbeitung", B.G. Teubner,

A. Oppenheim, R. Schafer: "Discrete-Time Signal Processing", Prentice Hall.

Dauer und Häufigkeit

Das Modul dauert 1 Trimester.

Das Modul beginnt jedes Studienjahr jeweils im Wintertrimester.

Als Startzeitpunkt ist das Wintertrimester im 1. Studienjahr vorgesehen.

Modul 1286 Spezielle messtechnische Probleme

zugeordnet zu: Wahlpflichtmodule Vertiefungsrichtung: Physikalisch-Technische Modellierung in der Anwendung auf Bauingenieurwesen (Module aus LRT und EIT)

Studiengang:	Mathematical Engineering	Modultyp:	Wahlpflicht
Workload gesamt (h):	150 Stunden	ECTS-Punkte:	5
-> Präsenzzeit (h):	60 Stunden	TWS:	5 Stunden
-> Selbststudium (h):	90 Stunden		

Modulbestandteile	12861	Spezielle messtechnische Probleme (Seminar (WP) - 5 TWS)
-------------------	-------	--

Modulverantwortlicher	Prof. Dr. techn. Christian Kargel
-----------------------	-----------------------------------

Inhalt	<p>Das Seminar „Spezielle messtechnische Probleme" vertieft praxisnah das Verständnis für spezielle messtechnische Problemstellungen. Die Studierenden bearbeiten unter Anleitung eine bestimmte vorgegebene oder selbst vorgeschlagene Aufgabenstellung entweder als Einzelperson oder in Kleingruppen. Die Ergebnisse und Lösungen werden in der Seminargruppe vorgetragen und zur Diskussion gestellt</p>
--------	--

Qualifikationsziele	<ul style="list-style-type: none"> • Die Studierenden haben die in anderen Modulen erworbenen Kenntnisse vertieft und für bestimmte messtechnische Aufgabenstellungen praktische Lösungen erarbeitet. • Die Studierenden sind in der Lage, typische in der Praxis auftretende messtechnische Probleme zu analysieren und mithilfe von ingenieurwissenschaftlichem Denken und Handeln zu lösen. • Die Studierenden haben vertiefte Fertigkeiten bei der problemorientierten Auswahl von und dem praktischen Umgang mit Sensoren, Messgeräten, Messverfahren und Mess-Systemen erworben. • Durch die eigene Präsentation einer speziellen messtechnischen Problemstellung und die aktive Teilnahme an Fachdiskussionen zu anderen Themen haben die Studierenden grundlegende Arbeitsweisen zur Aufarbeitung von Fachthemen angewandt und Techniken erworben zur Vorstellung und Diskussion wissenschaftlich-technischer Themen einschließlich der korrekten Verwendung spezifischer Fachbegriffe. Diese Fähigkeiten können auch im Rahmen von studentischen Abschlussarbeiten nutzbringend eingesetzt werden.
---------------------	---

Voraussetzungen	<ul style="list-style-type: none"> • Kenntnisse der Elektrotechnik, Messtechnik, Mathematik und Physik. • Die erfolgreiche Bewältigung des Moduls „Sensorik und Messtechnik" wird als Voraussetzung empfohlen.
-----------------	--

Verwendbarkeit

- Wahlpflichtmodul für alle Studien- und Vertiefungsrichtungen.
 - Das Modul steht in thematischem Zusammenhang mit den Pflichtmodulen
 - o Digitale Bildverarbeitung,
 - o Sensorik und Messtechnik,
- sowie mit den Wahlpflichtfächern
- o Sensorik und Messtechnik, Praktikum
 - o Simulationswerkzeuge in der Sensorik und Messtechnik
 - o Sensornetze und digitale Mess-Systeme,
 - o Multisensorsysteme und Sensornetze.

Leistungsnachweis

- Die Benotung erfolgt anhand der erarbeiteten Lösungen und der eigenen Präsentation. Die Mitarbeit und Involvierung bei den Fachdiskussionen im Rahmen des Oberseminars fließen ebenfalls in die Benotung ein.

Literatur

Je nach Aufgabenstellung unterschiedlich. Wird individuell bekannt gegeben.

Dauer und Häufigkeit

Das Modul dauert ein Trimester.
Das Modul wird im Herbsttrimester und/oder Wintertrimester und/oder Frühjahrstrimester angeboten.
Als Startzeitpunkt ist das Wintertrimester im 1. Studienjahr vorgesehen.

Modul 1088 Statische und dynamische Beanspruchung von Werkstoffen

zugeordnet zu: Wahlpflichtmodule Vertiefungsrichtung: Physikalisch-Technische Modellierung in der Anwendung auf Bauingenieurwesen (Module aus LRT und EIT)

Studiengang:	Mathematical Engineering	Modultyp:	Pflicht
Workload gesamt (h):	150 Stunden	ECTS-Punkte:	5
-> Präsenzzeit (h):	48 Stunden	TWS:	4 Stunden
-> Selbststudium (h):	102 Stunden		

Modulbestandteile	10881	Statische und dynamische Beanspruchung von Werkstoffen (Vorlesung (PF) - 2 TWS)
	10882	Statische und dynamische Beanspruchung von Werkstoffen (Übung (PF) - 2 TWS)

Modulverantwortlicher Prof. Dr.-Ing. habil. Hans-Joachim Gudladt

- Inhalt
- Im ersten Abschnitt des Moduls erhalten die Studenten eine grundlegende Einführung in die LEBM. Dabei werden die Grenzen der Anwendbarkeit im Hinblick auf duktil verformbare Werkstoffe wie z.B. Metalle, aufgezeigt. Es werden Kriterien angegeben die es erlauben, technische metallische Werkstoffe mittels der Bruchmechanik z.B. unter Berücksichtigung der Bruchzähigkeit zu qualifizieren. Zum Abschluss des Abschnitts wird das Versagen rissbehafteter Bauteile auf der Grundlage des sogenannten R-Kurvenkonzeptes behandelt. Dieses eröffnet den Studenten die Möglichkeit, sowohl für spröde Werkstoffe, wie Keramiken, als auch für duktile Werkstoffe, wie Metalle, das Materialversagen im Hinblick auf außen anliegende Kräfte und vorgegebene Risslängen für ein Bauteil rechnerisch abzuschätzen.
 - Im 2. Abschnitt lernen die Studenten das Materialverhalten unter schwingender Beanspruchung kennen. Man spricht hier von sogenannter Materialermüdung. Dabei wird sowohl dem Aspekt der Gesamtlebensdauer als auch dem der Lebensdauer angerissener Bauteile breiter Raum gewidmet. Letzteres ist im Sinne des Leichtbaukonzeptes für die Bauteilauslegung unerlässlich. Die Studenten lernen dabei, auf der Basis der Bruchmechanik die Rißausbreitung als Funktion der äußeren Beanspruchung zu erfassen und können daraus die Lebensdauer eines Bauteils näherungsweise bestimmen.
 - Im letzten Teil der Vorlesung wird auf den Einfluss der Mittelspannung und der Kerbgeometrie im Hinblick auf die Rissausbreitung eingegangen. Darüber hinaus wird das Verhalten der sogenannten kurzen Risse besprochen, die sich der klassischen Bruchmechanik entziehen.

Qualifikationsziele	<ul style="list-style-type: none">• Die Studenten gewinnen einen Einblick in das Materialverhalten von 1- und 2-phasigen Leichtmetallen sowohl unter monotoner als auch unter schwingender Belastung.• Sie lernen, mittels bruchmechanischer Hilfsmittel die Grenzen der Einsetzbarkeit von Werkstoffen zu bewerten.• Darüber hinaus wird ihnen das Handwerkszeug der linearelastischen Bruchmechanik (LEBM) mitgegeben, um die Lebensdauer von vorgeschädigten und rissbehafteten Bauteilen abschätzen zu können.
Voraussetzungen	Bachelor-Studium
Verwendbarkeit	Das erworbene Wissen ist Voraussetzung für die Bewertung vorgeschädigter Bauteile im Hinblick auf ihre weitere Verwendbarkeit. Darüber hinaus lassen sich mit Hilfe der entwickelten Lebensdauerkonzepte metallische Strukturwerkstoffe im Sinne des Leichtbaukonzeptes optimieren.
Leistungsnachweis	Schriftliche Prüfung 75 Minuten oder mündliche Prüfung 30 Minuten
Sonstige Bemerkungen	Dieses Modul kann auch als Munich-Aerospace-Partnermodul belegt werden. Zuordnung zu den Studienschwerpunkten siehe Tabelle am Anfang des Dokumentes.
Literatur	<ul style="list-style-type: none">• Broek D.: Elementary Engineering Fracture Mechanics. 5th rev. ed. Martinus Nijhoff Publishers, 1982.• Schwalbe K.-H.: Bruchmechanik metallischer Werkstoffe. Carl Hanser Verlag, 1980.• Heckel K.: Einführung in die technische Anwendung der Bruchmechanik. Carl Hanser Verlag, 1991.• Suresh S.: Fatigue of materials. Cambridge Solid State Science Series, 1991.
Dauer und Häufigkeit	Das Modul dauert ein Trimester, es findet im Wintertrimester des 1. Master-Studienjahres statt.

Modul 1208 Stochastische Schwingungen in Theorie und Praxis

zugeordnet zu: Wahlpflichtmodule Vertiefungsrichtung: Physikalisch-Technische Modellierung in der Anwendung auf Bauingenieurwesen (Module aus LRT und EIT)

Studiengang:	Mathematical Engineering	Modultyp:	Wahlpflicht
Workload gesamt (h):	90 Stunden	ECTS-Punkte:	3
-> Präsenzzeit (h):	36 Stunden	TWS:	3 Stunden
-> Selbststudium (h):	54 Stunden		

Modulbestandteile	12081	Stochastische Schwingungen in Theorie und Praxis (Vorlesung (PF) - 2 TWS)
	12082	Stochastische Schwingungen in Theorie und Praxis (Übung (PF) - 1 TWS)

Modulverantwortlicher Dr.-Ing. Ottmar Breuer

Inhalt Die Studierenden erwerben im Modul "Stochastische Schwingungen in Theorie und Praxis" das notwendige Grundwissen zur rechnerischen und messtechnischen Behandlung von realistischen mechanischen Anregungen, wie sie stochastische Schwingungen im Einsatzbereich von Luft- und Raumfahrtgerät aber auch im allgemeinen Fahrzeugbau darstellen.

Im Einzelnen werden folgende Inhalte vermittelt:

- Die Studierenden erhalten einen Überblick über die mechanischen Umweltbedingungen, denen Luft- und Raumfahrzeuge sowie bodengebundene Fahrzeuge im Betrieb ausgesetzt sind sowie eine Einordnung der Bedeutung stochastischer Signale im Mess- und Versuchswesen.
- Die Studierenden werden mit den mathematischen Grundlagen der statistischen Signalanalyse im Zeit- und Frequenzbereich sowie der Klassifizierung von Signaltypen vertraut gemacht. Insbesondere wird die Bedeutung von Signal- und Leistungsspektren zur Beurteilung realistischer Belastungen auf schwingungsfähige Strukturen den Studierenden quantitativ (RMS-Wert) vermittelt.
- Die Studierenden lernen das Antwortverhalten linearer Systeme bei stochastischer Erregung, Lösungsverfahren und wesentliche Unterschiede zu deterministischen Signalen kennen.
- Anhand praktischer messtechnischer Erfassung stochastischer Signale wird den Studierenden das wichtigste Messinstrument (FFT-Analysator), Messfehler und deren Vermeidung bei der digitalen Verarbeitung nähergebracht.
- Die Rolle der stochastischen Signale bei einer experimentellen Systemidentifikation und deren messtechnische Realisierung werden in Theorie und Praxis den Studierenden vermittelt.

Qualifikationsziele

- Die Studierenden verstehen, die Bedeutung der stochastischen Signale im Vergleich zu den deterministischen Signalen im realitäts-

nahen Betrieb von Luft- und Raumfahrzeugen sowie von Fahrzeugsystemen zu erfassen.

- Die Studierenden sind in der Lage, Signaltypen zu klassifizieren und dabei stochastische Signale durch ihre Mittelwerte quantitativ einzuordnen.
- Die Studierenden erwerben die Fähigkeit, die mathematischen Werkzeuge zur Behandlung von Signalen im Zeit- und Frequenzbereich sicher anzuwenden, sowie den Übergang zwischen den Bereichen zu beherrschen.
- Die Studierenden erwerben die Fähigkeit, anhand von Signal- und Leistungsspektren im Versuchswesen Belastungen der zu untersuchenden Struktur wie des Prüfaufbaus (elektrodynamischer Shaker, Hydraulikzylinder) abzuschätzen.
- Die Studierenden werden in die Lage versetzt, die zur Verarbeitung stochastischer Signale notwendige Messtechnik und ihre Fehlerquellen sowie deren Abhilfe zu verstehen.

Voraussetzungen

Vorausgesetzt werden Kenntnisse der Technischen Mechanik und der Strukturmechanik.

Verwendbarkeit

Das Modul erweitert die Schwingungsuntersuchung auf Zufallsschwingungen. Es gibt Einblick in die Methoden der Versuchstechnik der dynamischen Strukturprüfung in der Luft- und Raumfahrt sowie der messtechnischen Verarbeitung stochastischer Signale.

Leistungsnachweis

Mündliche Prüfung 30 Minuten (ohne Hilfsmittel)

Sonstige Bemerkungen

Dieses Modul kann auch als Munich-Aerospace-Partnermodul belegt werden.

Literatur

- Wirsching P. et al.: Random Vibrations. John Wiley&Sons, 1995.
- Böhme J.F.: Stochastische Signale. Teubner Studienbücher, 1998.

Dauer und Häufigkeit

Das Modul dauert ein Trimester, es findet im Wintertrimester des 2. Master-Studienjahres statt.

Modul 1237 Systeme der Leistungselektronik

zugeordnet zu: Wahlpflichtmodule Vertiefungsrichtung: Physikalisch-Technische Modellierung in der Anwendung auf Bauingenieurwesen (Module aus LRT und EIT)

Studiengang:	Mathematical Engineering	Modultyp:	Pflicht
Workload gesamt (h):	180 Stunden	ECTS-Punkte:	6
-> Präsenzzeit (h):	72 Stunden	TWS:	6 Stunden
-> Selbststudium (h):	108 Stunden		

Modulbestandteile	12371	Systeme der Leistungselektronik I (Vorlesung (PF) - 3 TWS)
	12372	Systeme der Leistungselektronik II (Vorlesung (PF) - 3 TWS)

Modulverantwortlicher Prof. Dr.-Ing. Rainer Marquardt

Inhalt

- Anwendungsgebiete und Entwicklungstrends: Grundstrukturen Leistungselektronischer Systeme,
- Ansteuertechnik für Leistungshalbleiter: Anforderungen, Signalübertragungsarten, Energieversorgung, Störbeeinflussung und Zuverlässigkeit, Schaltungstechnik und Realisierung,
- Leistungsteile: Anforderungen, Elektrische Schnittstellen, Komponenten und Modularisierung, Sicherheit und Störfallbehandlung, EMV und Störaussendung, Passive Komponenten,
- Messwertverarbeitung: Anforderungen, Elektrische und nichtelektrische Messgrößen, Arten der Messwerterfassung, Arten der Messwertübertragung, Schnittstellen/Normung, Verfahren zur Störungsminderung,
- Leistungselektronische Systeme für Stromversorgungen,
- Leistungselektronische Systeme für Antriebszwecke,
- Leistungselektronische Systeme für die Energieübertragung und -verteilung.

Qualifikationsziele

- Kenntnisse über Anwendungsbereiche und typ. Eigenschaften leistungselektronischer Systeme,
- Selbständiges Erfassen der typischen Grundstrukturen,
- Selbständiges Erkennen technischer Probleme in Planung und Realisierung,
- Fähigkeiten zur Analyse und grundlegenden Dimensionierung leistungselektronischer Systeme.

Voraussetzungen

- Kenntnisse des Moduls "Grundlagen der Elektrotechnik",
- Kenntnisse der Module "Mathematik A", "Mathematik B" und "Mathematik C",
- Kenntnisse des Moduls "Leistungselektronik".

Verwendbarkeit

- Pflichtmodul in der Vertiefungsrichtung "Energietechnische Systeme" des Studiengangs Elektrotechnik und Informationstechnik (M.Sc.)
- Pflichtmodul in der Vertiefungsrichtung ME-Mechatronik des Studiengangs Mathematical Engineering (M.Sc.)
- Wahlpflichtmodul der Vertiefungsrichtungen "Kommunikationstechnik" und "Sicherheitstechnik" des Studiengangs Elektrotechnik und Informationstechnik (M.Sc.)
- Wahlpflichtmodul der Vertiefungsrichtungen ME-EET, ME-VSK und ME-PTM des Studiengangs Mathematical Engineering (M.Sc.)

Leistungsnachweis

Schriftliche Prüfung von 90min Dauer (sP-90) oder mündliche Prüfung von 30min Dauer (mP-30) am Ende des Moduls. Die genaue Art der Prüfung wird zu Beginn des Moduls bekannt gegeben.

Literatur

- Mohan: "Power Electronics", Wiley Verlag,
- A.Steimel: "Elektrische Triebfahrzeuge und Ihre Energieversorgung", Oldenburg Industrieverlag,
- K.Heumann: "Grundlagen der Leistungselektronik", Teubner Verlag.

Dauer und Häufigkeit

Das Modul dauert 2 Trimester.
Das Modul beginnt jedes Studienjahr jeweils im Herbsttrimester.

Modul 1247 Technologie der Halbleiter und Mikrosysteme

zugeordnet zu: Wahlpflichtmodule Vertiefungsrichtung: Physikalisch-Technische Modellierung in der Anwendung auf Bauingenieurwesen (Module aus LRT und EIT)

Studiengang:	Mathematical Engineering	Modultyp:	Pflicht
Workload gesamt (h):	180 Stunden	ECTS-Punkte:	6
-> Präsenzzeit (h):	72 Stunden	TWS:	6 Stunden
-> Selbststudium (h):	108 Stunden		

Modulbestandteile	12471	Grundlagen der Halbleitertechnologie (Vorlesung (PF) - 2 TWS)
	12472	Grundlagen der Halbleitertechnologie (Übung (PF) - 1 TWS)
	12473	Mikrosystemtechnik (Vorlesung (PF) - 2 TWS)
	12474	Mikrosystemtechnik (Übung (PF) - 1 TWS)

Modulverantwortlicher Prof. Dr.-Ing. Walter Hansch

Inhalt

Mikro-Chips (Integrierte Schaltkreise, ICs) bestimmen heute die Leistungsfähigkeit nahezu aller elektronischen Geräte. Hierbei können die Mikro-Chips entsprechend der geplanten Aufgaben spezielle Funktionen realisieren, wobei in der Kommunikations- und Informationstechnologie vorrangig ICs mit hohen Rechenleistungen oder Speicherkapazitäten notwendig sind. Zur kontinuierlichen Steigerung der Leistungsfähigkeit und auch aus ökonomischen Gründen werden dabei durch ständige Technologieverbesserungen die geometrischen Abmessungen der einzelnen Halbleiterbauteile kontinuierlich verkleinert, diese Entwicklung wird durch das sogenannte „Moore´sche Gesetz“ beschrieben. Die hierzu notwendigen, hochkomplexen, hochreproduzierbaren Technologien mit Nanometer-Präzision können in der Regel nur von wenigen großen Halbleiterfirmen bereit gestellt werden. Kleinere Unternehmen und Forschungsinstitute beliefern den Markt hingegen mit neuen, flexiblen Technologien und „maßgeschneiderten“ Mikrochips, welche unterschiedlichste und komplexe Aufgaben erfüllen können (das sogenannte „More than Moore“). Die hierzu notwendigen technologischen Verfahren basieren zwar auf den Entwicklungen der Großindustrie, stellen jedoch in vielen Details innovative Weiterentwicklungen zur Realisierung funktioneller Komponenten dar, wobei die notwendigen lateralen Abmessungen deutlich entspannter im Mikrometer- oder sogar im Millimeterbereich liegen können. Solche Mikrosysteme bilden auf einem Chip aus verschiedenen Einzelkomponenten ein System, das über Sensorik Informationen aus der Umwelt gewinnt, diese mittels Elektronik verarbeitet, Signale und Daten kommuniziert und aktive Rückmeldung an die Umgebung leisten kann. Die hierzu notwendigen technologischen Prozesse stellen höchste Ansprüche an die Entwicklerteams, die sich auf den Gebieten Mikrosystem- und Nanotechnik, Optik, Fluidik, Biologie, Medizin, Elektronik und kabelloser Kommunikationstechnik bewegen müssen.

- Im Teil 1 des Moduls (Technologie der Halbleiter) werden die jeweils aktuellen Herstellungsverfahren, deren mögliche technologische Weiterentwicklungen sowie deren prognostizierte Grenzen, behandelt. Der Schwerpunkt liegt auf der Diskussion der physikalisch-chemischen Grundlagen der Materialien und Prozesse zur Realisierung hochintegrierter Mikro-Chips.
- Im Teil 2 des Moduls (Mikrosystemtechnik) werden in Erweiterung von Teil 1 die Technologien zur Herstellung von Mikrosystemen behandelt. Schwerpunkt sind die Grundlagen unterschiedlicher Halbleitersensoren, deren mikrotechnische Herstellung, die elektronische Signalgewinnung, die Weiterverarbeitung des Signals durch weitere integrierte Komponenten, die Diskussion von Datenblättern.

Detaillierte Inhalte Teil 1: Geschichte und Märkte der Halbleiterindustrie; Halbleiterphysik: Kristalle, Defekte, Bandstrukturen, Ladungsträger; Herstellung von Siliziumwafern; Reinraumtechnik; Schichtabscheidung (Halbleiter, Isolatoren, Metalle) und Verfahren (Chemical Vapor Deposition, Sputtern), Schichtmodifikation (Dotieren, Implantation), Strukturierung: Lithographie (Deep-UV, EUV) und Geräte, Sub-Wellenlängenverfahren (Phasenschiebermasken, Optical Proximity); Spezialstrukturen (Planarisierung, trench-isolation, Damascene-Metallisierung); Schichtabtragung (Naß- und Trockenätzen, CMP); Gesamtprozesse (Logik, DRAM), Analytik und Prozeßüberwachung, Packaging, Trends und Perspektiven.

Detaillierte Inhalte Teil 2: Materialgrundlagen; Technologie: Silizium, Sonderprozesse für Mikrosysteme, Aufbau- und Verbindungstechnik; Kraftsensoren für Druck, Beschleunigung, : Elastizitätstheorie, piezoresistive, piezoelektrische und kapazitive Sensoren; Kontakttemperatursensoren: Thermiodioden und Thermotransistoren; Strahlungssensoren: Bolometer, Quantensensoren (CCDs), Teilchendetektoren; Magnetfeldsensoren: Hall-Sensoren, Feldplatten, AMR-Sensoren; Feuchtesensoren; Chemosensoren: ChemFETs, Pellistoren; Biosensoren: Enzym-Sensoren, DNS-Sensoren, Immuno-Sensoren, Biomedizinische Sensoren, Sensorimplantate; Smart-Sensors, Sensorsysteme;

Qualifikationsziele

Die Studierenden erhalten einen Überblick zu den technologischen Verfahren zur Herstellung hochintegrierter Halbleiterchips und Sensor-Chips der Mikrosystemtechnik. In Übungen lernen die Studierenden Berechnungen zu Prozeßparametern und Prozeßführungen sowie das Parameterdesign von Halbleitersensoren aufgrund physikalischer, chemischer oder biologischer Grundlagen. Im Vergleich mit Datenblättern kann die Leistungsfähigkeit von Mikrochips beurteilt werden.

Voraussetzungen

- Kenntnisse der Elektrotechnik, Physik und Mathematik aus dem Bachelor-Studiengang

Verwendbarkeit

- Pflichtmodul für die Vertiefungsrichtung Kommunikationstechnik im Studiengang EIT (M.Sc.)
- Wahlpflichtmodul für alle anderen Vertiefungsrichtungen des M.Sc.-Studiengangs EIT
- Pflichtmodul für die Vertiefungsrichtung ME-EET im Studiengang Mathematical Engineering (M.Sc.)

Leistungsnachweis

Leistungsnachweis: Schriftliche Prüfung 90 min oder mündliche Prüfung 30 min am Ende des zweiten Trimesters (sP-90 oder mP-30). Die genaue Prüfungsform wird zu Beginn der Lehrveranstaltung bekanntgegeben.

Literatur

D.Widmann, H.Mader, H. Friedrich: Technologie hochintegrierter Schaltungen; Springer, Berlin (1996),
J.D.Plummer, M.D.Deal, P.B.Griffin: Silicon VLSI Technology, Prentice Hall, 2000
A. Heuberger: "Mikrosystemtechnik", Springer Verlag,
W.Heywang; Sensorik, Springer Verlag, 1993

Dauer und Häufigkeit

- Das Modul dauert 2 Trimester.
- Der Modulteil 1 findet jedes Studienjahr jeweils im Wintertrimester statt, Modulteil 2 im folgenden Herbsttrimester.
- Als Startzeitpunkt ist das Wintertrimester des 1. Studienjahrs vorgesehen.

Modul 1245 Übertragungssysteme der Hochfrequenztechnik, Mobilkommunikation

zugeordnet zu: Wahlpflichtmodule Vertiefungsrichtung: Physikalisch-Technische Modellierung in der Anwendung auf Bauingenieurwesen (Module aus LRT und EIT)

Studiengang:	Mathematical Engineering	Modultyp:	Pflicht
Workload gesamt (h):	180 Stunden	ECTS-Punkte:	6
-> Präsenzzeit (h):	72 Stunden	TWS:	6 Stunden
-> Selbststudium (h):	108 Stunden		

Modulbestandteile	12451	Übertragungssysteme der Hochfrequenztechnik, (Vorlesung (PF) - 2 TWS)
	12452	Übertragungssysteme der Hochfrequenztechnik (Übung (PF) - 1 TWS)
	12454	Mobilkommunikation (Übung (PF) - 1 TWS)
	12455	Mobilkommunikation (Vorlesung (PF) - 2 TWS)

Modulverantwortlicher Prof. Dr.-Ing. habil. Stefan Lindenmeier

- Inhalt
- a) Lehrveranstaltung 1: Übertragungssysteme der Hochfrequenztechnik:
- Einführung in moderne Übertragungssysteme
 - Mobile und fest installierte Funknetze für die Anwendungen Mobilkommunikation, Funkortung und Radar
 - Kabelgebundene Übertragungssysteme
 - Frontend-Architekturen
 - Sender und Empfänger-Architekturen
 - Merkmale der Funkübertragung vom Satelliten, zu Land, zu Schiff und unter Wasser
 - Antennen für Funkverkehr, Funkortung und Radar
 - Mehrwege-Wellenausbreitung im Reflexionsszenario
 - Diversity-Verfahren zur Empfangsverbesserung bei Mehrwege-Wellenausbreitung
 - Adaptive Antennengruppen und Frontendarchitekturen für Richtfunksysteme mit adaptiver Strahlformung, Intelligente Antennensysteme
 - Antennen und Frontendaufbau von Single Input Multiple Output (SIMO) und Multiple Input Multiple Output (MIMO)-Übertragungsstrecken
- b) Lehrveranstaltung 2: Mobilkommunikation:
- Frequenzbereiche von Rundfunkdiensten und Mobilfunkdiensten
 - Komponenten von Funkübertragungssystemen
 - Beschreibung des Mobilfunkkanals, insbesondere der Mehrwegeausbreitung
 - Zugriffs- und Modulationsverfahren
 - Digitale terrestrische Rundfunksysteme - Hörrundfunk DAB, DAB+ und DRM (Basisbandcodierung, Multiträgerprinzip-COFDM) - Digi-

taler TV-Rundfunk DVB-T, DVB-H, DVB-T2 (Digitalisierung von Videosignalen, Basisbandcodierung bei JPEG und MPEG mit DCT, Übertragungsmodi)

- Zellularer Mobilfunk: GSM (Systemarchitektur, Aufbau und Rahmenstruktur des GSM-Signals, Synchronisation und Verbindungsaufbau, Handover, Zeitmultiplexstruktur), HSCSD, EDGE, GPRS, DECT, TETRA, UMTS (Codemultiplex, Scrambling, Channelisation), HSDPA, UMTS-LTE, LTE-Advanced
- Wireless Short Range Communication: WLAN-Standards, HiperLAN/2, Bluetooth, ZigBee
- Satellitenkommunikation: Sat.-Rundfunksysteme für Audio- und Videoübertragung, Bidirektionale Satellitenkommunikation mit Schmalbandsystemen

Qualifikationsziele

- Grundkenntnisse zum Aufbau von Mobilfunksystemen
- Grundkenntnisse zum Aufbau von Systemen der Funkortung und der Radartechnik
- Detailkenntnisse zum Aufbau von Sende-Empfängern, Frontend-Architekturen und deren Hochfrequenzschaltungen
- Detailkenntnisse über die physikalische Übertragungsebene, Funkübertragung mit Mehrwege-Ausbreitung und Übertragungsleitungen, Mehrantennensysteme
- Detaillierte Kenntnisse zu digitalen Rundfunkdiensten
- Detaillierte Kenntnisse zu den derzeitigen und im Aufbau befindlichen zellularen Mobilfunkstandards
- Grundkenntnisse zu Wireless Short Range Communication
- Grundkenntnisse zur mobilen Satellitenkommunikation

Voraussetzungen

Kenntnisse in Hochfrequenztechnik und Theoretischer Elektrotechnik, wie sie z.B. in den Modulen "Hochfrequenztechnik I und II" sowie "Theoretische Elektrotechnik I und II" aus den jeweiligen B.Sc.-Studiengängen vermittelt werden.

Verwendbarkeit

- Pflichtmodul für die Vertiefungsrichtung "Kommunikationstechnik" im Studiengang EIT (M.Sc.)
- Wahlpflichtmodul für die Vertiefungsrichtungen "Energietechnische Systeme" und "Sicherheitstechnik" im Studiengang EIT (M.Sc.)
- Pflichtmodul für die Vertiefungsrichtung ME-VSK im Studiengang Mathematical Engineering (M.Sc.)
- Wahlpflichtmodul für die Vertiefungsrichtungen ME-EET, ME-Mechatronik und ME-PTM im Studiengang Mathematical Engineering (M.Sc.)

Leistungsnachweis

Schriftliche Prüfung von 90 min Dauer oder mündliche Prüfung von 30 min Dauer am Ende des Trimesters. Die Art der Prüfung wird zu Beginn des Trimesters angegeben.

Literatur

a) Lehrveranstaltung 1: Übertragungssysteme der Hochfrequenztechnik:

- Meinke, Gundlach: "Taschenbuch der Hochfrequenztechnik", Springer Verlag, Berlin, 1986,
- b) Lehrveranstaltung 2: Mobilkommunikation
- U. Reimers: "DVB - Digitale Fernsehtechnik", Springer, 2008
 - J. Schiller: "Mobilkommunikation", Pearson Studium, 2003.
-

Dauer und Häufigkeit

Das Modul dauert 2 Trimester.
Das Modul beginnt jedes Studienjahr jeweils im Wintertrimester.
Als Startzeitpunkt ist das Wintertrimester im 1. Studienjahr vorgesehen.

Modul 1090 Wärme- und Stofftransport

zugeordnet zu: Wahlpflichtmodule Vertiefungsrichtung: Physikalisch-Technische Modellierung in der Anwendung auf Bauingenieurwesen (Module aus LRT und EIT)

Studiengang:	Mathematical Engineering	Modultyp:	Pflicht
Workload gesamt (h):	150 Stunden	ECTS-Punkte:	5
-> Präsenzzeit (h):	60 Stunden	TWS:	5 Stunden
-> Selbststudium (h):	90 Stunden		

Modulbestandteile	10901	Wärme- und Stofftransport (Vorlesung (PF) - 3 TWS)
	10902	Wärme- und Stofftransport (Übung (PF) - 2 TWS)

Modulverantwortlicher Prof. Dr. rer. nat. Michael Pfitzner

Inhalt

Die Studierenden erwerben im Modul „Wärme- und Stofftransport“ vertiefte Kenntnisse über die physikalischen Grundlagen der verschiedenen Arten der Wärmeübertragung und über besondere mathematische Berechnungsmethoden für die Berechnung von Wärmeübergangsaufgaben. Das Modul gliedert sich in folgende Abschnitte:

- Die Studierenden erhalten zunächst eine kurze Wiederholung der Eigenschaften der drei Arten von Wärmeübertragung: Wärmeleitung, konvektiver Wärmeübergang, Strahlung. Es wird eine Übersicht über Anwendungen in der Antriebs- und Raumfahrttechnik gegeben, in denen die Wärme- und Stoffübertragung eine wichtige Rolle spielt.
- Nach einer kurzen Erläuterung der einfachen Berechnungsmethoden für die Wärmeleitung werden die Studierenden mit komplexeren analytischen Berechnungsmethoden vertraut gemacht.
- Mit den Studierenden werden Maßnahmen zur Erhöhung des Wärmeübergangs, insbesondere auch durch Erhöhung der übertragenden Oberfläche, diskutiert.
- Anschließend werden die Kenntnisse der Studierenden in Bezug auf den konvektiven Wärmeübergang vertieft. Es werden die Zusammenhänge des konvektiven Wärmeübergangs mit den Navier-Stokes-Gleichungen (inkl. Energiegleichung) beleuchtet und daraus die Ähnlichkeitstheorie genauer begründet.
- Die in der Strömungsmechanik vermittelten Kenntnisse über die Berechnung von Grenzschichten werden für die Wärmeübertragung verallgemeinert. Es werden sowohl laminare wie turbulente Strömungen diskutiert und es wird der Wärmeübergang bei sehr schneller Überströmung erläutert.
- Beispiele gekoppelter Problemstellungen mit Wärmeleitung, konvektivem Wärmeübergang und Phasenwechsel vertiefen die Fähigkeiten der Studierenden.
- Es werden die Grundgleichungen für einfachen Stofftransport in binären Systemen hergeleitet und die Äquivalenz der Gleichungen mit den Grundgleichungen der Wärmeübertragung für die Wärmeleitung und den konvektiven Wärmeübergang erläutert.

Qualifikationsziele	<ol style="list-style-type: none">1) Die Studierenden kennen die verschiedenen Arten des Wärmeübergangs und ihre Eigenschaften, die Äquivalenz von Wärme- und Stoffübergang und die Bedingungen, unter denen diese Äquivalenz gültig ist.2) Die Studierenden erwerben die Fähigkeit, auch komplexere Wärmeübertragungsprobleme mittels analytischen Methoden zu analysieren und damit numerische Thermalsimulationen zu verifizieren.3) Die Studierenden besitzen ein vertieftes Verständnis der Eigenschaften der Wärmeübertragungsarten und deren physikalischem Hintergrund.4) Die Studierenden erwerben die Fähigkeit, kombinierte Wärme- und Stofftransportproblemstellungen selbstständig unter Verwendung von Standardliteratur zu lösen.
Voraussetzungen	Vorausgesetzt werden die Module „Höhere Mathematik“, „Thermodynamik I/II - Grundlagen der Wärmeübertragung“ sowie „Strömungslehre“. Vorteilhaft sind Kenntnisse der Aerodynamik und Gasdynamik.
Verwendbarkeit	Das Modul vertieft Inhalte des „Grundlagen der Wärmeübertragung“. Es bietet Methoden zur Analyse und Berechnung von anspruchsvollen Problemen des warmen Maschinenbaus an. In der Luft- und Raumfahrttechnik werden die Inhalte für die Entwicklung von Antrieben und von Raumfahrtssystemen benötigt.
Leistungsnachweis	Schriftliche Prüfung 90 Minuten
Sonstige Bemerkungen	Zuordnung zu den Studienschwerpunkten siehe Tabelle am Anfang des Dokumentes.
Dauer und Häufigkeit	Das Modul dauert ein Trimester, es findet im Herbsttrimester des 1. Master-Studienjahres statt.

Modul 1091 Weltraumphysik

zugeordnet zu: Wahlpflichtmodule Vertiefungsrichtung: Physikalisch-Technische Modellierung in der Anwendung auf Bauingenieurwesen (Module aus LRT und EIT)

Studiengang:	Mathematical Engineering	Modultyp:	Pflicht
Workload gesamt (h):	150 Stunden	ECTS-Punkte:	5
-> Präsenzzeit (h):	48 Stunden	TWS:	4 Stunden
-> Selbststudium (h):	102 Stunden		

Modulbestandteile	10911	Weltraumphysik (Vorlesung (PF) - 2 TWS)
	10912	Weltraumphysik (Übung (PF) - 2 TWS)

Modulverantwortlicher Prof. Dr.-Ing. Roger Förstner

Inhalt

Die Studierenden erwerben im Modul Weltraumphysik die für die Auslegung von Raumflugmissionen wichtigen Zusammenhänge unterschiedlicher Zeit- und Koordinatensysteme kennen. Es werden Methoden der Bahnbestimmung (Winkel, Doppler- und Laufzeitverfahren) zur Bestimmung der Bahnelemente vorgestellt. Das Gravitationspotenzial eines ausgedehnten Körpers wird abgeleitet, das Mehrkörperproblem sowie die Grundlagen der Störungstheorie werden am Beispiel erdnaheer und geostationärer Bahnen behandelt; ebenso wichtige Berechnungsmethoden und missionstechnische Konzepte, wie die „Einflusssphäre“, „Patched Conics“ Methode und „Gravity Assist“ Manöver, die beim interplanetaren Bahntransfer Anwendung finden.

Die Vorlesung gliedert sich in:

- Bezugssysteme und Zeitreferenz
- Keplerbahn, Bahnelemente, Bahnübergänge
- Bestimmung von Satellitenbahnen
- Bahnstörungen
- Spezielle Satellitenbahnen
- Interplanetare Bahnen
- Interplanetarer Transfer

Qualifikationsziele

- Die Studierenden können die in der Vorlesung behandelten Themen der Weltraumphysik (Zeit- und Koordinatensysteme, Geopotenzial, Bahnmechanik, Bahnbestimmung, Bahntransfer) zeitgemäß einordnen.
- Die Studierenden lernen Berechnungsverfahren zur Bahnbestimmung im erdnaheer und im interplanetaren Raum anzuwenden und Messverfahren (wie Doppler- und Ranging-Verfahren) zu verstehen.
- Die Studierenden wissen die aus der Störungstheorie folgenden Auswirkungen auf Satellitenbahnen zu berechnen und deren Bedeutung für die Durchführung von Raumfahrtmissionen einzuschätzen.

- Die Studierenden erwerben die Fähigkeit, Berechnungen für Bahntransfer-Manöver im interplanetaren Raum vorzunehmen und dabei das Konzept der Einflussphären anzuwenden.

Voraussetzungen	Vorausgesetzt werden Kenntnisse in Höherer Mathematik sowie in der Regelungstechnik.
-----------------	--

Verwendbarkeit	Voraussetzung für wissenschaftliche Grundlagenuntersuchungen sowie angewandte Forschung und Entwicklung auf dem Gebiet der Dynamik und Lageregelung von Satelliten.
----------------	---

Leistungsnachweis	Schriftliche Prüfung 90 Minuten <ul style="list-style-type: none">• 30 Minuten Frageteil: keine Hilfsmittel• 60 Minuten Aufgabenteil: Skript, Formelsammlung, Taschenrechner
-------------------	---

Sonstige Bemerkungen	Die Vorlesung findet in klassischer Form mittels Beamerpräsentation, mündlichem Vortrag und Tafelanschrieb statt. In den Übungen werden typische Aufgaben interaktiv mit den Studenten durchgearbeitet und gelöst. Zuordnung zu den Studienschwerpunkten siehe Tabelle am Anfang des Dokumentes.
----------------------	--

Literatur	<ul style="list-style-type: none">• Curtis: Orbital Mechanics for Engineering Students• Steiner, Schagerl: Raumflugmechanik• Messerschmid, Fasoulas: Raumfahrtsysteme• Ley, Wittman, Hallmann: Handbuch der Raumfahrttechnik
-----------	---

Dauer und Häufigkeit	Das Modul dauert ein Trimester, es findet im Frühjahrstrimester des 1. Master-Studienjahres statt.
----------------------	--

Modul 1373 Werkstoffe der Elektrotechnik und der Halbleitertechnologie

zugeordnet zu: Wahlpflichtmodule Vertiefungsrichtung: Physikalisch-Technische Modellierung in der Anwendung auf Bauingenieurwesen (Module aus LRT und EIT)

Studiengang:	Mathematical Engineering	Modultyp:	Pflicht
Workload gesamt (h):	210 Stunden	ECTS-Punkte:	7
-> Präsenzzeit (h):	84 Stunden	TWS:	7 Stunden
-> Selbststudium (h):	126 Stunden		

Modulbestandteile	13731	Werkstoffe der Elektrotechnik (Vorlesung (PF) - 3 TWS)
	13732	Praktikum Halbleitertechnik (Praktikum (PF) - 4 TWS)

Modulverantwortlicher Prof. Dr.-Ing. Walter Hansch

Inhalt

Gegenstand der Vorlesung ist die Vermittlung von Grundwissen über den Aufbau von Werkstoffen, beginnend auf atomarer Ebene. Der Zusammenhang zwischen Mikrostruktur und physikalischen Eigenschaften der Materie wird gezeigt. Die mechanischen, elektrischen, optischen, thermischen und chemischen Eigenschaften der verschiedenen Arten von Werkstoffen sowie gängige Prüfverfahren werden vermittelt und durch fachpraktische Anteile wie Experimente und Übungen intensiviert. Des Weiteren erhält der Student /die Studentin einen Überblick sowohl über die Möglichkeiten zur gezielten Beeinflussung von Werkstoffen als auch über die Auswahl von Werkstoffen für verschiedene spezielle Anwendungen. Ein Hauptaugenmerk liegt dabei auf Werkstoffen, die in der Elektrotechnik Anwendung finden.

Im Praktikum werden den Studierenden Kenntnisse über die Laborarbeit unter Reinraumbedingungen vermittelt. Die Prozessierung der unterschiedlichen Werkstoffklassen mit Methoden der Halbleitertechnologie ist genauso Gegenstand des Praktikums wie die Kombination der unterschiedlichen Werkstoffe zu einen funktionsfähigen elektronischen Bauelement. Im Rahmen der einzelnen Teilprozesse wird den Studierenden praktisches Grundwissen über eine Reihe für die Elektrotechnik wichtiger Technologien, wie z.B. Vakuumtechnik, Fotolithografie, nass- und trockenchemische Prozesse, Abscheidung von Dünnschichten etc. vermittelt.

Qualifikationsziele

Der Student / die Studentin erwirbt während der Vorlesung Grundwissen der Werkstoffkunde und -technologie, das in allen Ingenieurwissenschaften breite Anwendung findet. Der Student / die Studentin erhält einen Überblick über typische Werkstoffe, die im Bereich der Elektrotechnik Anwendung finden. Der Student / die Studentin ist nach

Abschluss der Lehrveranstaltung in der Lage, Werkstoffe für spezifische Problemstellungen anhand ihrer Eigenschaften auszuwählen.

Im anschließenden Praktikum arbeiten die Studierenden selbst mit verschiedenen Werkstoffen, die in der Elektrotechnik Anwendung finden. Aus halbleitenden, isolierenden und metallischen Werkstoffen erstellen die Studenten eigenhändig ein Halbleiterbauelement und charakterisieren dieses.

Voraussetzungen

- Der Stoff des Bachelormoduls Physik wird für Vorlesung und Praktikum vorausgesetzt.
- Der Stoff des Pflichtmoduls Halbleitertechnologie wird für das Praktikum vorausgesetzt

Verwendbarkeit

- Pflichtmodul für die Vertiefungsrichtung ME-EET im Studiengang Mathematical Engineering (M.Sc.)
- Wahlpflichtmodul für die Vertiefungsrichtungen ME-Mechatronik, ME-PTM und ME-VSK des Studiengangs Mathematical Engineering (M.Sc.)
- Wahlpflichtmodul für alle Vertiefungsrichtungen des Studiengangs Elektrotechnik und Informationstechnik (M.Sc.)
Hinweis : Das Modul ist nur dann verwendbar, wenn keine der zugehörigen Lehrveranstaltungen im Rahmen eines anderen Moduls eingebracht wird!

Leistungsnachweis

- Nach der Vorlesung eine Prüfung, sP-60 (=40%)
- Praktikum NoS: Eingangstest (=10%), Versuchsdurchführung (20%), Ausarbeitung (20%), Abschlussprüfung (10%)

Literatur

Ivers-Tiffée, v. Münch: Werkstoffe der Elektrotechnik, 10. Auflage, Teubner, 2007

G. Fasching: Werkstoffe für die Elektrotechnik: Mikrophysik, Struktur, Eigenschaften, 4. Auflage, Springer, Wien, 2004

Dauer und Häufigkeit

Das Modul dauert 2 Trimester.
Das Modul findet jedes Studienjahr jeweils im Winter- und Frühjahrssemester statt.
Als Startzeitpunkt ist das Wintersemester des 1. Studienjahrs vorgesehen.

Modul 1048 Aerothermodynamik

zugeordnet zu: Wahlpflichtmodule Vertiefungsrichtung: Physikalisch-Technische Modellierung in der Anwendung auf Luft- und Raumfahrttechnik

Studiengang:	Mathematical Engineering	Modultyp:	Wahlpflicht
Workload gesamt (h):	150 Stunden	ECTS-Punkte:	5
-> Präsenzzeit (h):	48 Stunden	TWS:	4 Stunden
-> Selbststudium (h):	102 Stunden		

Modulbestandteile 10481 Aerothermodynamik (Vorlesung, Übung (PF) - 4 TWS)

Modulverantwortlicher Prof. Dr.-Ing. Christian Mundt

Inhalt

Die Studierenden erwerben im Modul Aerothermodynamik das Grundwissen zu und das Verständnis der Aerothermodynamik mit den vielfältigen gekoppelten Wechselwirkungen die bei heißen und/oder sehr schnellen Strömungen auftreten.

1. Die Studierenden erhalten eine Einführung in die Bedeutung der Aerothermodynamik bei Problemstellungen aus dem Bereich der Luft- und Raumfahrttechnik. Insbesondere werden Anwendungen zum Atmosphäreneintritt und zu Raketen-/Staustrahlerströmungen vermittelt.
2. Ausgehend von einer Betrachtung von reibungsfreien Über-/Hyperschallströmungen unter Idealgasannahme werden schrittweise zusätzliche Kopplungen wie z.B.

- Reibungseffekte,
- Effekte von einfachen chemischen Reaktionen im Gleichgewicht und Nichtgleichgewicht

eingeführt und um Ansätze zur Beschreibung von Hochtemperaturgaseigenschaften erweitert.

3. Das erworbene Wissen wird durch die Anwendung auf insbesondere Erdwiedereintritt sowie Reichweitenflug von Flugkörpern erweitert.

Qualifikationsziele

- 1) Die Studierenden können die Bedeutung der Aerothermodynamik bei technischen Problemstellungen hinsichtlich Machbarkeit, Technologie und zukünftigen Trends einordnen.
- 2) Die Studierenden können für einfache Fälle mechanische und thermische Lasten abschätzen.
- 3) Die Studierenden erwerben die Fähigkeit, für die jeweiligen Anwendungen sinnvolle Konfigurationen vorschlagen zu können.
- 4) Die Studenten bekommen Einblick in einige Phänomene, die nicht direkt LRT zuzuordnen sind.

Universität der Bundeswehr München

Voraussetzungen	Der Besuch der Vorlesung Aerodynamik und/oder Gasdynamik wird empfohlen.
Verwendbarkeit	Voraussetzung für wissenschaftliche Grundlagenuntersuchungen und angewandte Forschung und Entwicklung auf dem Gebiet insbesondere von Wiedereintrittsfluggeräten.
Leistungsnachweis	Schriftliche Prüfung 75 Minuten oder mündliche Prüfung 30 Minuten
Sonstige Bemerkungen	Zuordnung zu den Studienschwerpunkten siehe Tabelle am Anfang des Dokumentes.
Dauer und Häufigkeit	Das Modul dauert ein Trimester, es findet im Wintertrimester des 2. Master-Studienjahres statt.

Modul 1290 Antennentechnik und EMV in der Kommunikationstechnik

zugeordnet zu: Wahlpflichtmodule Vertiefungsrichtung: Physikalisch-Technische Modellierung in der Anwendung auf Luft- und Raumfahrttechnik

Studiengang:	Mathematical Engineering	Modultyp:	Wahlpflicht
Workload gesamt (h):	150 Stunden	ECTS-Punkte:	5
-> Präsenzzeit (h):	60 Stunden	TWS:	5 Stunden
-> Selbststudium (h):	90 Stunden		

Modulbestandteile	12901	Antennentechnik (Vorlesung (WP) - 2 TWS)
	12902	Antennentechnik (Übung (WP) - 1 TWS)
	12903	EMV in der Kommunikationstechnik (Vorlesung (WP) - 2 TWS)

Modulverantwortlicher Prof. Dr.-Ing. habil. Stefan Lindenmeier

Inhalt Lehrveranstaltung a): **Antennentechnik (Prof. Hopf)**

Passive Antennen

- Antenne als Wellentypwandler zwischen Freiraumwelle und leitungsgeführter Welle,
- Dimensionierungsaspekte für elektrisch kurze Antennen im Sendefall über eine Leistungsbetrachtung,
- Rauschtemperatur des Außenraumes und fiktive Temperatur des Strahlungswiderstands,
- Rauschkenngößen von Verstärkern und Empfängern,
- Dimensionierungsaspekte für elektrisch kurze Antennen im Empfangsfall über eine Betrachtung des Signal-Rauschabstands,
- Prinzipien zur Erzeugung von Richtwirkung,
- Beispiele von Richtantennen für technisch eingesetzte Funkdienste,
- Überblick über Antennenberechnungsverfahren.

Aktive Antennen

- Definition der aktiven Antenne,
- Anwendbarkeit und Vorteile dieses Prinzips, erläutert an Beispielen technisch eingesetzter aktiver Antennen,
- Anforderungen an die Verstärker, Besonderheiten der Schaltungstechnik,
- Dimensionierungsaspekte des Verstärkers unter Berücksichtigung von Rauschen und nichtlinearen Verzerrungen für aktive Antennen bei Frequenzen mit hohem Außenrauschen (kHz- und MHz-Bereich), insbesondere rauscharme Gegenkopplungstechniken,
- Dimensionierungsaspekte unter Berücksichtigung von Rauschen und nichtlinearen Verzerrungen für aktive Antennen bei Frequenzen mit geringem Außenrauschen (GHz-Bereich), insbesondere "Figure of merit" bzw. G/T.

Besonderheiten von Antennen für mobilen Einsatz

- Problematik des Mehrwegeempfangs,
- Zwang zur Miniaturisierung,

- Anwendung statistischer Messverfahren zur Qualitätsermittlung.

Lehrveranstaltung b): **EMV in der Kommunikationstechnik (Prof. Reiter)**

- Kopplungsmechanismen bei ortsunabhängigen Strömen und Spannungen (Induktive, kapazitive und gemischt induktive u. kap. Kopplung, Impedanzkopplung),
- Leitungskopplung bei hochfrequenten Signalen (TEM-Wellen, Leitungstransformation, Skineffekt, Verkopplung von Leitungswellen, LeitungsbaufORMen, Schlitzleitungen, Drahtwellenleiter, Mantelwellen),
- Strahlungsgekoppelte Störeinkopplungen (Von der Leitungswelle zur Freiraumwelle, Feld-komponenten des Hertz'schen Dipols, Kenngrößen von Antennen, effektive Höhe und Absorptionsfläche im Empfangsfall, Kreisrahmenantenne, Breitbandantennen für die EMV-Messtechnik, Schnüffelsonden, Freifeldantennenmessungen, Numerische Berechnung elektromagnetischer Felder),
- Elektromagnetische Strahlenexposition (Grenzwerte, Messergebnisse zur elektromagnetischen Strahlungsbelastung),
- HF-Messgeräte für die EMV (HF-Störmessgeräte, bewertete Messungen, Suszeptibilitätsmessungen),
- Maßnahmen zur Sicherstellung der EMV (Schirmungsmaßnahmen, Verringerung von Verkopplungen).

Qualifikationsziele

Lehrveranstaltung a):

- Detaillierte Kenntnisse zu passiven Antennen und deren Dimensionierung,
- Detaillierte Kenntnisse zu aktiven Antennen und deren Dimensionierung,
- Grundkenntnisse zu Rauschvorgängen und zur Bedeutung des Außenrauschens,
- Grundkenntnisse über hochlineare rauscharme Verstärkerkonzepte,
- Grundkenntnisse zur speziellen Problematik von Mobilfunkkommunikation.

Lehrveranstaltung b):

- Detaillierte Kenntnisse zu Kopplungsmechanismen bei ortsunabhängigen Spannungen und Strömen,
- Detaillierte Kenntnisse zur Leitungs- und Strahlungskopplung,
- Grundkenntnisse zur Strahlungsexposition,
- Detaillierte Kenntnisse zu HF-Messgeräten für die EMV,
- Detaillierte Kenntnisse zu Maßnahmen zur Sicherstellung der EMV.

Voraussetzungen

Kenntnisse in Hochfrequenztechnik und Theoretischer Elektrotechnik, wie sie z.B. in den Modulen "Hochfrequenztechnik I und II" sowie "Theoretische Elektrotechnik I und II" aus den jeweiligen B.Sc.-Studiengängen vermittelt werden.

Verwendbarkeit

Wahlpflichtmodul aller Vertiefungsrichtungen des M.Sc.-Studiengangs

"Elektrotechnik und Informationstechnik" sowie des M.Sc.-Studiengangs
"Mathematical Engineering"

Leistungsnachweis

Schriftliche Prüfung von 90 Minuten Dauer (sP-90) oder mündliche Prüfung von 30 min Dauer (mP-30) mit gleichen Anteilen für Lehrveranstaltung a) und b). Die genaue Art der Prüfung wird zu Beginn des Moduls bekannt gegeben.

Literatur

Lehrveranstaltung a):

- K. Fujimoto, J.R. James: "Mobile Antenna Systems Handbook - Chapter 5"; Artech House, 1994,
- Meinke, Gundlach: "Taschenbuch der Hochfrequenztechnik - Kap. N"; Springer Verlag, Berlin, 1986.

Lehrveranstaltung b):

- E. Habiger: "Elektromagnetische Verträglichkeit", Hüthig Verlag, Heidelberg, 1998,
- A. Weber: "EMV in der Praxis", Hüthig Verlag, Heidelberg; 1996.

Dauer und Häufigkeit

Das Modul dauert 1 Trimester.
Das Modul beginnt jedes Studienjahr jeweils im Herbsttrimester.

Modul 1049 Antriebskomponenten

zugeordnet zu: Wahlpflichtmodule Vertiefungsrichtung: Physikalisch-Technische Modellierung in der Anwendung auf Luft- und Raumfahrttechnik

Studiengang:	Mathematical Engineering	Modultyp:	Wahlpflicht
Workload gesamt (h):	150 Stunden	ECTS-Punkte:	5
-> Präsenzzeit (h):	48 Stunden	TWS:	4 Stunden
-> Selbststudium (h):	102 Stunden		

Modulbestandteile	10491	Antriebskomponenten (Vorlesung (PF) - 2 TWS)
	10492	Antriebskomponenten (Übung (PF) - 2 TWS)

Modulverantwortlicher Prof. Dr.-Ing. Reinhard Niehuis

Inhalt

Die Studierenden erwerben im Modul Antriebskomponenten ein vertieftes Grundlagenwissen über Turbomaschinen für den Einsatz in Luftfahrzeugen und anderen Bereichen wie z.B. der Energietechnik:

- Die Studierenden erhalten eine Einführung in die verschiedenen Arten und Typen von Turbomaschinen sowie deren Anwendungsgebiete.
- Ausgehend von der zweidimensionalen, inkompressiblen und reibungsfreien Gitterströmung und der Beschreibung der Profil- und Gittergeometrie werden Methoden zur Gitterauslegung vermittelt. Darauf aufbauend wird die Betrachtung der reibungsbehafteten Gitterströmung, der transsonischen Gitterströmung sowie das Zusammenwirken von Gittern und Stufen und die dadurch verursachten Strömungsverluste behandelt.
- Darauf aufbauend wird auf die dreidimensionale Strömung in Turbomaschinen eingegangen. Ausgehend vom charakteristischen Strömungsbild werden Sekundärströmungsphänomene sowie die dreidimensionalen Schaufelgitterinteraktionen umfassend behandelt.
- Die Studierenden werden mit der Auslegungsmethodik für Turbomaschinen vertraut gemacht, und es werden einfache Verfahren für den ersten Entwurf von Turbomaschinen vorgestellt. Darüber hinaus werden einige Auslegungsaspekte im Zusammenhang mit den speziellen strömungstechnischen Anforderungen erläutert und auf die besonderen Festigkeitsfragen für Bauteile in Turbomaschinen eingegangen.
- Das Modul schließt mit einer ausführlichen Darstellung der Betriebsbereiche und des Betriebsverhaltens abseits vom Auslegungspunkt, insbesondere bei Verdichtern und dessen Darstellung in Kennfeldern. Nach der Diskussion verschiedener grundsätzlicher Anlagencharakteristiken wird detailliert auf das Zusammenwirken von Turbomaschinen und Anlagen, die Regelung von Turbomaschinen sowie möglicher Betriebseinflüsse eingegangen.

Qualifikationsziele	<ul style="list-style-type: none">• Die Studierenden sollen ein vertieftes Verständnis der komplizierten Strömungsvorgänge in Turbomaschinen erwerben und die vielfältigen Auslegungsaspekte kennen lernen.• Die Studierenden erwerben die Fähigkeit, mithilfe des vermittelten Grundwissens verschiedene Bauweisen von Turbomaschinen und deren unterschiedlicher Anwendungsbereiche richtig einzuordnen und zu bewerten. Sie werden in die Lage versetzt, einfache Entwürfe und Vorprojektierungen selbst vorzunehmen.• Die Studierenden erhalten einen Überblick über Turbokomponenten in Flugtriebwerken, aber auch Turbokomponenten für andere Anwendungsbereiche wie zum Beispiel die Energietechnik oder die Verfahrenstechnik.• Die Studierenden sind in der Lage, das Betriebsverhalten von Turbokomponenten sowie deren Zusammenwirken mit anderen Komponenten bzw. Anlagen zu verstehen. Sie lernen dabei auch verschiedene Möglichkeiten zur Regelung von Turbomaschinen und die Auswirkungen von Betriebseinflüssen kennen.
Voraussetzungen	Vorausgesetzt werden Kenntnisse aus den Modulen "Strömungsmechanik", "Gasdynamik", "Thermodynamik" und "Antriebssysteme".
Verwendbarkeit	Voraussetzung für Auswahl und Projektierung von Antriebskomponenten für unterschiedliche Anwendungsbereiche, für wissenschaftliche Grundlagenuntersuchungen und angewandte Forschung und Entwicklung auf dem Gebiet der Flugantriebe und Turbomaschinen.
Leistungsnachweis	Schriftliche Prüfung 90 Minuten
Sonstige Bemerkungen	Zuordnung zu den Studienschwerpunkten siehe Tabelle am Anfang des Dokumentes.
Literatur	<ul style="list-style-type: none">• Cumpsty N.A.: Compressor Aerodynamics. Krieger Publishing Company, 2004 (engl.).• Fister W.: Fluidenergiemaschinen, Band 1 und 2. Berlin: Verlag Springer, 1984, 1986.• Scholz N.: Aerodynamik der Schaufelgitter. Karlsruhe: Verlag G. Braun, 1965.• Traupel W.: Thermische Turbomaschinen, Band 1 und 2. Berlin: Verlag Springer, 1977, 1982.
Dauer und Häufigkeit	Das Modul dauert 1 Trimester, es findet im Herbsttrimester des 1. Master- Studienjahres statt.

Modul 1179 Apparatives Praktikum Autonome Systeme

zugeordnet zu: Wahlpflichtmodule Vertiefungsrichtung: Physikalisch-Technische Modellierung in der Anwendung auf Luft- und Raumfahrttechnik

Studiengang:	Mathematical Engineering	Modultyp:	Wahlpflicht
Workload gesamt (h):	150 Stunden	ECTS-Punkte:	5
-> Präsenzzeit (h):	60 Stunden	TWS:	5 Stunden
-> Selbststudium (h):	90 Stunden		

Modulbestandteile	11791	Apparatives Praktikum: Autonome Systeme (Praktikum (PF) - 5 TWS)
-------------------	-------	---

Modulverantwortlicher	Prof. Dr.-Ing. Hans-Joachim Wünsche
-----------------------	-------------------------------------

Inhalt

Die Studierenden realisieren im Modul Praktikum Autonome Systeme einen kompletten, geschlossenen Regelkreis durch die visuelle Wahrnehmung der Umgebung und die Ableitung von Stellgrößen für Geschwindigkeit und Lenkung eines 1:5 Modellfahrzeuges, welche durch einen P, PI- oder PID-Regler umgesetzt werden sollen. Am Ende des Praktikums soll das Modellfahrzeug in der Lage sein, eine bestimmte Aufgabe vollautonom zu lösen. Ein Beispiel für eine solche Aufgabe wäre das Abfahren einer gut markierten Spur.

Das Praktikum ist als Gruppen-Projektarbeit über sechs Termine ausgelegt. Die gestellte Autonomieaufgabe soll mittels des am Institut verwendeten 4D-Ansatz gelöst werden. Dieser besteht im wesentlichen aus einer rekursiven Schätzung von Zustandsparametern durch ein sequentielles, erweitertes Kalman Filter (EKF), welcher auch verwendet wird, die erwarteten Messungen zu präzisieren. Daraus ergibt sich ein sequentieller Programmablauf aus Messung, Filterinnovation, Zustandsprädiktion und Fahrzeugregelung.

Im Folgenden werden nun die einzelnen Inhalte der sechs Termine erläutert:

Termin 1: Kennenlernen des Software-Rahmens (API), Homogene Koordinaten

Der Software-Rahmen ist eng gesteckt, um in der kurzen Zeit überhaupt ein komplettes Projekt abschließen zu können. Die Studenten haben die Aufgabe, nur die wesentlichen Teile des Filter-Prozesses auszufüllen. Ziel des ersten Termins ist es, den Programmablauf des Projektes zu verstehen, ohne dass eine konkrete Implementierung der Einzelaufgaben vorliegt. Zusätzlich werden durch homogene Koordinaten die Abbildungs-Geometrien der Kamera erläutert und erste Schritte in der C++-Programmierung unternommen.

Termin 2: Aufsetzen von Messfenstern

Als erster Schritt in der Bildverarbeitung werden Bildkanten-Messfenster auf einem synthetisch generierten Bildstrom aufgesetzt, z.B. das

Abfahren einer gekrümmten Fahrspur, erzeugt durch 3D-Computergrafik. Die dabei auftretenden Probleme, ein stabiles Tracking durchzuführen, sollen den Studenten bewusst werden. Ein Problem dabei besteht im sogenannten "Korrespondenzproblem", nämlich der Zuordnung gleicher Bildmerkmale unterschiedlicher Kamerabilder (räumlich oder zeitlich getrennt). Es gilt als eines der Hauptprobleme in der Bildverarbeitung.

Termin 3: Implementieren des 4D-Ansatzes

Termin 3 zeigt die Notwendigkeit von Modellannahmen zur Handhabung von Problemen wie dem Korrespondenzproblem. Hierzu wird der 4D-Ansatz verwendet. Beim Beispiel des Spurhaltens wird ein geometrisches Modell der Fahrspur verwendet (Klothoidenmodell), um geeignete Messmodelle von Bildkoordinaten zu Zustandsparametern (z.B. Fahrzeugablage) aufzustellen. Für die Prädiktion wird ein dynamisches Modell der Eigenbewegung verwendet, z.B. das Fahrzeug-Einspurmodell. Damit kann nun ein EKF formuliert werden, welcher eine Schätzung des augenblicklichen Zustandes liefert, sowie eine Prädiktion, um im darauf folgenden Bild die Messungen geeignet parametrieren zu können.

Termin 4: Auslegen eines P/PI/PID-Reglers

Ausgehend vom geschätzten Zustand des EKF, sollen die Studenten in diesem Termin Regler für die Fahrzeugführung entwerfen. Die Art des Reglers liegt im Ermessen der Studenten. Hauptsächlich soll die Querführung geregelt werden. Zu lösende Probleme sind: Fahrzeugidentifizierung als Regelstrecke, Einfluss von Abtastzeiten, Einfluss von unterschiedlichen Geschwindigkeiten und Ermittlung von Reglerparametern anhand von bekannten Verfahren.

Termin 5: Systemintegration

Dieser Termin hat die Herausforderung, alle Teilaufgaben zu einem funktionierenden Paket zusammenzuführen und zu optimieren.

Termin 6: Wettkampf

Im letzten Termin soll ein kleiner Wettkampf stattfinden. Das Abschneiden in diesem Wettkampf zählt dabei weniger zur Benotung als die gesamte Vorgehensweise während des Praktikums.

Zum Abschluss des Praktikums wird eine Ausarbeitung im Umfang von etwa 10 Seiten gefordert, in welcher die Studierenden ihre Vorgehensweise kurz beschreiben (ca. 2 Seiten/Termin).

Qualifikationsziele

Die Studenten haben

- einen geschlossenen Regelkreis implementiert,
- das Korrespondenzproblem in der Bildverarbeitung erkannt,
- Erfahrung bei der Anwendung eines Kalman Filters gesammelt,
- Erfahrung bei der Auslegung von Regelparametern gesammelt
- Erfahrung in der C++-Programmierung gesammelt,
- eine geschlossene Projektarbeit durchgeführt, in der Einzelaufgaben erfolgreich zusammenspielen.

Voraussetzungen

Notwendig sind gute Kenntnisse in Digitaler Regelungstechnik und Modernen Methoden der Regelungstechnik (vor allem Zustandsraumdarstellung und Zustandsregler). Vorausgesetzt werden ferner Kenntnisse, wie sie in den Modulen "Autonome Systeme" und "Filter- und Schätzverfahren" vermittelt werden.

Verwendbarkeit

Autonome, kognitive Systeme werden zukünftig immer stärker in unser Leben vordringen. Fahr- und Flugzeuge werden nicht nur im militärischen Bereich um Assistenzsysteme erweitert, die einen zunehmend autonomen Betrieb ermöglichen. Roboter, die ihre Umgebung wahrnehmen und sich in ihr situationsgerecht verhalten, werden nicht nur Soldaten zur Hand gehen, sondern auch in Fabriken sowie im häuslichen Umfeld schwere, monotone, gefährliche oder ermüdende Aufgaben übernehmen.

Leistungsnachweis

Benoteter Schein

Dauer und Häufigkeit

Das Modul dauert 1 Trimester, es findet im Wintertrimester des 2. Master-Studienjahres statt.

Modul 1180 Apparatives Praktikum Flugführungssysteme

zugeordnet zu: Wahlpflichtmodule Vertiefungsrichtung: Physikalisch-Technische Modellierung in der Anwendung auf Luft- und Raumfahrttechnik

Studiengang:	Mathematical Engineering	Modultyp:	Wahlpflicht
Workload gesamt (h):	150 Stunden	ECTS-Punkte:	5
-> Präsenzzeit (h):	48 Stunden	TWS:	4 Stunden
-> Selbststudium (h):	102 Stunden		

Modulbestandteile	11801	Apparatives Praktikum: Flugführungssysteme (Praktikum (PF) - 4 TWS)
-------------------	-------	--

Modulverantwortlicher	Prof. Dr.-Ing. Axel Schulte
-----------------------	-----------------------------

Inhalt

Die Studierenden erwerben im apparativen Praktikum „Flugführungssysteme“ praktische Kenntnisse und Fertigkeiten im Hinblick auf Auslegung, Beurteilung, Integration, Betrieb und Bedienung von Flugführungssystemen. Hierzu zählen im Einzelnen die folgenden Inhalte:

- Die Studierenden werden mit klassischen Flugführungssystemen im Flugsimulator vertraut gemacht. Hierzu zählen v.a. Anzeigeelemente wie die primäre Flugführungsanzeige und das Navigationsdisplay einschließlich HSI („Horizontal Situation Indicator“), konventionelle Bedienelemente einschließlich FCU („Flight Control Unit“), Autopilotenfunktionen und Einrichtungen zur Funknavigation.
- Die Studierenden lernen in Grundzügen die Durchführung eines Fluges gemäß IFR („Instrument Flight Rules“) unter Einsatz von klassischen Funknavigationshilfen (z.B. VOR, ILS). Dazu führen die Studierenden unter Anleitung selbstständig eine entsprechende Flugplanung durch und erfliegen dann diese Mission im Flugsimulator.
- Die Studierenden lernen Techniken zur Beurteilung von Systemen zur Cockpitautomation in der Praxis kennen und wenden diese im Rahmen von Flügen im Flugsimulator an. Hierzu zählen z.B. die Bestimmung der Beanspruchung des Piloten mittels Verfahren wie NASA-TLX („Task Load Index“) oder auch die Messung der Blickbewegungen des Piloten.
- Die Studierenden lernen moderne Konzepte zur Pilotenunterstützung in der praktischen Anwendung kennen. Hierzu zählen moderne Flugführungsanzeigen, wie 3D-Flugführungsanzeigen, Kartendisplays, wissensbasierte Assistenzsysteme, Spracherkennung, automatische Flugplanung.

Qualifikationsziele

- Die Studierenden verstehen die Anforderungen an Piloten am Arbeitsplatz Cockpit in Grundzügen.
- Die Studierenden verstehen die Bedienung wesentlicher Flugführungssysteme, wie primäre Flugsteuerung, Autopilot, Funknavigationsempfänger in Grundzügen.

- Die Studierenden erfahren in der Praxis mögliche Ursachen für erhöhte Beanspruchung des Piloten im Cockpit und können diese erklären und quantitativ im Simulator erfassen.
- Die Studierenden kennen exemplarisch Techniken zur Beurteilung von Mensch-Maschine-Schnittstellen im Cockpit, wie z.B. Beanspruchungsmessung, Blickbewegungsmessung.
- Die Studierenden kennen die Grundzüge von experimentellen Methoden im Zusammenhang mit Mensch-Maschine-Systemen.
- Die Studierenden sind sensibilisiert für Forschungsansätze bei der Gestaltung von Operateurarbeitsplätzen in der Luftfahrt.

Voraussetzungen

Kenntnisse in Flugführung und Navigation, Grundkenntnisse in Flugzeugautomation

Leistungsnachweis

Benoteter Schein

Dauer und Häufigkeit

Das Modul dauert ein Trimester, es findet im Wintertrimester des 2. Master-Studienjahres statt.

Modul 1181 Apparatives Praktikum Fluidodynamik

zugeordnet zu: Wahlpflichtmodule Vertiefungsrichtung: Physikalisch-Technische Modellierung in der Anwendung auf Luft- und Raumfahrttechnik

Studiengang:	Mathematical Engineering	Modultyp:	Wahlpflicht
Workload gesamt (h):	150 Stunden	ECTS-Punkte:	5
-> Präsenzzeit (h):	60 Stunden	TWS:	5 Stunden
-> Selbststudium (h):	90 Stunden		

Modulbestandteile	11811	Apparatives Praktikum: Fluidodynamik (Praktikum (PF) - 5 TWS)
-------------------	-------	--

Modulverantwortlicher	Prof. Dr. rer. nat. habil. Christian Kähler
-----------------------	---

Inhalt

Das Modul "Apparatives Praktikum Fluidodynamik" macht den Teilnehmern eine Reihe von Phänomenen der Strömungsmechanik erlebbar und die Anwendung typischer Messverfahren erfahrbar. Insgesamt etwa 8 Versuche aus der klassischen Windkanalmesstechnik sowie der berührungsfreien Laser-Messmethoden werden in kleinen Gruppen durchgeführt (die Liste kann durch neuere Entwicklungen variieren).

Die Themen lauten im Einzelnen:

- Windkanäle und Kanalqualifizierung
- Hitzdrahtmessung
- Zylinderumströmung
- Auftriebs- und Widerstandsbestimmung an einem Profil
- Versuche am Deltaflügel
- Schatten- und Schlierenmeßtechnik
- Particle Image Velocimetry
- Infrarotthermografie

- Qualifikationsziele**
- Die Studierenden sind mit dem Aufbau und der Funktionsweise strömungs- und aerodynamischer Versuchsanlagen vertraut.
 - Die Studierenden kennen die Funktionsweise einfacher Messverfahren der Fluidodynamik und sind vertraut mit der Arbeitsweise zur Untersuchung strömungsmechanischer Phänomene.
 - Die Studierenden wissen die Grenzen der Messtechniken zu beurteilen sowie Messfehler und Einflussgrößen zu berücksichtigen.
 - Die Studierenden kennen repräsentative Techniken der Datenerfassung, der Dokumentation, der Datenreduktion sowie der graphischen Präsentation, wie sie wesentliche Teile der Labortätigkeit sind.
 - Die Studierenden erhalten eine anschauliche Vorstellung von vielen strömungsmechanischen Phänomenen (Transition, Ablösung, Grenzschichten) und erlernen, den Gültigkeitsbereich der Theorien aus der Strömungsmechanik zu erfassen.

Voraussetzungen

Grundkenntnisse aus Physik und Messtechnik sowie die Vorlesung "Strömungsmechanik".

Verwendbarkeit

Das Praktikum rundet die vorangegangene strömungsmechanische Ausbildung insofern ab, als es die Brücke zur praktischen Anwendung der gelernten Theorien schlägt. Die Studierenden können dann diesen Brückenschlag in anderen Situationen oder in anderen Fächern selbst besser bewerkstelligen, da sie anhand von Beispielen den Zusammenhang von Theorie und Experiment erfahren.

Leistungsnachweis

Benoteter Schein

Literatur

- Eckelmann H.: Einführung in die Strömungsmesstechnik. Teubner, 1997.
- Tropea C.; Yarin, A.L.; Foss, J.F.: Springer Handbook of Experimental Fluid Mechanics. Springer Verlag, 2007.

Dauer und Häufigkeit

Das Modul dauert 1 Trimester, es findet im Wintertrimester des 2. Master-Studienjahres statt.

Modul 1182 Apparatives Praktikum Leichtbau

zugeordnet zu: Wahlpflichtmodule Vertiefungsrichtung: Physikalisch-Technische Modellierung in der Anwendung auf Luft- und Raumfahrttechnik

Studiengang:	Mathematical Engineering	Modultyp:	Wahlpflicht
Workload gesamt (h):	150 Stunden	ECTS-Punkte:	5
-> Präsenzzeit (h):	60 Stunden	TWS:	5 Stunden
-> Selbststudium (h):	90 Stunden		

Modulbestandteile 11821 Apparatives Praktikum: Leichtbau (Praktikum (PF) - 5 TWS)

Modulverantwortlicher Prof. Dr.-Ing. Helmut Rapp

Inhalt

Die Studierenden erwerben im apparativen Praktikum „Leichtbau“ praktische Kenntnisse und Fertigkeiten im Hinblick auf den Aufbau und die Durchführung von Strukturversuchen. Hierzu zählen im Einzelnen die folgenden Inhalte:

- Die Studierenden werden mit klassischen Messtechniken bei Strukturversuchen vertraut gemacht, dazu gehören insbesondere die Verwendung von Kraft- und Wegsensoren sowie der Einsatz von Dehnungsmessstreifen.
- Innerhalb der Strukturversuche werden ausgewählte Inhalte aus den Modulen „Leichtbaustrukturen“ und „Strukturmechanik“ experimentell vertieft, dies betrifft insbesondere die Bereiche „Stabilität von Tragwerken“, „Krafteinleitung in dünnwandige Strukturen“ und „Modalanalyse“.
- Die Studierenden lernen klassische und moderne Einrichtungen zur Experimentellen Strukturmechanik kennen. Durch den Vergleich von Theorie und Experiment lernen sie, den Anwendungsbereich der theoretischen Verfahren und die zu erwartenden Ergebnisse besser zu beurteilen.

Qualifikationsziele

- Die Studierenden können Strukturversuche selbstständig definieren, aufbauen und durchführen.
- Die Studierenden verstehen die Anwendung und die Bedienung der wesentlichen im Strukturversuch eingesetzten Messverfahren bzw. Messgeräte.
- Die Studierenden lernen mögliche Fehlerquellen im Strukturversuch kennen und können den Einfluss dieser Fehler auf das erwartete Ergebnis abschätzen.
- Die Studierenden sind sensibilisiert gegenüber Ergebnissen aus theoretischen und experimentellen Untersuchungen und wissen, mit eventuellen Diskrepanzen zwischen Theorie und Experiment umzugehen bzw. sie zu interpretieren.

Voraussetzungen

Kenntnisse, wie sie in den Modulen „Leichtbau“, „Leichtbaustrukturen“ und „Strukturdynamik“ (Berechnung dünnwandiger Strukturen, Krafteinleitung in und Stabilität von Leichtbaustrukturen, Modalanalyse) vermittelt werden.

Leistungsnachweis

Benoteter Schein

Dauer und Häufigkeit

Das Modul dauert ein Trimester, es findet im Wintertrimester des 2. Master-Studienjahres statt.

Modul 1184 Apparatives Praktikum Raumfahrttechnik

zugeordnet zu: Wahlpflichtmodule Vertiefungsrichtung: Physikalisch-Technische Modellierung in der Anwendung auf Luft- und Raumfahrttechnik

Studiengang:	Mathematical Engineering	Modultyp:	Pflicht
Workload gesamt (h):	150 Stunden	ECTS-Punkte:	5
-> Präsenzzeit (h):	60 Stunden	TWS:	5 Stunden
-> Selbststudium (h):	90 Stunden		

Modulbestandteile	11841	Apparatives Praktikum: Raumfahrttechnik (Praktikum (PF) - 5 TWS)
-------------------	-------	---

Modulverantwortlicher	Prof. Dr.-Ing. Roger Förstner
-----------------------	-------------------------------

Inhalt	<p>Die Studierenden erwerben im apparativen Praktikum „Raumfahrttechnik“ praktische Kenntnisse und Fertigkeiten zur Lageregelung von Raketen, Telekommunikation, Erzeugung von elektrischer Energie in Satelliten, Planung von Satellitenmissionen, Analyse von Strahlungsbelastungen und Untersuchung von Strukturschwingungen. Hierzu zählen im Einzelnen die folgenden Inhalte:</p>
--------	--

- Lageregelung einer starren Rakete anhand eines Simulationsprogramms (MATLAB/SIMULINK). Es werden dazu Stabilitätsuntersuchungen durchgeführt sowie der Einfluss der Aufschaltwerte des Reglers und die Wirkung von Seitenwinden auf die Bewegung der Rakete studiert.
- Strahlungsanalyse und Thermalhaushalt von Satelliten. Dazu gehören Grundlagen der Vakuumtechnik.
- Missionsanalyse und Energieversorgung mittels Solarzellen für Satelliten.
- Untersuchung von Strukturschwingungen durch Vibrationstests mit sinusförmiger und rauschförmiger Anregung (Random).

- | | |
|---------------------|--|
| Qualifikationsziele | <ul style="list-style-type: none"> • Die Studierenden können Versuche zur Lageregelung, Energieversorgung, Missionsplanung, Strahlungsanalyse, zu Strukturschwingungen und zum Thermalhaushalt selbstständig definieren, aufbauen und durchführen. • Die Studierenden verstehen die Anwendung und die Bedienung der unterschiedlichen in den Versuchen eingesetzten Messverfahren bzw. Messgeräte. • Die Studierenden lernen mögliche Fehlerquellen in den Versuchen kennen und können den Einfluss dieser Fehler auf das erwartete Ergebnis abschätzen. • Die Studierenden sind sensibilisiert gegenüber Ergebnissen aus theoretischen und experimentellen Untersuchungen und wissen, mit eventuellen Differenzen umzugehen bzw. sie zu interpretieren. |
|---------------------|--|

Voraussetzungen	Grundlegende physikalische Kenntnisse auf dem Gebiet der Mechanik, der Thermodynamik und Elektrizitätslehre sowie in der Raumfahrt-systemtechnik.
Verwendbarkeit	Besseres Verständnis der vermittelten Studieninhalte und gleichzeitig praktische Vertiefung der erworbenen theoretischen Erkenntnisse.
Leistungsnachweis	Benoteter Schein
Dauer und Häufigkeit	Das Modul dauert ein Trimester, es findet im Wintertrimester des 2. Master-Studienjahres statt.

Modul 1185 Apparatives Praktikum Regelungstechnik

zugeordnet zu: Wahlpflichtmodule Vertiefungsrichtung: Physikalisch-Technische Modellierung in der Anwendung auf Luft- und Raumfahrttechnik

Studiengang:	Mathematical Engineering	Modultyp:	Pflicht
Workload gesamt (h):	150 Stunden	ECTS-Punkte:	5
-> Präsenzzeit (h):	48 Stunden	TWS:	4 Stunden
-> Selbststudium (h):	102 Stunden		

Modulbestandteile	11851	Apparatives Praktikum: Regelungstechnik (Praktikum (PF) - 4 TWS)
-------------------	-------	---

Modulverantwortlicher	Prof. Dr.-Ing. habil. Ferdinand Svaricek
-----------------------	--

Inhalt	<p>Die Studierenden erwerben im apparativen Praktikum "Regelungstechnik" praktische Kenntnisse und Fertigkeiten im Hinblick auf Modellierung, Analyse, Auslegung, Realisierung und Betrieb von technischen Regelungssystemen. Hierzu zählen im Einzelnen die folgenden Inhalte:</p>
--------	---

- Die Studierenden lösen selbstständig vorgegebene Regelungsaufgaben und erproben und bewerten die entworfenen Regler in der Simulation und an den Versuchsanlagen.
- Innerhalb der Versuche werden ausgewählte Inhalte aus den Modulen "Regelungstechnik" und "Moderne Methoden der Regelungstechnik" experimentell vertieft. Dies betrifft insbesondere die Bereiche "Modellbildung", "Systemanalyse", "Reglerentwurf" und die "Reglererprobung".
- Die Studierenden lernen moderne Verfahren zur Identifikation des dynamischen Verhaltens von technischen Systemen und zum rechnergestützten Entwurf von linearen und nichtlinearen Reglern kennen.
- Durch den Vergleich von Theorie, Simulation und Experiment lernen sie, den Anwendungsbereich der verschiedenen Verfahren und die zu erwartenden Ergebnisse besser einzuschätzen.

- | | |
|---------------------|--|
| Qualifikationsziele | <ul style="list-style-type: none"> • Die Studierenden können gegebene Regelungsaufgaben mit Hilfe von Matlab/Simulink und den entsprechenden Toolboxen lösen und die gefundenen Regelgesetze experimentell validieren. • Die Studierenden verstehen die Methode des modellbasierten Reglerentwurfs und sind in der Lage die einzelnen notwendigen Teilaufgaben (experimentelle/theoretische Modellbildung, Systemanalyse, Reglerentwurf, Reglererprobung) selbstständig durchzuführen. • Die Studierenden lernen den Einfluß von Faktoren wie nichtlineares Verhalten der Regelstrecke, Stellgrößenbeschränkungen, Meßfehler und Totzeiten in den Versuchen kennen und können den Einfluß dieser Effekte auf das zu erwartende Ergebnis abschätzen. |
|---------------------|--|

- Die Studierenden sind sensibilisiert gegenüber Ergebnissen aus theoretischen und experimentellen Untersuchungen und wissen, mit eventuellen Differenzen umzugehen bzw. sie zu interpretieren.

Voraussetzungen

Vorausgesetzt werden Kenntnisse, wie sie in den Modulen "Regelungstechnik" und "Moderne Methoden der Regelungstechnik" vermittelt werden.

Verwendbarkeit

Besseres Verständnis der vermittelten Studieninhalte und gleichzeitig praktische Vertiefung der erworbenen theoretischen Erkenntnisse.

Leistungsnachweis

Benoteter Schein

Dauer und Häufigkeit

Das Modul dauert ein Trimester, es findet im Wintertrimester des 2. Master-Studienjahres statt.

Modul 1186 Apparatives Praktikum Satellitennavigation, Erdbeobachtung

zugeordnet zu: Wahlpflichtmodule Vertiefungsrichtung: Physikalisch-Technische Modellierung in der Anwendung auf Luft- und Raumfahrttechnik

Studiengang:	Mathematical Engineering	Modultyp:	Pflicht
Workload gesamt (h):	150 Stunden	ECTS-Punkte:	5
-> Präsenzzeit (h):	48 Stunden	TWS:	4 Stunden
-> Selbststudium (h):	102 Stunden		

Modulbestandteile	11861	Erdbeobachtung (Praktikum (PF) - 2 TWS)
	11862	Satellitennavigation (Praktikum (PF) - 2 TWS)

Modulverantwortlicher Prof. Dr.-Ing. Bernd Eissfeller

- Inhalt** SATELLITENNAVIGATION (Positionsbestimmung mit GNSS und INS)
- **Standard-Positionierung:** Die Studierenden führen in Versuchen Einzelstationspositionierungen mit Pseudo-Streckenmessungen zu GPS und/oder GALILEO Satelliten (je nach Verfügbarkeit) durch. Die Vorbereitung und Durchführung dieser experimentellen GNSS Messungen erfolgt auf dem Gelände der UniBwM. Die Studierenden führen eine selbständige Auswertung des Datenmaterials durch.
 - **Differentielle GNSS-Positionierung:** Mit dem Ziel einer auf den Zentimeter genauen Positionsbestimmung planen die Studierenden einen geeigneten Messaufbau, führen die zugehörigen differentiellen Messungen unter Nutzung mindestens einer Referenzstation durch und werten ihre Messdaten mit einer geeigneten (zur Verfügung gestellten) wissenschaftlichen Auswertesoftware aus. Die Planung schließt eine Erfassung möglicher Sichthindernisse ("Elevationsmaske") ein.
 - **Inertiale Navigation:** Das komplementäre Fehlerverhalten von inertialen Sensoren im Vergleich zur Satellitennavigation erfahren die Studierenden in einem experimentellen Aufbau unter Nutzung von low-cost sowie präzisen inertialen Messeinheiten. Dabei erfolgt eine selbständige Aufzeichnung und Prüfung des Driftverhaltens, der Temperatursensitivität, eine ad-hoc Bestimmung der Kreisel-Biasse und eine approximative Durchführung der Plattformausrichtung ("initial alignment, gyro compassing"). Die kombinierte Nutzung von GPS und INS (Sensor-Fusion) mit Hilfe eines integrierten Navigationssystems schließt diesen Praktikumsabschnitt ab.

ERDBEOBACHTUNG

- **Fernerkundungsexperiment:** Die Studierenden planen eine Gebiets- oder Objektaufnahme, führen eine Bildakquisition durch (vorbehaltlich technischer und finanzieller Realisierbarkeit; alternativ werden entsprechende Bilddaten bereitgestellt) und werten die gewonnenen Bilddaten aus. In diesem Zusammenhang erfolgt zunächst die

Herstellung eines Zusammenhangs zwischen Bild- und Weltkoordinaten (Geo-Referenzierung). Anschließend werden die Bilddaten in geeigneter Weise gefiltert und für die Merkmalsextraktion vorbereitet. Die Vektorisierung eines Gebietsausschnittes rundet diesen Praktikumsabschnitt ab.

- Radar- und Lasermethoden: Die Studierenden führen in diesem Abschnitt praktische Auswertungen von SAR-Bildern durch. Dies umfasst die Berechnung von Leistungsbudgets mit Hilfe der Radargleichung, die Analyse von SAR-Bildern hoher Auflösung und Bestimmung von SAR-spezifischen Effekten, das Prozessieren von SAR-Rohdaten und die Optimierung der Bildqualität, die Erstellung von Höhenmodellen und Bestimmung der Objekthöhen, die Unterdrückung des Speckle-Rauschens in SAR-Bildern und Extraktion von Kanten zur Verfolgung von Konturen, die genaue Koregistrierung von SAR-Bildern mit multisensoriellem Bildmaterial sowie die Erstellung eines Katalogs von charakteristischen Signaturen für unterschiedliche Zielklassen, z. B. Flughäfen, Seehäfen, Verkehrswege, Brücken, etc..

Qualifikationsziele

Die Studierenden müssen sich im Rahmen dieses Praktikums selbstständig mit bestimmten Aufgaben auseinandersetzen und erwerben damit vertiefende Detailkenntnisse aus den angeschnittenen Themenbereichen. Die Praktika sind in den meisten Fällen sorgfältig zu planen, um eine ordnungsgemäße Durchführung gewährleisten zu können. Es schließt sich eine intensive Aufbereitung bzw. Auswertung der Messungen bzw. des zur Verfügung gestellten Datenmaterials an. Neben dem Erwerb vertiefender fachlicher Qualifikationen und Kenntnisse ist die selbstständige Organisation zur fachgerechten Problemlösung hervorzuheben.

Voraussetzungen

Kenntnisse aus der Mathematik, der Experimentalphysik und der Messtechnik.

Verwendbarkeit

Wesentliche Ergänzung zu den gehörten Vorlesungen in Satellitennavigation, Erdbeobachtung und Telekommunikation, die zu vertieften Kenntnissen in den Fachgebieten führt. Das Praktikum ist auf die Vorlesungsinhalte abgestimmt und behandelt insbes. Verfahren der Satellitennavigation, der allgemeinen Navigation (Inertialnavigation u.a.) und der Erdbeobachtung/Fernerkundung. Die erarbeiteten Kenntnisse sind gleichermaßen für zivile und militärische Anwendungen verwendbar

Leistungsnachweis

Benoteter Schein

Dauer und Häufigkeit

Das Modul dauert 1 Trimester, es findet im Wintertrimester des 2. Master-Studienjahres statt.

Modul 1187 Apparatives Praktikum Thermodynamik

zugeordnet zu: Wahlpflichtmodule Vertiefungsrichtung: Physikalisch-Technische Modellierung in der Anwendung auf Luft- und Raumfahrttechnik

Studiengang:	Mathematical Engineering	Modultyp:	Pflicht
Workload gesamt (h):	150 Stunden	ECTS-Punkte:	5
-> Präsenzzeit (h):	60 Stunden	TWS:	5 Stunden
-> Selbststudium (h):	90 Stunden		

Modulbestandteile 11871 Apparatives Praktikum: Thermodynamik (Praktikum (PF) - 5 TWS)

Modulverantwortlicher Prof. Dr.-Ing. Christian Mundt

Inhalt

Die Studierenden erwerben im apparativen Praktikum "Thermodynamik" praktische Kenntnisse und Fertigkeiten im Hinblick auf den Aufbau und die Durchführung von Messungen an thermodynamischen Systemen. Hierzu zählen beispielsweise die folgenden Inhalte:

- Die Studierenden erhalten eine grundlegende Einführung in die Thermometrie, dazu gehört insbesondere die Verwendung von Thermoelementen und Widerstandsthermometern.
- Die Studierenden werden mit den Grundlagen der Thermographie bekannt gemacht unter Verwendung einer Infrarotkamera.
- Die Studierenden erwerben umfassende Kenntnisse in der Erfassung von Geschwindigkeits- und Temperaturfluktuationen hoch aufgelöst mittels der Hitzdrahtanemometrie.
- Je nach Option lernen die Studierenden in exemplarischer Weise komplexe Messsysteme kennen, wie die Erfassung der spektralen Infrarotstrahlung von Oberflächen, die Schlierenmesstechnik zur Abbildung von Dichteschwankungen, die Laser-Raman-Spektroskopie als berührungslose Temperaturmesstechnik.
- Das erworbene Wissen wird vertieft anhand weiterer (aero)thermodynamischer Apparaturen, die sich auf Fragestellungen wie die Energieumwandlung und dem Energietransport in Hochgeschwindigkeitsströmungen beziehen.

Qualifikationsziele

- Die Studierenden erwerben die Kompetenz, Messdaten z.B. zur Ermittlung der Temperatur qualitativ wie auch quantitativ zu bewerten.
- Die Studierenden lernen die diversen Fehlerquellen bei der Messdatenerfassung kennen und können den Einfluss dieser Fehler auf das erwartete Ergebnis abschätzen.
- Die Studierenden verstehen die Anwendung und die Bedienung der eingesetzten Messverfahren bzw. Messgeräte.
- Die Studierenden sind sensibilisiert gegenüber Ergebnissen aus theoretischen und experimentellen Untersuchungen und wissen, mit eventuellen Differenzen umzugehen bzw. sie zu interpretieren.

Voraussetzungen	Vorausgesetzt werden Kenntnisse, wie sie in den Modulen "Aerothermodynamik" und "Wärme- und Stofftransport" vermittelt werden.
Verwendbarkeit	Besseres Verständnis der vermittelten Studieninhalte und gleichzeitig praktische Vertiefung der erworbenen theoretischen Erkenntnisse.
Leistungsnachweis	Benoteter Schein
Dauer und Häufigkeit	Das Modul dauert ein Trimester, es findet im Wintertrimester des 2. Master-Studienjahres statt.

Modul 1282 Ausgewählte Kapitel der Sensorik und Messtechnik

zugeordnet zu: Wahlpflichtmodule Vertiefungsrichtung: Physikalisch-Technische Modellierung in der Anwendung auf Luft- und Raumfahrttechnik

Studiengang:	Mathematical Engineering	Modultyp:	Wahlpflicht
Workload gesamt (h):	150 Stunden	ECTS-Punkte:	5
-> Präsenzzeit (h):	60 Stunden	TWS:	5 Stunden
-> Selbststudium (h):	90 Stunden		

Modulbestandteile	12821	Ausgewählte Kapitel der Sensorik und Messtechnik (Seminar (WP) - 5 TWS)
-------------------	-------	--

Modulverantwortlicher	Prof. Dr. techn. Christian Kargel
-----------------------	-----------------------------------

Inhalt	<p>Das Seminar „Ausgewählte Kapitel der Sensorik und Messtechnik“ vertieft praxisnah das Verständnis für bestimmte Themengebiete der Sensorik und Messtechnik. Der Hauptfokus liegt dabei auf der Anwendung von Standardsoftwarepaketen wie MATLAB, LabVIEW, SigmaPlot, MultiSim, etc. zur Lösung von praktischen Aufgaben bzw. der Bearbeitung von Kleinprojekten. Die Erfahrungen und gewonnenen Kenntnisse können auch im Rahmen von anderen Lehrveranstaltungen wie z.B. „Sensorik und Messtechnik, Praktikum“ und „Digitale Bildverarbeitung, Praktikum“ sowie der eigenen studentischen Abschlussarbeit nutzbringend eingesetzt werden.</p>
--------	---

- | | |
|---------------------|---|
| Qualifikationsziele | <ul style="list-style-type: none"> • Die Studierenden haben die in anderen Modulen erworbenen Kenntnisse vertieft sowie auf bestimmte sensorische und messtechnische Aufgabenstellungen praktisch angewandt. • Die Studierenden haben vertiefte Fertigkeiten bei der problemorientierten Auswahl von und dem praktischen Umgang mit Standardsoftwarepaketen in den Bereichen Sensorik und Messtechnik. • Die Studierenden haben ihre Kenntnisse und Fertigkeiten im praktischen Umgang mit Standardsoftwarepaketen verbessert und können bestimmte Aufgabenstellungen zielgerichtet lösen. • Die Studierenden sind in der Lage, bestimmte sensorische und messtechnische Problemstellungen zu analysieren und mithilfe von ingenieurwissenschaftlichem Denken und Handeln zu lösen. • Die Studierenden haben Techniken zur Aufarbeitung von wissenschaftlich-technischen Fachthemen erworben und angewandt Diese Fähigkeiten können z.B. im Rahmen von studentischen Abschlussarbeiten nutzbringend eingesetzt werden. |
|---------------------|---|

Voraussetzungen	<ul style="list-style-type: none">• Kenntnisse der Elektrotechnik, Messtechnik, Mathematik und Physik.• Empfohlen wird die erfolgreiche Bewältigung des Moduls „Sensorik und Messtechnik“.
Verwendbarkeit	<ul style="list-style-type: none">• Wahlpflichtmodul für alle Studien- und Vertiefungsrichtungen• Das Modul steht in thematischem Zusammenhang mit den Pflichtmodulen<ul style="list-style-type: none">o Sensorik und Messtechnik,o Digitale Bildverarbeitung <p>sowie mit den Wahlpflichtfächern</p> <ul style="list-style-type: none">o Simulationswerkzeuge in der Sensorik und Messtechniko Sensorik und Messtechnik, Praktikumo Multisensorsysteme und Sensornetze
Leistungsnachweis	<ul style="list-style-type: none">• Die Benotung erfolgt anhand der erarbeiteten Lösungen und der eigenen Präsentation. Die Mitarbeit und Involvierung bei den Fachdiskussionen im Rahmen des Oberseminars fließt ebenfalls in die Benotung ein.
Literatur	Je nach Aufgabenstellung unterschiedlich. Wird individuell bekannt gegeben.
Dauer und Häufigkeit	Das Modul dauert ein Trimester. Das Modul wird im Herbsttrimester und/oder Frühjahrstrimester angeboten. Als Startzeitpunkt ist das Herbsttrimester im 1. Studienjahr vorgesehen.

Modul 1229 Auslandspraktikum I

zugeordnet zu: Wahlpflichtmodule Vertiefungsrichtung: Physikalisch-Technische Modellierung in der Anwendung auf Luft- und Raumfahrttechnik

Studiengang:	Mathematical Engineering	Modultyp:	Wahlpflicht
Workload gesamt (h):	150 Stunden	ECTS-Punkte:	5
-> Präsenzzeit (h):	100 Stunden	TWS:	5 Stunden
-> Selbststudium (h):	50 Stunden		

Modulverantwortlicher Prof. Dr.-Ing. Dieter Gerling

Inhalt

Im Auslandspraktikum soll eine Aufgabe aus einem begrenzten Problembereich unter Anleitung weitgehend selbständig mit bekannten Methoden bearbeitet werden. Im Auslandspraktikum sind die erzielten Ergebnisse systematisch zu entwickeln und zu erläutern. Es wird in der Regel individuell und weitgehend eigenständig durch die Studierenden bearbeitet, kann aber je nach Thema auch in Gruppen von bis zu drei Studierenden bearbeitet werden.

Qualifikationsziele

Die Studierenden können eine Aufgabe in einer fremden Umgebung weitgehend selbständig bearbeiten. Sie haben Erfahrung in der Entwicklung von Lösungsstrategien und in der Dokumentation ihres Vorgehens. Sie haben in einem speziellen Arbeitsgebiet der Elektrotechnik und Informationstechnik bzw. Mathematical Engineering internationale praktische Erfahrung gesammelt.

Arbeitsaufwand

Das Wahlpflichtmodul "Auslandspraktikum I" dauert 4 Wochen à 25 Wochenstunden. Die Vor- und Nachbereitungszeit umfasst 2 Wochen mit jeweils 25 Wochenstunden.

Voraussetzungen

Vorausgesetzt werden die allgemeinen Kenntnisse aus einem Bachelor-Studium im Bereich der „Elektrotechnik und Informationstechnik“ oder „Mathematical Engineering“ und ausreichende Sprachkenntnisse für das entsprechende Land.

Verwendbarkeit

Wahlpflichtmodul für alle Vertiefungsrichtungen des M.Sc.-Studiengangs "Elektrotechnik und Informationstechnik" und Wahlpflichtmodul für alle Vertiefungsrichtungen des M.Sc.-Studiengangs "Mathematical Engineering"

Leistungsnachweis

Es ist eine schriftliche Ausarbeitung zu erstellen und diese ist im Rahmen eines Kolloquiums zu präsentieren. Die Präsentation findet als Vortrag von ca. 15-20 Minuten Dauer statt. Die Präsentation wird benotet und geht mit 1/5 (entsprechend 1 Leistungspunkt) in die Modulnote ein.

Sonstige Bemerkungen

Es besteht **kein** Finanzierungsanspruch für einen Auslandsaufenthalt gegenüber einer Professur, Fakultät oder der Universität.

Literatur

keine

Dauer und Häufigkeit

Das Modul dauert 1 Trimester.
Das Modul beginnt jedes Studienjahr jeweils im Frühjahrstrimester.
Als Startzeitpunkt ist das Frühjahrstrimester im 1. Studienjahr vorgesehen.

Modul 1230 Auslandspraktikum II

zugeordnet zu: Wahlpflichtmodule Vertiefungsrichtung: Physikalisch-Technische Modellierung in der Anwendung auf Luft- und Raumfahrttechnik

Studiengang:	Mathematical Engineering	Modultyp:	Wahlpflicht
Workload gesamt (h):	150 Stunden	ECTS-Punkte:	5
-> Präsenzzeit (h):	100 Stunden	TWS:	5 Stunden
-> Selbststudium (h):	50 Stunden		

Modulbestandteile

Modulverantwortlicher Prof. Dr.-Ing. Dieter Gerling

Inhalt

Im Auslandspraktikum soll eine Aufgabe aus einem begrenzten Problemkreis unter Anleitung weitgehend selbständig mit bekannten Methoden bearbeitet werden. Im Auslandspraktikum sind die erzielten Ergebnisse systematisch zu entwickeln und zu erläutern. Es wird in der Regel individuell und weitgehend eigenständig durch die Studierenden bearbeitet, kann aber je nach Thema auch in Gruppen von bis zu drei Studierenden bearbeitet werden.

Qualifikationsziele

Die Studierenden können eine Aufgabe in einer fremden Umgebung weitgehend selbständig bearbeiten. Sie haben Erfahrung in der Entwicklung von Lösungsstrategien und in der Dokumentation ihres Vorgehens. Sie haben in einem speziellen Arbeitsgebiet der Elektrotechnik und Informationstechnik bzw. Mathematical Engineering internationale praktische Erfahrung gesammelt.

Arbeitsaufwand

Das Wahlpflichtmodul "Auslandspraktikum II" dauert 4 Wochen à 25 Wochenstunden. Die Vor- und Nachbereitungszeit umfasst 2 Wochen mit jeweils 25 Wochenstunden.

Voraussetzungen

Vorausgesetzt werden die allgemeinen Kenntnisse aus einem Bachelor-Studium im Bereich der „Elektrotechnik und Informationstechnik“ oder „Mathematical Engineering“ und ausreichende Sprachkenntnisse für das entsprechende Land.

Verwendbarkeit

Wahlpflichtmodul für alle Vertiefungsrichtungen des M.Sc.-Studiengangs "Elektrotechnik und Informationstechnik" und Wahlpflichtmodul für alle Vertiefungsrichtungen des M.Sc.-Studiengangs "Mathematical Engineering".

Leistungsnachweis

Es ist eine schriftliche Ausarbeitung zu erstellen und diese ist im Rahmen eines Kolloquiums zu präsentieren. Die Präsentation findet als Vortrag von ca. 15-20 Minuten Dauer statt. Die Präsentation wird benotet und geht mit 1/5 (entsprechend 1 Leistungspunkt) in die Modulnote ein.

Sonstige Bemerkungen

Es besteht **kein** Finanzierungsanspruch für einen Auslandsaufenthalt gegenüber einer Professur, Fakultät oder der Universität.

Literatur

keine

Dauer und Häufigkeit

Das Modul dauert 1 Trimester.
Das Modul beginnt jedes Studienjahr jeweils im Frühjahrstrimester.
Als Startzeitpunkt ist das Frühjahrstrimester im 1. Studienjahr vorgesehen.

Modul 1241 Automatisierungstechnik

zugeordnet zu: Wahlpflichtmodule Vertiefungsrichtung: Physikalisch-Technische Modellierung in der Anwendung auf Luft- und Raumfahrttechnik

Studiengang:	Mathematical Engineering	Modultyp:	Pflicht
Workload gesamt (h):	150 Stunden	ECTS-Punkte:	5
-> Präsenzzeit (h):	60 Stunden	TWS:	5 Stunden
-> Selbststudium (h):	90 Stunden		

Modulbestandteile	12411	Automatisierungstechnik (Vorlesung (PF) - 4 TWS)
	12412	Automatisierungstechnik (Übung (PF) - 1 TWS)

Modulverantwortlicher Prof. Dr. rer. nat. habil. Claus Hillermeier

Inhalt

- a) Thema „Modellbasierte Fehlerdiagnose“:
 - Diagnose von Fehlern in Regelstrecken mit Hilfe eines Modells der Strecke
 - Sensorüberwachung auf Basis von Beobachtern

- b) Thema „Digitale Regelkreise“:
 - Gerätetechnische Implementierung von Regelungen in Form von digitalen Regelkreisen
 - Abgetastete Regelstrecken als zeitdiskrete Systeme; Modellierung zeitdiskreter Systeme im Zeitbereich und im Frequenzbereich; Bestimmung ihres Eingangs- Ausgangs-Verhaltens
 - Eigenschaften zeitdiskreter Systeme wie Stabilität, Steuerbarkeit und Beobachtbarkeit
 - Umsetzung eines Reglers, der anhand eines zeitkontinuierlichen Modells der Regelstrecke entworfen wurde, in ein Programm, das auf einem Mikrocontroller abläuft; Analyse des entstehenden Regelkreises
 - Methodenspektrum zum Entwurf digitaler Regelungen auf Basis eines zeitdiskreten Streckenmodells

- c) Thema „Modellierung, Analyse und Steuerung ereignisgetriebener Systeme“:
 - Ereignisdiskrete Systeme als Modelle von technischen Prozessen (in Rechenanlagen, Fertigungsanlagen etc.) und Transportvorgängen
 - Die Automatisierung von Fertigungsprozessen, Gebäuden, Fahrzeugen etc. wird als Aufgabe formuliert, durch Steuerungsmechanismen geeignete Ereignisfolgen herbeizuführen
 - Modellierung von Prozessen, die automatisiert werden sollen, mit Hilfe von deterministischen Automaten und Petrinetzen, die jeweils mit Eingang und Ausgang versehen sind
 - Werkzeuge für die Analyse des Verhaltens ereignisdiskreter Systeme (bzw. Steuerstrecken), vor allem im Hinblick auf Lebendigkeit (d.h. die Vermeidung von deadlocks) und Sicherheit
 - Entwurf von Steuerungen ereignisdiskreter Systeme auf Basis von Automaten- und Petrinetz-Modellen; hierbei besondere Berücksichtigung von Sicherheitsanforderungen

Qualifikationsziele

a) Thema „Modellbasierte Fehlerdiagnose“:

- Die Studierenden können einfache Diagnosesysteme auf Basis von Beobachtern entwerfen. Sie verstehen, wie redundante Sensoren zur gegenseitigen Überwachung eingesetzt werden können.

b) Thema „Digitale Regelkreise“:

- Die Studierenden verstehen, wie Regelungen mit Hilfe moderner Gerätetechnik in Form von digitalen Regelkreisen realisiert werden.
- Die Studierenden können das dynamische Verhalten zeitdiskreter Systeme auf verschiedene Arten modellieren: Als Eingangs- Ausgangsmodell und als Zustandsraummodell im Zeitbereich sowie als Eingangs- Ausgangsmodell im Frequenzbereich.
- Die Studierenden verstehen die dynamischen Eigenschaften zeitdiskreter Systeme in Analogie zu zeitkontinuierlichen Systemen.
- Die Studierenden können ein Regelgesetz, das anhand eines zeitkontinuierlichen Streckenmodells entworfen wurde, auf einem Microcontroller umsetzen und den Einfluss der Abtastung auf die Regelgüte abschätzen.
- Die Studierenden sind in der Lage, mit an die Anwendung angepassten Methoden einen digitalen Regelkreis zu entwerfen und sein Verhalten zu analysieren.

c) Thema „Modellierung, Analyse und Steuerung ereignisgetriebener Systeme“:

- Die Studierenden sind in der Lage, technische Abläufe als ereignisdiskrete Systeme zu interpretieren und geeignet zu modellieren.
- Die Studierenden verstehen, inwiefern Prozessautomatisierung auf höheren Ebenen die Aufgabe der Steuerung ereignisdiskreter Systeme beinhaltet.
- Die Studierenden können das dynamische Verhalten ereignisdiskreter Systeme mittels geeigneter Analysemethoden untersuchen; insbesondere sind sie in der Lage, die Lebendigkeit (d.h. Deadlock-Freiheit) und Sicherheit solcher Systeme nachzuweisen.
- Die Studierenden beherrschen verschiedene Methoden, um Steuerungen bzw. Regelungen für ereignisdiskrete Systeme (d.h. für Vorgänge, die es zu automatisieren gilt) zu entwerfen. Besonderes Augenmerk liegt dabei auf Steuerungen, die die Einhaltung von Lebendigkeits- und Sicherheitsanforderungen gewährleisten.

Voraussetzungen

Vorausgesetzt wird die erfolgreiche Bewältigung der Module „Mathematik A“, „Mathematik B“, „Mathematik C“ und „Regelungstechnik“. Bei ME-Studierenden werden die mathematischen Grundmodule sowie das Modul „Systemtheorie“ vorausgesetzt.

Verwendbarkeit

- Pflichtmodul für EIT-Vertiefungsrichtung „Energietechnische Systeme“

- Pflichtmodul für die Vertiefungsrichtung ME-Mechatronik des Studiengangs Mathematical Engineering (M.Sc.)
- Wahlpflichtmodul für die EIT-Vertiefungsrichtungen „Kommunikationstechnik“ und „Sicherheitstechnik“
- Wahlpflichtmodul für die Vertiefungsrichtungen ME-EET, ME-VSK und ME-PTM des Studiengangs Mathematical Engineering (M.Sc.)

Leistungsnachweis

Schriftliche Prüfung von 90 min Dauer (sP-90) oder mündliche Prüfung von 30 min Dauer (mP-30) am Ende des Wintertrimesters. Wiederholungsmöglichkeit am Ende des Frühjahrstrimesters. Die genaue Art der Prüfung wird zu Beginn der Lehrveranstaltung bekannt gegeben.

Literatur

J. Lunze: Automatisierungstechnik, Oldenbourg Verlag, 2008 (begleitend)

M. Horn, N. Dourdourmas: Regelungstechnik, Pearson Studium Verlag, 2004 (begleitend)

J. Lunze: Regelungstechnik 2, Springer Verlag, 2008 (begleitend)

J. Moody, P. Antsaklis: Supervisory Control of Discrete Event Systems Using Petri Nets,

Kluwer Academic Publishers, 1998 (weiterführend)

Dauer und Häufigkeit

Das Modul dauert ein Trimester.

Das Modul beginnt jedes Studienjahr jeweils im Wintertrimester.

Als Startzeitpunkt ist das Wintertrimester im 1. Studienjahr vorgesehen.

Modul 1050 Autonome Systeme

zugeordnet zu: Wahlpflichtmodule Vertiefungsrichtung: Physikalisch-Technische Modellierung in der Anwendung auf Luft- und Raumfahrttechnik

Studiengang:	Mathematical Engineering	Modultyp:	Pflicht
Workload gesamt (h):	150 Stunden	ECTS-Punkte:	5
-> Präsenzzeit (h):	48 Stunden	TWS:	4 Stunden
-> Selbststudium (h):	102 Stunden		

Modulbestandteile	10501	Autonome Systeme (Vorlesung, Übung (PF) - 4 TWS)
-------------------	-------	---

Modulverantwortlicher	Prof. Dr.-Ing. Hans-Joachim Wünsche
-----------------------	-------------------------------------

Inhalt

Die Studierenden erwerben im Modul Autonome Systeme einen detaillierten Einblick in den Aufbau eines autonomen Systems am Beispiel eines sich durch visuelle Information in seiner Umgebung autonom bewegenden Roboter-Fahrzeugs. Was ist der Unterschied zwischen einem geregelten System und einem (teil-)autonomen, kognitiven System? Warum sind Roboter heute noch "blind" und "dumm", was bedeutet Kognition für technische Systeme und was sind die wesentlichen technischen Herausforderungen?

Ausgehend von einem Überblick über die Entwicklung und den derzeitigen Stand autonomer kognitiver Systeme werden die folgenden Themenkreise behandelt:

- 1) Weltmodelle und Koordinatensysteme. Die Fähigkeit zur Bewegung als Bestandteil kognitiver Systeme. Dynamische Modelle der zugrundeliegenden Bewegungen, Steuergrößen, einfache Bewegungsfähigkeiten.
- 2) Perzeption: Wahrnehmung der Umgebung durch maschinelles Echtzeit-Sehen. Verfahren zur Extraktion von Merkmalen aus den Bildern einer Videokamera. Wahrnehmung mittels moderner 360° Laserscanner.
- 3) Dynamische Szenen aufgrund eigener und fremder Bewegungen. Rekursive Zustandschätzer als Grundlage des 4D-Ansatzes zur modellgestützten Interpretation dynamischer Szenen.
- 4) Wahrnehmung der Strasse und des Relativzustands des eigenen Fahrzeugs relativ zur Strasse. Fahrzeugführung entlang von Strassen. Anwendung Spurverlassens und Spurhalteassistent.
- 5) Objekterkennung. Aggregation von Merkmalen zu Objekthypothesen. Methoden zur Modellierung von Objekten. Aufstellung von (adaptiven) Formmodellen ruhender Objekte und zusätzlicher Bewegungsmodelle beobachteter, sich bewegender Objekte der Szene (wie z.B. anderer Fahrzeuge). Anwendung Staufahrassistent.
- 6) Situationsanalyse und Verhaltensentscheidung. Aggregation von Objekten zu Situationen. Was sind Manöver und Missionen. Generieren situations- und missionsgerechter Verhaltensentscheidungen. Zustandsautomaten zur Verhaltensentscheidung. Überholvorgänge und Abbiegen auf Querstrassen als einfache Ausprägungen Si-

tuationsgerechten Verhaltens. Sakkaden zur aktiven Steuerung der Blickrichtung, relevante Objekte.

Qualifikationsziele	<p>Die Studierenden</p> <ol style="list-style-type: none">1) wissen aus welchen wesentlichen Elementen ein autonomes System besteht und wie sich dieses von normalen (fern-)gesteuerten oder geregelten Systemen unterscheidet.2) verstehen die wesentlichen Schwierigkeiten beim Aufbau autonomer Systeme, und3) können die erlernten Kenntnisse im parallel stattfindenden Praktikum "Autonome Systeme" beim Aufbau eines autonomen Modell-Fahrzeugs anwenden: eine einfache "Fahrbahn" wird über eine ins Fahrzeug eingebaute Kamera ausgewertet. Im Wettbewerb optimieren Studenten-Teams ihre entwickelten Zustandsschätzer und -Regler zur Erzielung optimaler Rundenzeiten.
Voraussetzungen	<p>Notwendig sind gute Kenntnisse in Digitaler Regelungstechnik und Modernen Methoden der Regelungstechnik (vor allem Zustandsraumdarstellung und Zustandsregler). Vorausgesetzt werden ferner die im Modul „Sensortechnik“ vermittelten Kenntnisse sowie die des Moduls „Filter- und Schätzverfahren“. Sinnvoll ist die Kenntnis der im Modul „Prozessrechenstechnik“ vermittelten Inhalte.</p>
Verwendbarkeit	<p>Autonome, kognitive Systeme werden zukünftig immer stärker in unser Leben vordringen. Fahr- und Flugzeuge werden nicht nur im militärischen Bereich um Assistenzsysteme erweitert, die einen zunehmend autonomen Betrieb ermöglichen. Roboter, die ihre Umgebung wahrnehmen und sich in ihr situationsgerecht verhalten, werden nicht nur Soldaten zur Hand gehen, sondern auch in Fabriken sowie im häuslichen Umfeld schwere, monotone, gefährliche oder ermüdende Aufgaben übernehmen.</p>
Leistungsnachweis	<p>Schriftliche Prüfung 75 Minuten oder mündliche Prüfung 30 Minuten</p>
Sonstige Bemerkungen	<p>Dieses Modul kann auch als Munich-Aerospace-Partnermodul belegt werden.</p> <p>Zuordnung zu den Studienschwerpunkten siehe Tabelle am Anfang des Dokumentes.</p>
Dauer und Häufigkeit	<p>Das Modul dauert 1 Trimester, es findet im Wintertrimester des 2. Master-Studienjahres statt.</p>

Modul 1337 Baudynamik und Erdbebeningenieurwesen

zugeordnet zu: Wahlpflichtmodule Vertiefungsrichtung: Physikalisch-Technische Modellierung in der Anwendung auf Luft- und Raumfahrttechnik

Studiengang:	Mathematical Engineering	Modultyp:	Wahlpflicht
Workload gesamt (h):	270 Stunden	ECTS-Punkte:	9
-> Präsenzzeit (h):	108 Stunden	TWS:	9 Stunden
-> Selbststudium (h):	162 Stunden		

Modulbestandteile	13371	Bauwerke unter Erdbebenbelastung (Vorlesung (PF) - 2 TWS)
	13372	Bodendynamik (Vorlesung (PF) - 1 TWS)
	13373	Dynamik der Baukonstruktionen (Vorlesung (PF) - 1 TWS)
	13374	Dynamik der Baukonstruktionen (Übung (PF) - 2 TWS)
	13375	Erdbebenschutzsysteme im Hoch- und Brückenbau (Vorlesung (PF) - 2 TWS)
	13376	Mathematische Methoden in der Dynamik (Vorlesung (PF) - 1 TWS)

Modulverantwortlicher	Prof. Dr.-Ing. habil. Norbert Gebbeken
-----------------------	--

Inhalt	<p>Dynamik der Baukonstruktionen (Prof. Marburg):</p> <ul style="list-style-type: none"> • Einmassenschwinger unter sprung- und stoßartiger Belastung • Selbsterregte und parametererregte Schwingungen • Schwinger mit mehreren Freiheitsgraden • Schwingungen von Maschinenfundamenten • Torsions- und Kippschwingungen • Eigenfrequenzen und Eigenformen • Erzwungene Schwingungen des Mehrmassenschwingers • Maßnahmen zur Schwingungsreduzierung - Windeinwirkung auf Bauwerke • Schwingungsprobleme bei Hochbauten und Brücken <p>Mathematische Methoden in der Dynamik (Prof. Apel):</p> <ul style="list-style-type: none"> • Numerische Verfahren und Begriffe <ul style="list-style-type: none"> - Einschrittverfahren und Mehrschrittverfahren - implizite und explizite Verfahren - Konvergenz und Stabilität - Schrittweitensteuerung • Angepasste Verfahren für Schwingungsprobleme <ul style="list-style-type: none"> - Newmark-Verfahren für Schwingungsprobleme - Houbolt-Verfahren - Wilson-Theta-Verfahren - Hilber-Hughes-Taylor-Verfahren
--------	--

Bodendynamik (Prof. Boley):

- Wellenausbreitung im Boden
- Dynamische Bodeneigenschaften
- Erschütterungsausbreitung und -reduktion
- Einbeziehung des Bodens in die Modellbildung
- Seismologische Grundlagen
- Geotechnisches Erdbebeningenieurwesen

Bauwerke unter Erdbebenbelastung (Prof. Gebbeken):

- Einführung in das Erdbebeningenieurwesen
- Erdbebennachweise mittels Antwortspektrum
- Methode der Kapazitätsbemessung
- Plastische Mechanismen bei der Erdbebenbemessung
- Planungs- und Konstruktionsgrundsätze
- Bestandsbeurteilung
- Praxisbeispiele

Erdbebenschutzsysteme (Prof. Mangerig)

- technische Möglichkeiten im Neu- und Bestandsbau
- spezielle Lagerungsmöglichkeiten im Hoch- und Brückenbau
- Praxisbeispiele aus dem In- und Ausland

Qualifikationsziele

Die Studierenden erwerben Grundlagenwissen über die dynamischen Eigenschaften des Bodens und kennen erschütterungsresistente Gründungstechniken. Sie erwerben vertiefte Kenntnisse über Schwingungen infolge aperiodischer Belastung sowie über selbst- und parametererregte Schwingungen. Weiterhin können die Studierenden die vermittelten Schwingungsmodelle und Lösungsstrategien auf konkrete Bauwerksschwingungen anwenden. Die Studierenden erwerben ein grundlegendes Verständnis für Beanspruchungen infolge Erdbeben und können die erworbenen Kenntnisse zum Antwortspektrenverfahren und zur Kapazitätsbemessung anwenden. Sie sind sensibilisiert bezüglich der Wirkung von Erdbeben auf bauliche Infrastruktur und kennen Verfahren zur Isolierung gegen Erdbebeneinwirkungen.

Voraussetzungen

Grundkenntnisse der Strukturmechanik, z.B. aus dem Modul "Tragwerksschwingungen und Erschütterungsschutz".

Verwendbarkeit

Anspruchsvolle Bauprojekte im In- und Ausland.

Leistungsnachweis

Schriftliche Prüfung 150 Minuten oder mündliche Prüfung 45 Minuten.

Dauer und Häufigkeit

Das Modul dauert 1 Trimester.
Das Modul beginnt jedes Studienjahr jeweils im Frühjahrstrimester.

Modul 1353 Betriebsfestigkeit

zugeordnet zu: Wahlpflichtmodule Vertiefungsrichtung: Physikalisch-Technische Modellierung in der Anwendung auf Luft- und Raumfahrttechnik

Studiengang:	Mathematical Engineering	Modultyp:	Wahlpflicht
Workload gesamt (h):	90 Stunden	ECTS-Punkte:	3
-> Präsenzzeit (h):	36 Stunden	TWS:	3 Stunden
-> Selbststudium (h):	54 Stunden		

Modulbestandteile	13531	Betriebsfestigkeit (Vorlesung (PF) - 2 TWS)
	13532	Betriebsfestigkeit (Übung (PF) - 1 TWS)

Modulverantwortlicher Prof. Dr.-Ing. habil. Hans-Joachim Gudladt

Inhalt

In diesem Modul erhalten die Studierenden eine Übersicht über experimentelle und rechnerische Methoden zur Bestimmung des Schädigungsverhaltens von Strukturwerkstoffen, die einer betriebsnahen Beanspruchung ausgesetzt waren.

Den Studenten wird eine Übersicht über das grundsätzliche Schädigungsverhalten von Strukturwerkstoffen der Luft- und Raumfahrt vermittelt. Dabei werden sogenannte Lastkollektive generiert, die eine betriebsnahe Beanspruchung simulieren, der das Bauteil ausgesetzt ist. Die Lastkollektive werden in Bezug auf ihren Schädigungsgrad quantifiziert. In vielen Fällen wird als Schädigungsgröße der Schwingungsriss im Material charakterisiert. Mit Hilfe geeigneter Detektionsverfahren werden diese Risse im Bauteil erkannt und ihre weitere Entwicklung beobachtet. Geeignete, z. T. lineare Schadensakkumulationsverfahren (Palmgren/Miner) ermöglichen es, das Schädigungsverhalten rechnerisch zu erfassen und entsprechende Restlebensdauer-Werte zu bestimmen. Mit Hilfe des „örtlichen Konzeptes“ und unter Verwendung des „Spannungsintegral-Konzeptes“ lassen sich letztendlich Lebensdauervorhersagen für beliebige Bauteilgeometrien durchführen. Die Bewertung beruht auf statistischen Grundlagen, die im Rahmen der Vorlesung unter dem Aspekt der Lebensdauervorhersage vermittelt werden.

Qualifikationsziele

- Die Studierenden sind nach erfolgreichem Bestehen des Moduls befähigt, einfache Bauteile in Bezug auf ihr Schädigungsverhalten zu beurteilen und in Kombination mit dem Modul „statische und dynamische Beanspruchung von Bauteilen“ für betriebsnah vorgeschädigte Proben durch entsprechende Berechnungsverfahren Restlebensdauerwerte zu bestimmen.
- Die Studenten werden damit in die Lage versetzt, Vorgaben für die Kontrolle und Einsatzbewertung hochbeanspruchter bauteilnaher Proben durchzuführen. Diese Fertigkeiten sind unabdingbar, um geeignete Sicherheitskonzepte in der Luft- und Raumfahrt und dem Fahrzeugbaus umzusetzen.

Voraussetzungen	Es wird das Bachelor-Studium von LRT sowie das Modul statische und dynamische Beanspruchung von Werkstoffen vorausgesetzt.
Verwendbarkeit	Das erworbene Wissen ist Voraussetzung für materialwissenschaftliche Untersuchungen und Entwicklung neuer Werkstoffe auf sämtlichen Gebieten der Luft- und Raumfahrttechnik. Das Modul findet Anwendung in weiteren Lehrveranstaltungen, wie z.B. im Bereich Leichtbau/Strukturen.
Leistungsnachweis	Schriftliche Prüfung 60 Minuten oder mündliche Prüfung 30 Minuten
Literatur	<ul style="list-style-type: none">• Haibach E.: Betriebsfestigkeit . Verfahren und Daten zur Bauteilbewertung. Düsseldorf: VDI-Verlag GmbH, 1989.• Buxbaum O.: Betriebsfestigkeit - Sichere und wirtschaftliche Bemessung schwingbruchgefährdeter Bauteile. Düsseldorf: Verlag Stahleisen mbH., 1988.• Schwalbe K-H.: Bruchmechanik metallischer Werkstoffe, München, Wien: Carl Hanser-Verlag, 1980.
Dauer und Häufigkeit	Das Modul dauert ein Trimester, es findet im Herbsttrimester des 1. Master-Studienjahres statt.

Modul 1335 Beurteilung/Ertüchtigung historischer Tragwerke

zugeordnet zu: Wahlpflichtmodule Vertiefungsrichtung: Physikalisch-Technische Modellierung in der Anwendung auf Luft- und Raumfahrttechnik

Studiengang:	Mathematical Engineering	Modultyp:	Wahlpflicht
Workload gesamt (h):	150 Stunden	ECTS-Punkte:	5
-> Präsenzzeit (h):	84 Stunden	TWS:	6 Stunden
-> Selbststudium (h):	66 Stunden		

Modulbestandteile	13351	Beurteilung und Ertüchtigung historischer Tragwerke (Vorlesung (PF) - 2 TWS)
	13352	Beurteilung und Ertüchtigung historischer Tragwerke (Übung (PF) - 2 TWS)
	13353	Beurteilung und Ertüchtigung historischer Tragwerke (Praktikum (PF) - 2 TWS)

Modulverantwortlicher Prof. Dr.-Ing. Stefan Holzer

Inhalt

Tragwerke, die mehr als ca. 60-80 Jahre alt sind, sind als historische Tragwerke anzusprechen. Ein großer Teil der Infrastruktur Europas besteht aus historischen Tragwerken. Für solche Tragwerke existieren meist keine zuverlässigen Planunterlagen, so dass die erste Aufgabe in der Dokumentation der Konstruktion und ihres Ist-Zustandes liegt. Zur Beurteilung historischer Tragwerke ist Hintergrundwissen über deren Konstruktion unabdingbar. Die Vorlesung behandelt die Konstruktionsarten historischer Holztragwerke (Systeme und deren Entwicklungsgeschichte, zimmermannsmäßige Anschlüsse, historische Verbindungsmittel), die Konstruktion gewölbter Strukturen (Gewölbe und Kuppeln im Hochbau: Naturstein-, Backstein- und Holzgewölbe; gewölbte Brücken) und die Konstruktion historischer Mauerwerkswände und Gründungen. Die Materialeigenschaften historischer Werkstoffe sind ebenfalls Gegenstand der Vorlesung.

Historische Tragwerke verdanken ihre Konstruktion nicht allein statischen Überlegungen, sondern sind stark durch die Randbedingungen des historischen Bauprozesses bedingt (keine Verfügbarkeit starker Hebezeuge, Notwendigkeit von Arbeitsplattformen, langsame Erhärtung historischer Mörtel, bauzeitliche Verformungen, leichtere Bearbeitbarkeit schlagfrischen Holzes, usw.). Daher handelt es sich oft um Tragwerke mit uneindeutiger Tragwirkung, so dass eine geeignete statische Modellbildung zur Schnittgrößenermittlung und Standsicherheitsbeurteilung schwieriger ist als bei modernen, ingenieurmäßig geplanten Tragwerken mit klaren Anschlüssen und statischen Systemen. In den Vorlesungen und in der Übung werden Techniken der statischen Modellbildung - mit Schwerpunkten bei zimmermannsmäßigen Holzkonstruktionen und bei gemauerten Bögen und Gewölben - vorgeführt und exemplarisch auf konkrete Beispiele angewendet.

Zur Standsicherheitsbeurteilung historischer Tragwerke gehört auch die Analyse der Schadens- und Reparaturgeschichte, um Schaden-

sursachen erkennen zu können und eine Aussage über die zeitliche Entwicklung der Standsicherheit treffen zu können. Speziell im denkmalgeschützten Kontext (historische Baudenkmäler) unterliegen Reparatur- und Ertüchtigungsmaßnahmen speziellen Randbedingungen, die in der Lehrveranstaltung anhand konkreter Objekte und aktueller Sanierungsmaßnahmen erläutert werden.

Grundprinzip der Lehrveranstaltung ist das Motto "Theoria cum praxi": Die Lehre findet nicht allein anhand von Fotos und Abbildungen im Hörsaal statt, sondern auch vor Ort am konkreten historischen Objekt, das im Rahmen der Lehrveranstaltung auch "in die Hand genommen" wird: Das Praktikum umfasst gegen Beginn des Trimesteres eine Exkursion zu beispielhaften historischen Tragwerken. Es folgt das Aufmaß eines Teiles eines historischen Tragwerks (2-3 halbe Tage, 35-km-Radius um die Universität). Im Nachgang dazu sind die entwicklungsgeschichtliche Einordnung, die Aufschlüsselung der Schadens- und Reparaturgeschichte, die zerstörungsfreie Materialprüfung und Zustandskartierung bis hin zur statischen Berechnung durchzuführen.

Als Resultat des Praktikums, welches in Kleingruppen (je 3-4 Studierende, je 2-3 Kleingruppen gleichzeitig je Objekt) durchgeführt und betreut wird, haben die Studierenden Pläne, eine kleine Baudokumentation (Text und Fotos) und Berechnungen als Gruppenleistung vorzulegen. Die Prüfung findet als mündliche Prüfung entweder in einem historischen Bauwerk oder an der Universität statt. Dabei haben die Studierenden zu dem realen Tragwerk oder zu konkreten Belegstücken aus solchen Konstruktionen Aussagen zu treffen. Alternativ kann eine schriftliche Prüfung von 90 min. Dauer angesetzt werden (Mitteilung über Art der Prüfung am Beginn des Trimesters).

Qualifikationsziele

Fähigkeit zur Beurteilung historischer Konstruktionen, besonders hinsichtlich Schäden, Tragverhalten und Standsicherheit. Kenntnis historischer Tragwerksformen. Methodenwissen: Aufmaß historischer Tragwerke, Zustandskartierung, zerstörungsfreie Prüfverfahren für historische Konstruktionen. Fähigkeit zur statischen Modellbildung und Analyse von historischen Holz- und Mauerwerkskonstruktionen (Statik zimmermannsmäßiger Holzkonstruktionen, Gewölbestatik). Kenntnis der Grundprinzipien der Ertüchtigung im Kontext des Denkmalschutzes. Fähigkeit zum Dialog mit Denkmalpflegern, Restauratoren und Nutzern historischer Bauwerke.

Voraussetzungen

Kenntnisse im Konstruktiven Ingenieurbau, in Baustatik und Baumechanik; grundlegende Fertigkeit im Zeichnen.

Leistungsnachweis

- Teilnahmeschein des Praktikums
- Schriftliche Prüfung 90 Minuten oder mündliche Prüfung 30 Minuten

Dauer und Häufigkeit

Das Modul dauert 1 Trimester.
Das Modul beginnt jedes Studienjahr jeweils im Frühjahrstrimester.

Modul 1846 Biomedizinische Informationstechnik 1

zugeordnet zu: Wahlpflichtmodule Vertiefungsrichtung: Physikalisch-Technische Modellierung in der Anwendung auf Luft- und Raumfahrttechnik

Studiengang:	Mathematical Engineering	Modultyp:	Wahlpflicht
Workload gesamt (h):	150 Stunden	ECTS-Punkte:	5
-> Präsenzzeit (h):	48 Stunden	TWS:	4 Stunden
-> Selbststudium (h):	102 Stunden		

Modulbestandteile	18461	Biosignal-Messtechnik (Praktikum (PF) - 2 TWS)
	18462	Biosignalverarbeitung (Vorlesung (WP) - 2 TWS)
	18463	Modellierung menschlichen Verhaltens in Informationssystemen (Vorlesung (WP) - 2 TWS)
	18464	Konzepte von Fahrerassistenzsystemen (Vorlesung (WP) - 2 TWS)

Modulverantwortlicher	Priv.-Doz. Dr.-Ing. Gerhard Staude
-----------------------	------------------------------------

Inhalt

Die Module Biomedizinische Informationstechnik 1 bis 3 erlauben einen Blick über den eigenen Gartenzaun hinaus und zeigen Möglichkeiten auf, das in den Grundlagenmodulen erworbene Ingenieurs-Know-How in den Bereichen Medizin, Life-Sciences und Mensch-Maschine-Interaktion einzusetzen. Das studentenzentrierte aktive Erleben der vermittelten Inhalte steht dabei im Mittelpunkt.

In den zugehörigen Lehrveranstaltungen werden wesentliche Problemfelder der Biomedizinischen Informationstechnik mit Fokus auf die zuverlässige Registrierung, Verarbeitung und Interpretation biomedizinischer Signale besprochen und anhand von Beispielen aus der Praxis illustriert. Zentrales Element ist die Lehrveranstaltung Biosignal-Messtechnik, die wahlweise durch eine (Biomedizinische Informationstechnik 1, 5 ECTS), zwei (Biomedizinische Informationstechnik 2, 8 ECTS) oder alle (Biomedizinische Informationstechnik 3, 11 ECTS) der drei zur Auswahl stehenden weiterführenden Lehrveranstaltungen

- Biosignalverarbeitung
- Modellierung menschlichen Verhaltens in Informationssystemen
- Konzepte von Fahrerassistenzsystemen

weiter vertieft wird. Das Modul Biomedizinische Informationstechnik 1 umfasst die Lehrveranstaltung Biosignal-Messtechnik sowie eine der drei weiterführenden Veranstaltungen.

Die Inhalte der Lehrveranstaltungen im Einzelnen:

a) Lehrveranstaltung Biosignal-Messtechnik (PD Dr. Staude)

In verschiedenen Lehreinheiten wird die Erfassung und Verarbeitung biologischer Signale unter Verwendung des Biopac-Student-Lab (www.biopac.com), der PhysioNet-Datenbank und MATLAB demonstriert. Teams von jeweils drei Studenten führen Messungen sowie

Auswertungen selbständig durch und erarbeiten so die einzelnen Lektionen in weitgehend freier Zeiteinteilung. In gemeinsamen Seminarveranstaltungen werden charakteristische Eigenschaften biologischer Signale erörtert und Techniken zur zuverlässigen Signalregistrierung erarbeitet. Schwerpunkte der Lehrveranstaltung sind:

- Überblick und Definition biomedizinischer Signale
- Anwendungsbeispiele aus Medizin, Biowissenschaften und Ambient-Assisted Living
- Physiologische Grundlagen biologischer Signalquellen
- Sensortechnik und Signalregistrierung
- Sicherheitstechnische Aspekte

b) Lehrveranstaltung Biosignalverarbeitung (PD Dr. Staude)

In der Lehrveranstaltung werden Aspekte der optimalen Signalaufbereitung und Digitalisierung erörtert und ausgewählte Methoden der Biosignalverarbeitung vorgestellt, die die Studierenden dann in einer MATLAB-Umgebung implementieren und auf ihre gemessenen Signale anwenden. Schwerpunkte der Lehrveranstaltung sind:

- Grundlagen der digitalen Signaldarstellung im Zeit- und Spektralbereich
- Signalaufbereitung und -vorverarbeitung
- Lineare und Nichtlineare Methoden zur Signalanalyse und Merkmalsextraktion
- Überwachungs- und Algorithmen
- Mustererkennung und Diagnoseunterstützung
- Kontextadaptive Strategien
- Expertensysteme und Künstliche Intelligenz

c) Lehrveranstaltung Modellierung menschlichen Verhaltens in Informationssystemen (Dr.-Ing. Michael Dambier)

Die Lehrveranstaltung befasst sich mit Konzepten der menschlichen Informationsverarbeitung und der menschlichen Physiologie und deren Abbildung in Informationssystemen. Ausgehend von Beispielen der Fahrermodellierung und der Modellierung menschlichen Verhaltens in Sicherheitssystemen werden grundlegende Modellierungsprinzipien und -vorgehensweisen erläutert. Die informationstechnischen Verfahren werden in den Beispieldomänen um menschliche Verhaltensaspekte erweitert. Schwerpunkte der Vorlesung sind:

- Grundlagen der Modellierung
- „Funktionsweise“ des Menschen
- Sensortechnologie
- Modellierung des Menschen als Regelement
- Modellierung von menschlichem Verhalten in Sicherheitssystemen

d) Lehrveranstaltung Konzepte von Fahrerassistenzsystemen (Dr. rer. nat. Dietrich Manstetten)

Die Lehrveranstaltung konzentriert sich auf den Kontext der Rolle des Menschen in der Fahrzeugführung und die zur Unterstützung dieser Aufgabe entwickelten technischen Systeme. Aktuelle Fahrerassistenzsysteme (Elektronisches Stabilitäts Programm ESP, Adaptive Cruise Control ACC, Notbremsysteme, Spurhalteunterstützung, Nacht-

sichtsysteme) werden aus Unfallforschung und Verkehrstheorie motiviert und im Detail erläutert. Die Implikationen für die sich ändernde Rolle des Fahrers werden dargestellt und anhand von informationstechnischen Technologien der Mensch-Maschine-Schnittstelle bzw. der Fahrerzustandserkennung konkretisiert. Schwerpunktthemen der Vorlesung sind:

- Aufgaben der Fahrzeugführung
- Beispiele für Fahrerassistenzsysteme
- Unfallforschung und Verkehrstheorie
- Umfelderkennung und Sensortechnologie
- Gestaltung der Mensch-Maschine Schnittstelle
- Ermittlung des Fahrerzustandes
- Modellierung des Fahrerverhaltens
- Systemtest mit Fahrsimulatoren und auf Teststrecken
- Der Weg zum Autonomen Fahren

Qualifikationsziele

Die Studierenden sollen im Rahmen des Moduls Biomedizinische Informationstechnik 1 folgende Kernkompetenzen erwerben:

- Grundlegendes methodisches Wissen zur zuverlässigen Registrierung und sicheren Verarbeitung biologischer Signale
- Kenntnis wesentlicher Eigenschaften, Besonderheiten und Anwendungsaspekte ausgewählter Biosignale wie EKG, EEG, EMG
- Fähigkeit zur interdisziplinären Umsetzung von Ingenieurwissen in den Bereichen Medizin, Biowissenschaften und Mensch-Maschine-Interaktion
- Sicherheit im selbständigen Erarbeiten von Problemlösungen im Team

Voraussetzungen

- Bereitschaft zur eigenmotivierten aktiven Mitarbeit in kleinen Teams
- Wegen der studentenzentrierten Ausrichtung muss die Teilnehmerzahl für diese Veranstaltung auf 21 beschränkt werden

Verwendbarkeit

- Wahlpflichtmodul für alle Vertiefungsrichtungen der Studiengänge Elektrotechnik und Informationstechnik (M. Sc.) und Mathematical Engineering (M. Sc.) sowie Informatik (M. Sc.) mit Anwendungsfach Elektrotechnik
- Vorbereitung von Masterarbeiten auf dem Gebiet der Biomedizinischen Informationstechnik

Hinweis: Das Modul ist nur dann verwendbar, wenn keine der zugehörigen Lehrveranstaltungen im Rahmen eines anderen Moduls eingebracht wird!

Leistungsnachweis

- Jährlich werden zwei Termine angeboten, an denen alle Teilveranstaltungen des Moduls gemeinsam geprüft werden. Voraussetzung

für die Zulassung zur Prüfung ist die regelmäßige Bearbeitung der Biosignal-Messtechnik Lehreinheiten im Labor mit Abgabe der Messprotokolle sowie, bei Belegung der Lehrveranstaltung Modellierung menschlichen Verhaltens in Informationssystemen, die Bearbeitung einer Hausaufgabe mit abschließender Ergebnispräsentation.

- Für das Modul Biomedizinische Informationstechnik 1 ist eine schriftliche Prüfung von 40 Minuten Dauer (sP-40) vorgesehen. Die Prüfungsergebnisse zur Lehrveranstaltung Biosignal-Messtechnik und der gewählten weiterführenden Lehrveranstaltung gehen zu gleichen Teilen in die Modulnote ein. Die Modulprüfung ist bestanden, wenn jeder der in die Modulnote eingehenden Lehrveranstaltungen mindestens mit „ausreichend“ (4.0) bewertet wurde.

Sonstige Bemerkungen

- Die Lehreinheiten des Praktikums Biosignal-Messtechnik werden von den Studierenden in weitgehend freier Zeiteinteilung aktiv im Versuchslabor erarbeitet.
- Die Lehrveranstaltungen Modellierung menschlichen Verhaltens in Informationssystemen und Konzepte von Fahrerassistenzsystemen werden in Absprache jeweils zu Blöcken zusammengefasst

Literatur

Biosignalverarbeitung:

Rangaraj M. Rangayyan: Biomedical Signal Analysis: A Case-Study Approach, Wiley-IEEE Press, 2002

Moody GB, Mark RG, Goldberger AL: PhysioNet: A Web-Based Resource for the Study of Physiologic Signals, Engineering in Medicine and Biology Magazine, Vol 20/3, pp. 70-75, 2001

Wolfgang Schweizer: MATLAB kompakt. 3. Auflage. München, Oldenbourg Verlag, 2008

Modellierung menschlichen Verhaltens in Informationssystemen:

H. J. Bungartz, S. Zimmer, M. Buchholz, D. Pflüger, „Modellbildung und Simulation - Eine anwendungsorientierte Einführung“. Verlag Springer, 2009.

B. Schneider, „Die Simulation menschlichen Panikverhaltens - Ein Agenten-basierter Ansatz“. Verlag Vieweg&Teubner, Wiesbaden, 2011.

Konzepte von Fahrerassistenzsystemen:

H. Winner, S. Hakuli, G. Wolf, „Handbuch Fahrerassistenzsysteme: Grundlagen, Komponenten und Systeme für aktive Sicherheit und Komfort“. Verlag Vieweg&Teubner, 2009

Dauer und Häufigkeit

- Das Modul dauert 2 Trimester.
- Das Modul beginnt jedes Studienjahr jeweils im Wintertrimester.

Modul 1847 Biomedizinische Informationstechnik 2

zugeordnet zu: Wahlpflichtmodule Vertiefungsrichtung: Physikalisch-Technische Modellierung in der Anwendung auf Luft- und Raumfahrttechnik

Studiengang:	Mathematical Engineering	Modultyp:	Wahlpflicht
Workload gesamt (h):	240 Stunden	ECTS-Punkte:	8
-> Präsenzzeit (h):	72 Stunden	TWS:	6 Stunden
-> Selbststudium (h):	168 Stunden		

Modulbestandteile	18461	Biosignal-Messtechnik (Praktikum (PF) - 2 TWS)
	18462	Biosignalverarbeitung (Vorlesung (WP) - 2 TWS)
	18463	Modellierung menschlichen Verhaltens in Informationssystemen (Vorlesung (WP) - 2 TWS)
	18464	Konzepte von Fahrerassistenzsystemen (Vorlesung (WP) - 2 TWS)

Modulverantwortlicher	Priv.-Doz. Dr.-Ing. Gerhard Staude
-----------------------	------------------------------------

Inhalt

Die Module Biomedizinische Informationstechnik 1 bis 3 erlauben einen Blick über den eigenen Gartenzaun hinaus und zeigen Möglichkeiten auf, das in den Grundlagenmodulen erworbene Ingenieurs-Know-How in den Bereichen Medizin, Life-Sciences und Mensch-Maschine-Interaktion einzusetzen. Das studentenzentrierte aktive Erleben der vermittelten Inhalte steht dabei im Mittelpunkt.

In den zugehörigen Lehrveranstaltungen werden wesentliche Problemfelder der Biomedizinischen Informationstechnik mit Fokus auf die zuverlässige Registrierung, Verarbeitung und Interpretation biomedizinischer Signale besprochen und anhand von Beispielen aus der Praxis illustriert. Zentrales Element ist die Lehrveranstaltung Biosignal-Messtechnik, die wahlweise durch eine (Biomedizinische Informationstechnik 1, 5 ECTS), zwei (Biomedizinische Informationstechnik 2, 8 ECTS) oder alle (Biomedizinische Informationstechnik 3, 11 ECTS) der drei zur Auswahl stehenden weiterführenden Lehrveranstaltungen

- Biosignalverarbeitung
- Modellierung menschlichen Verhaltens in Informationssystemen
- Konzepte von Fahrerassistenzsystemen

weiter vertieft wird. Das Modul Biomedizinische Informationstechnik 2 umfasst die Lehrveranstaltung Biosignal-Messtechnik sowie zwei der drei weiterführenden Veranstaltungen.

Die Inhalte der Lehrveranstaltungen im Einzelnen:

a) Lehrveranstaltung Biosignal-Messtechnik (PD Dr. Staude)

In verschiedenen Lehreinheiten wird die Erfassung und Verarbeitung biologischer Signale unter Verwendung des Biopac-Student-Lab (www.biopac.com), der PhysioNet-Datenbank und MATLAB demonstriert. Teams von jeweils drei Studenten führen Messungen sowie

Auswertungen selbständig durch und erarbeiten so die einzelnen Lektionen in weitgehend freier Zeiteinteilung. In gemeinsamen Seminarveranstaltungen werden charakteristische Eigenschaften biologischer Signale erörtert und Techniken zur zuverlässigen Signalregistrierung erarbeitet. Schwerpunkte der Lehrveranstaltung sind:

- Überblick und Definition biomedizinischer Signale
- Anwendungsbeispiele aus Medizin, Biowissenschaften und Ambient-Assisted Living
- Physiologische Grundlagen biologischer Signalquellen
- Sensortechnik und Signalregistrierung
- Sicherheitstechnische Aspekte

b) Lehrveranstaltung Biosignalverarbeitung (PD Dr. Staude)

In der Lehrveranstaltung werden Aspekte der optimalen Signalaufbereitung und Digitalisierung erörtert und ausgewählte Methoden der Biosignalverarbeitung vorgestellt, die die Studierenden dann in einer MATLAB-Umgebung implementieren und auf ihre gemessenen Signale anwenden. Schwerpunkte der Lehrveranstaltung sind:

- Grundlagen der digitalen Signaldarstellung im Zeit- und Spektralbereich
- Signalaufbereitung und -vorverarbeitung
- Lineare und Nichtlineare Methoden zur Signalanalyse und Merkmalsextraktion
- Überwachungs- und Algorithmen
- Mustererkennung und Diagnoseunterstützung
- Kontextadaptive Strategien
- Expertensysteme und Künstliche Intelligenz

c) Lehrveranstaltung Modellierung menschlichen Verhaltens in Informationssystemen (Dr.-Ing. Michael Dambier)

Die Lehrveranstaltung befasst sich mit Konzepten der menschlichen Informationsverarbeitung und der menschlichen Physiologie und deren Abbildung in Informationssystemen. Ausgehend von Beispielen der Fahrermodellierung und der Modellierung menschlichen Verhaltens in Sicherheitssystemen werden grundlegende Modellierungsprinzipien und -vorgehensweisen erläutert. Die informationstechnischen Verfahren werden in den Beispieldomänen um menschliche Verhaltensaspekte erweitert. Schwerpunkte der Vorlesung sind:

- Grundlagen der Modellierung
- „Funktionsweise“ des Menschen
- Sensortechnologie
- Modellierung des Menschen als Regelement
- Modellierung von menschlichem Verhalten in Sicherheitssystemen

d) Lehrveranstaltung Konzepte von Fahrerassistenzsystemen (Dr. rer. nat. Dietrich Manstetten)

Die Lehrveranstaltung konzentriert sich auf den Kontext der Rolle des Menschen in der Fahrzeugführung und die zur Unterstützung dieser Aufgabe entwickelten technischen Systeme. Aktuelle Fahrerassistenzsysteme (Elektronisches Stabilitäts Programm ESP, Adaptive Cruise Control ACC, Notbremsysteme, Spurhalteunterstützung, Nacht-

sichtsysteme) werden aus Unfallforschung und Verkehrstheorie motiviert und im Detail erläutert. Die Implikationen für die sich ändernde Rolle des Fahrers werden dargestellt und anhand von informationstechnischen Technologien der Mensch-Maschine-Schnittstelle bzw. der Fahrerzustandserkennung konkretisiert. Schwerpunkthemen der Vorlesung sind:

- Aufgaben der Fahrzeugführung
- Beispiele für Fahrerassistenzsysteme
- Unfallforschung und Verkehrstheorie
- Umfelderkennung und Sensortechnologie
- Gestaltung der Mensch-Maschine Schnittstelle
- Ermittlung des Fahrerzustandes
- Modellierung des Fahrerverhaltens
- Systemtest mit Fahrsimulatoren und auf Teststrecken
- Der Weg zum Autonomen Fahren

Qualifikationsziele

Die Studierenden sollen im Rahmen des Moduls Biomedizinische Informationstechnik 2 folgende Kernkompetenzen erwerben:

- Grundlegendes methodisches Wissen zur zuverlässigen Registrierung und sicheren Verarbeitung biologischer Signale
- Kenntnis wesentlicher Eigenschaften, Besonderheiten und Anwendungsaspekte ausgewählter Biosignale wie EKG, EEG, EMG
- Fähigkeit zur interdisziplinären Umsetzung von Ingenieurwissen in den Bereichen Medizin, Biowissenschaften und Mensch-Maschine-Interaktion
- Sicherheit im selbständigen Erarbeiten von Problemlösungen im Team

Voraussetzungen

- Bereitschaft zur eigenmotivierten aktiven Mitarbeit in kleinen Teams
- Wegen der studentenzentrierten Ausrichtung muss die Teilnehmerzahl für diese Veranstaltung auf 21 beschränkt werden.

Verwendbarkeit

- Wahlpflichtmodul für alle Vertiefungsrichtungen der Studiengänge Elektrotechnik und Informationstechnik (M. Sc.) und Mathematical Engineering (M. Sc.) sowie Informatik (M. Sc.) mit Anwendungsfach Elektrotechnik
- Vorbereitung von Masterarbeiten auf dem Gebiet der Biomedizinischen Informationstechnik

Hinweis: Das Modul ist nur dann verwendbar, wenn keine der zugehörigen Lehrveranstaltungen im Rahmen eines anderen Moduls eingebracht wird!

Leistungsnachweis

- Jährlich werden zwei Termine angeboten, an denen alle Teilveranstaltungen des Moduls gemeinsam geprüft werden. Voraussetzung für die Zulassung zur Prüfung ist die regelmäßige Bearbeitung der Biosignal-Messtechnik Lehreinheiten im Labor mit Abgabe der Messprotokolle sowie, bei Belegung der Lehrveranstaltung Modellierung menschlichen Verhaltens in Informationssystemen, die Bearbeitung einer Hausaufgabe mit abschließender Ergebnispräsentation.
- Für das Modul Biomedizinische Informationstechnik 2 ist eine schriftliche Prüfung von 60 Minuten Dauer (sP-60) vorgesehen. Die Prüfungsergebnisse zur Lehrveranstaltung Biosignal-Messtechnik und der gewählten beiden weiterführenden Lehrveranstaltungen gehen zu gleichen Teilen in die Modulnote ein. Die Modulprüfung ist bestanden, wenn jede der in die Modulnote eingehenden Lehrveranstaltungen mindestens mit „ausreichend“ (4.0) bewertet wurde.

Sonstige Bemerkungen

- Die Lehreinheiten des Praktikums Biosignal-Messtechnik werden von den Studierenden in weitgehend freier Zeiteinteilung aktiv im Versuchslabor erarbeitet.
- Die Lehrveranstaltungen Modellierung menschlichen Verhaltens in Informationssystemen und Konzepte von Fahrerassistenzsystemen werden in Absprache jeweils zu Blöcken zusammengefasst.

Literatur

Biosignalverarbeitung:

Rangaraj M. Rangayyan: Biomedical Signal Analysis: A Case-Study Approach, Wiley-IEEE Press, 2002

Moody GB, Mark RG, Goldberger AL: PhysioNet: A Web-Based Resource for the Study of Physiologic Signals, Engineering in Medicine and Biology Magazine, Vol 20/3, pp. 70-75, 2001

Wolfgang Schweizer: MATLAB kompakt. 3. Auflage. München, Oldenbourg Verlag, 2008

Modellierung menschlichen Verhaltens in Informationssystemen:

H. J. Bungartz, S. Zimmer, M. Buchholz, D. Pflüger, „Modellbildung und Simulation - Eine anwendungsorientierte Einführung“. Verlag Springer, 2009.

B. Schneider, „Die Simulation menschlichen Panikverhaltens - Ein Agenten-basierter Ansatz“. Verlag Vieweg&Teubner, Wiesbaden, 2011.

Konzepte von Fahrerassistenzsystemen:

H. Winner, S. Hakuli, G. Wolf, „Handbuch Fahrerassistenzsysteme: Grundlagen, Komponenten und Systeme für aktive Sicherheit und Komfort“. Verlag Vieweg&Teubner, 2009

Dauer und Häufigkeit

- Das Modul dauert 2 Trimester.
- Das Modul beginnt jedes Studienjahr jeweils im Wintertrimester

Modul 1848 Biomedizinische Informationstechnik 3

zugeordnet zu: Wahlpflichtmodule Vertiefungsrichtung: Physikalisch-Technische Modellierung in der Anwendung auf Luft- und Raumfahrttechnik

Studiengang:	Mathematical Engineering	Modultyp:	Wahlpflicht
Workload gesamt (h):	330 Stunden	ECTS-Punkte:	11
-> Präsenzzeit (h):	96 Stunden	TWS:	8 Stunden
-> Selbststudium (h):	234 Stunden		

Modulbestandteile	18461	Biosignal-Messtechnik (Praktikum (PF) - 2 TWS)
	18462	Biosignalverarbeitung (Vorlesung (WP) - 2 TWS)
	18463	Modellierung menschlichen Verhaltens in Informationssystemen (Vorlesung (WP) - 2 TWS)
	18464	Konzepte von Fahrerassistenzsystemen (Vorlesung (WP) - 2 TWS)

Modulverantwortlicher	Priv.-Doz. Dr.-Ing. Gerhard Staude
-----------------------	------------------------------------

Inhalt

Die Module Biomedizinische Informationstechnik 1 bis 3 erlauben einen Blick über den eigenen Gartenzaun hinaus und zeigen Möglichkeiten auf, das in den Grundlagenmodulen erworbene Ingenieurs-Know-How in den Bereichen Medizin, Life-Sciences und Mensch-Maschine-Interaktion einzusetzen. Das studentenzentrierte aktive Erleben der vermittelten Inhalte steht dabei im Mittelpunkt.

In den zugehörigen Lehrveranstaltungen werden wesentliche Problemfelder der Biomedizinischen Informationstechnik mit Fokus auf die zuverlässige Registrierung, Verarbeitung und Interpretation biomedizinischer Signale besprochen und anhand von Beispielen aus der Praxis illustriert. Zentrales Element ist die Lehrveranstaltung Biosignal-Messtechnik, die wahlweise durch eine (Biomedizinische Informationstechnik 1, 5 ECTS), zwei (Biomedizinische Informationstechnik 2, 8 ECTS) oder alle (Biomedizinische Informationstechnik 3, 11 ECTS) der drei zur Auswahl stehenden weiterführenden Lehrveranstaltungen

- Biosignalverarbeitung
- Modellierung menschlichen Verhaltens in Informationssystemen
- Konzepte von Fahrerassistenzsystemen

weiter vertieft wird. Das Modul Biomedizinische Informationstechnik 3 umfasst die Lehrveranstaltung Biosignal-Messtechnik sowie alle drei weiterführenden Veranstaltungen.

Die Inhalte der Lehrveranstaltungen im Einzelnen:

a) Lehrveranstaltung Biosignal-Messtechnik (PD Dr. Staude)

In verschiedenen Lehreinheiten wird die Erfassung und Verarbeitung biologischer Signale unter Verwendung des Biopac-Student-Lab (www.biopac.com), der PhysioNet-Datenbank und MATLAB demonstriert. Teams von jeweils drei Studenten führen Messungen sowie

Auswertungen selbständig durch und erarbeiten so die einzelnen Lektionen in weitgehend freier Zeiteinteilung. In gemeinsamen Seminarveranstaltungen werden charakteristische Eigenschaften biologischer Signale erörtert und Techniken zur zuverlässigen Signalregistrierung erarbeitet. Schwerpunkte der Lehrveranstaltung sind:

- Überblick und Definition biomedizinischer Signale
- Anwendungsbeispiele aus Medizin, Biowissenschaften und Ambient-Assisted Living
- Physiologische Grundlagen biologischer Signalquellen
- Sensortechnik und Signalregistrierung
- Sicherheitstechnische Aspekte

b) Lehrveranstaltung Biosignalverarbeitung (PD Dr. Staude)

In der Lehrveranstaltung werden Aspekte der optimalen Signalaufbereitung und Digitalisierung erörtert und ausgewählte Methoden der Biosignalverarbeitung vorgestellt, die die Studierenden dann in einer MATLAB-Umgebung implementieren und auf ihre gemessenen Signale anwenden. Schwerpunkte der Lehrveranstaltung sind:

- Grundlagen der digitalen Signaldarstellung im Zeit- und Spektralbereich
- Signalaufbereitung und -vorverarbeitung
- Lineare und Nichtlineare Methoden zur Signalanalyse und Merkmalsextraktion
- Überwachungs- und Algorithmen
- Mustererkennung und Diagnoseunterstützung
- Kontextadaptive Strategien
- Expertensysteme und Künstliche Intelligenz

c) Lehrveranstaltung Modellierung menschlichen Verhaltens in Informationssystemen (Dr.-Ing. Michael Dambier)

Die Lehrveranstaltung befasst sich mit Konzepten der menschlichen Informationsverarbeitung und der menschlichen Physiologie und deren Abbildung in Informationssystemen. Ausgehend von Beispielen der Fahrermodellierung und der Modellierung menschlichen Verhaltens in Sicherheitssystemen werden grundlegende Modellierungsprinzipien und -vorgehensweisen erläutert. Die informationstechnischen Verfahren werden in den Beispieldomänen um menschliche Verhaltensaspekte erweitert. Schwerpunkte der Vorlesung sind:

- Grundlagen der Modellierung
- „Funktionsweise“ des Menschen
- Sensortechnologie
- Modellierung des Menschen als Regelement
- Modellierung von menschlichem Verhalten in Sicherheitssystemen

d) Lehrveranstaltung Konzepte von Fahrerassistenzsystemen (Dr. rer. nat. Dietrich Manstetten)

Die Lehrveranstaltung konzentriert sich auf den Kontext der Rolle des Menschen in der Fahrzeugführung und die zur Unterstützung dieser Aufgabe entwickelten technischen Systeme. Aktuelle Fahrerassistenzsysteme (Elektronisches Stabilitäts Programm ESP, Adaptive Cruise Control ACC, Notbremsysteme, Spurhalteunterstützung, Nacht-

sichtsysteme) werden aus Unfallforschung und Verkehrstheorie motiviert und im Detail erläutert. Die Implikationen für die sich ändernde Rolle des Fahrers werden dargestellt und anhand von informationstechnischen Technologien der Mensch-Maschine-Schnittstelle bzw. der Fahrerzustandserkennung konkretisiert. Schwerpunktthemen der Vorlesung sind:

- Aufgaben der Fahrzeugführung
- Beispiele für Fahrerassistenzsysteme
- Unfallforschung und Verkehrstheorie
- Umfelderkennung und Sensortechnologie
- Gestaltung der Mensch-Maschine Schnittstelle
- Ermittlung des Fahrerzustandes
- Modellierung des Fahrerverhaltens
- Systemtest mit Fahrsimulatoren und auf Teststrecken
- Der Weg zum Autonomen Fahren

Qualifikationsziele

Die Studierenden sollen im Rahmen des Moduls Biomedizinische Informationstechnik 3 folgende Kernkompetenzen erwerben:

- Grundlegendes methodisches Wissen zur zuverlässigen Registrierung und sicheren Verarbeitung biologischer Signale
- Kenntnis wesentlicher Eigenschaften, Besonderheiten und Anwendungsaspekte ausgewählter Biosignale wie EKG, EEG, EMG
- Fähigkeit zur interdisziplinären Umsetzung von Ingenieurwissen in den Bereichen Medizin, Biowissenschaften und Mensch-Maschine-Interaktion
- Sicherheit im selbständigen Erarbeiten von Problemlösungen im Team

Voraussetzungen

- Bereitschaft zur eigenmotivierten aktiven Mitarbeit in kleinen Teams
- Wegen der studentenzentrierten Ausrichtung muss die Teilnehmerzahl für diese Veranstaltung auf 21 beschränkt werden.

Verwendbarkeit

- Wahlpflichtmodul für alle Vertiefungsrichtungen der Studiengänge Elektrotechnik und Informationstechnik (M. Sc.) und Mathematical Engineering (M. Sc.) sowie Informatik (M. Sc.) mit Anwendungsfach Elektrotechnik
- Vorbereitung von Masterarbeiten auf dem Gebiet der Biomedizinischen Informationstechnik

Hinweis: Das Modul ist nur dann verwendbar, wenn keine der zugehörigen Lehrveranstaltungen im Rahmen eines anderen Moduls eingebracht wird!

Leistungsnachweis

- Jährlich werden zwei Termine angeboten, an denen alle Teilveranstaltungen des Moduls gemeinsam geprüft werden. Voraussetzung

für die Zulassung zur Prüfung ist die regelmäßige Bearbeitung der Biosignal-Messtechnik Lehreinheiten im Labor mit Abgabe der Messprotokolle sowie, bei Belegung der Lehrveranstaltung Modellierung menschlichen Verhaltens in Informationssystemen, die Bearbeitung einer Hausaufgabe mit abschließender Ergebnispräsentation.

- Für das Modul Biomedizinische Informationstechnik 3 ist eine schriftliche Prüfung von 80 Minuten Dauer (sP-80) vorgesehen. Die Prüfungsergebnisse aller vier Lehrveranstaltungen gehen zu gleichen Teilen in die Modulnote ein. Die Modulprüfung ist bestanden, wenn jeder der in die Modulnote eingehenden Lehrveranstaltungen mindestens mit „ausreichend“ (4.0) bewertet wurde.

Sonstige Bemerkungen

- Die Lehreinheiten des Praktikums Biosignal-Messtechnik werden von den Studierenden in weitgehend freier Zeiteinteilung aktiv im Versuchslabor erarbeitet.
- Die Lehrveranstaltungen Modellierung menschlichen Verhaltens in Informationssystemen und Konzepte von Fahrerassistenzsystemen werden in Absprache jeweils zu Blöcken zusammengefasst.

Literatur

Biosignalverarbeitung:

Rangaraj M. Rangayyan: Biomedical Signal Analysis: A Case-Study Approach, Wiley-IEEE Press, 2002

Moody GB, Mark RG, Goldberger AL: PhysioNet: A Web-Based Resource for the Study of Physiologic Signals, Engineering in Medicine and Biology Magazine, Vol 20/3, pp. 70-75, 2001

Wolfgang Schweizer: MATLAB kompakt. 3. Auflage. München, Oldenburg Verlag, 2008

Modellierung menschlichen Verhaltens in Informationssystemen:

H. J. Bungartz, S. Zimmer, M. Buchholz, D. Pflüger, „Modellbildung und Simulation - Eine anwendungsorientierte Einführung“. Verlag Springer, 2009.

B. Schneider, „Die Simulation menschlichen Panikverhaltens - Ein Agenten-basierter Ansatz“. Verlag Vieweg&Teubner, Wiesbaden, 2011.

Konzepte von Fahrerassistenzsystemen:

H. Winner, S. Hakuli, G. Wolf, „Handbuch Fahrerassistenzsysteme: Grundlagen, Komponenten und Systeme für aktive Sicherheit und Komfort“. Verlag Vieweg&Teubner, 2009

Dauer und Häufigkeit

- Das Modul dauert 2 Trimester.
- Das Modul beginnt jedes Studienjahr jeweils im Wintertrimester.

Modul 1310 Brücken- und Ingenieurbau

zugeordnet zu: Wahlpflichtmodule Vertiefungsrichtung: Physikalisch-Technische Modellierung in der Anwendung auf Luft- und Raumfahrttechnik

Studiengang:	Mathematical Engineering	Modultyp:	Pflicht
Workload gesamt (h):	150 Stunden	ECTS-Punkte:	5
-> Präsenzzeit (h):	72 Stunden	TWS:	5 Stunden
-> Selbststudium (h):	78 Stunden		

Modulbestandteile	13101	Betonbrücken (Vorlesung (PF) - 1 TWS)
	13102	Betonbrücken (Übung (PF) - 1 TWS)
	13103	Grundlagen des Brückenbaus (Vorlesung (PF) - 1 TWS)
	13104	Stahl- und Verbundbrücken (Vorlesung (PF) - 1 TWS)
	13105	Stahl- und Verbundbrücken (Übung (PF) - 1 TWS)

Modulverantwortlicher Prof. Dr.-Ing. Manfred Keuser

Inhalt

Im Modul Brücken- und Ingenieurbau werden zunächst in der Vorlesung Grundlagen des Brückenbaus (Prof. Mangerig/Prof. Keuser) die unabhängig vom Werkstoff geltenden Grundlagen für die Planung und die Berechnung von Brücken gelegt. Themenschwerpunkte bilden dabei die Einwirkungen aus Straßen-, Eisenbahn- und Fußgängerverkehr, aus Zwang (Temperatur, Setzungen etc.) und die außergewöhnlichen Einwirkungen (Anprall, Erdbeben), der Entwurf und die Berechnung von Brücken, die Brückenausrüstung (Lager, Fahrbahnübergänge) und die Gestaltung von Brücken.

In weiterführenden Lehrveranstaltungen werden dann die besonderen Gegebenheiten bei Stahl- und Stahlverbundbrücken (Prof. Mangerig) sowie Betonbrücken (Prof. Keuser) vorgestellt und in Übungen vertieft. Dies betrifft sowohl die Berechnung der Brückentragwerke als auch die aus unterschiedlichen Bauverfahren (Taktschieben, Freivorbau, Lehrgerüst, Montage mit Kran und/oder mit Hilfsstützen) resultierenden statisch-konstruktiven Aspekte.

Qualifikationsziele

Im Modul Brücken- und Ingenieurbau erwerben die Studierenden die Grundkenntnisse in der Objekt- und Tragwerksplanung von Straßen-, Eisenbahn- und Radwegbrücken. So sind sie in der Lage, aufbauend auf ihrem Grundlagenwissen einfache Brücken in Stahl-, Stahlverbund-, Stahlbeton- und Stahlbauweise planerisch und statisch-konstruktiv zu bearbeiten.

Voraussetzungen

Fundierte Grundkenntnisse in den Bereichen Statik, Werkstoffe und Bauchemie und konstruktiver Ingenieurbau (Stahlbau/Massivbau) sind Voraussetzung für eine erfolgreiche Teilnahme.

Verwendbarkeit

Das Modul ist Voraussetzung für das Modul Projekt Konstruktiver Ingenieurbau. Es bildet die Grundlage für eine Masterarbeit im Konstruktiven Ingenieurbau.

Leistungsnachweis

Schriftliche Prüfung 120 Minuten oder mündliche Prüfung 30 Minuten.

Dauer und Häufigkeit

Das Modul dauert 1 Trimester.
Das Modul beginnt jedes Studienjahr jeweils im Frühjahrstrimester.

Modul 1052 Chemische Thermodynamik

zugeordnet zu: Wahlpflichtmodule Vertiefungsrichtung: Physikalisch-Technische Modellierung in der Anwendung auf Luft- und Raumfahrttechnik

Studiengang:	Mathematical Engineering	Modultyp:	Pflicht
Workload gesamt (h):	150 Stunden	ECTS-Punkte:	5
-> Präsenzzeit (h):	48 Stunden	TWS:	4 Stunden
-> Selbststudium (h):	102 Stunden		

Modulbestandteile	10521	Chemische Thermodynamik (Vorlesung, Übung (PF) - 4 TWS)
-------------------	-------	--

Modulverantwortlicher	Prof. Dr.-Ing. Christian Mundt
-----------------------	--------------------------------

Inhalt	<p>Die Studierenden erwerben im Modul Chemische Thermodynamik das Wissen zur Thermodynamik chemischer Reaktionen in unterschiedlicher Zusammensetzung im Wesentlichen bezogen auf Gleichgewichtszustände.</p> <p>1. Die Studierenden erwerben Wissen über die Behandlung chemischer Umsetzungen sowohl in der Gasphase (homogen) als auch in mehrphasigen Gemischen (heterogen).</p> <p>2. Ausgehend von einigen Grundlagenbetrachtungen (-> B.Sc. Vorlesung) werden beispielsweise folgende Gebiete behandelt:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Affinität, • Unterscheidung realer und idealer Systeme, • Exergie und • Mehrphasengleichgewichte. <p>3. Das erworbene Wissen wird durch die Anwendungen wie Verbrennungsvorgänge vertieft und durch kurze Betrachtungen zur Kinetik erweitert.</p>
--------	--

Qualifikationsziele	<p>1)Die Studierenden können die Bedeutung der Chemischen Thermodynamik bei technischen Prozessen mit chemischen Umsetzungen hinsichtlich Machbarkeit, effizienter Prozessführung und Ökologie/Ökonomie erkennen.</p> <p>2)Die Studierenden können für einfache Fälle quantitative Aussagen machen und komplexere abschätzen.</p> <p>3)Die Studierenden erkennen die Bedeutung realer und idealer Betrachtungsweisen.</p>
---------------------	---

Voraussetzungen	Der Besuch der Vorlesung „Grundlagen der chem. Thermodynamik“ (B.Sc.) wird empfohlen.
-----------------	---

Verwendbarkeit Voraussetzung für wissenschaftliche Grundlagenuntersuchungen und angewandte Forschung und Entwicklung auf dem Gebiet.

Leistungsnachweis Schriftliche Prüfung 75 Minuten oder Mündliche Prüfung 30 Minuten

Sonstige Bemerkungen Dieses Modul kann auch als Munich-Aerospace-Partnermodul belegt werden.

Zuordnung zu den Studienschwerpunkten siehe Tabelle am Anfang des Dokumentes.

Dauer und Häufigkeit Das Modul dauert ein Trimester, es findet im Herbsttrimester des 1. Master-Studienjahres statt.

Modul 1252 Digitale Bildverarbeitung

zugeordnet zu: Wahlpflichtmodule Vertiefungsrichtung: Physikalisch-Technische Modellierung in der Anwendung auf Luft- und Raumfahrttechnik

Studiengang:	Mathematical Engineering	Modultyp:	Pflicht
Workload gesamt (h):	150 Stunden	ECTS-Punkte:	5
-> Präsenzzeit (h):	60 Stunden	TWS:	5 Stunden
-> Selbststudium (h):	90 Stunden		

Modulbestandteile	12521	Digitale Bildverarbeitung (Vorlesung (PF) - 3 TWS)
	12522	Digitale Bildverarbeitung (Praktikum (PF) - 2 TWS)

Modulverantwortlicher Prof. Dr. techn. Christian Kargel

Inhalt

a.) Vorlesung „Digitale Bildverarbeitung“:

Bildgebende Mess-, Prüf- und Diagnoseverfahren sind heute bei einer Vielzahl von wissenschaftlichen und industriellen Applikationen unverzichtbar. Die Entwicklung, Implementierung und der praktische Einsatz sind ohne computergestützte (digitale) Verarbeitung undenkbar. Auch aus Kostengründen ist es notwendig, die bildgebenden Verfahren zunehmend rechnergestützt zu implementieren. Somit basieren die Visualisierung, Be- und Verarbeitung, Archivierung, Kompression und (Fern-)Übertragung von Bilddaten fast ausschließlich auf digitalen Verfahren. Hier werden in Erweiterung der herkömmlichen eindimensionalen (1D) Signalverarbeitung von zeitabhängigen Messsignalen, in erster Linie zweidimensionale (2D) Sensor- und Mess-Signale (=Bilder) betrachtet. Die Vorlesung „Digitale Bildverarbeitung“ behandelt genau diese Themengebiete und führt in herkömmliche Methoden der digitalen Bildverarbeitung ein. Querverweise zwischen unterschiedlichen Anwendungsgebieten zeigen Unterschiede und Gemeinsamkeiten auf (z.B. industrielle Bildverarbeitung versus medizinische Bildverarbeitung).

Diese Lehrveranstaltung bereitet in idealer Weise auf das Pflichtpraktikum „Digitale Bildverarbeitung“ vor.

b.) Praktikum „Digitale Bildverarbeitung“:

Die digitale Verarbeitung von Bildern gewinnt durch die rasant zunehmende Leistungsfähigkeit von digitalen Rechnern - insbesondere Mikroprozessoren und Signalprozessoren - und den technologischen Fortschritt bei der Entwicklung empfindlicher und hochauflösender Bildsensoren in vielen Anwendungsgebieten zunehmend an Bedeutung. Bildgebende Mess-, Prüf- und Diagnoseverfahren werden auf vielen Anwendungsgebieten eingesetzt (von der industriellen Applikation bis hin zur Medizin). Im eng mit der gleichnamigen Vorlesung verzahnten Praktikum „Digitale Bildverarbeitung“ wird die konkrete Anwendung von Methoden der digitalen Verarbeitung von zweidimensionalen Sensor- und Mess-Signalen (=Bildern) durchgeführt. Die in der

Vorlesung „Digitale Bildverarbeitung“ behandelten Themen werden anhand von ausgewählten Praktikumsübungen und Kleinprojekten mit MATLAB und/oder LabVIEW in die Tat umgesetzt. Zu den praktischen Übungen zählen beispielsweise:

- Bilddatenerfassung
- Bestimmung der Übertragungseigenschaften eines bildgebenden Systems (Impulsantwort und Modulationsübertragungsfunktion)
- Anwendung von Punktoperationen, lokalen und globalen Operationen
- Messtechnische Ermittlung des Signal-Rausch-Abstandes
- Lineare und nicht-lineare Filterung im Orts- und Ortsfrequenzbereich
- Bildsegmentierung
- Morphologische Operationen
- Geometrische Transformationen
- Extraktion von Kanten, Konturen und Eckpunkten sowie Bildausrichtung
- Objekterkennung und Merkmalsextraktion
- Bildrekonstruktion

Qualifikationsziele

a.) Vorlesung „Digitale Bildverarbeitung“:

- Die Studierenden sind in der Lage, das Gebiet der „digitalen Bildverarbeitung“ von anderen Gebieten mit Bezug zu Bilddaten (wie etwa der Computergraphik, Computeranimation, Informationsvisualisierung, etc.) abzugrenzen.
- Die Studierenden haben einen Überblick über wichtige bildgebende Systeme aus unterschiedlichen Anwendungsbereichen (Industrie, Medizin, etc.).
- Die Studierenden haben Detailkenntnisse über Methoden der digitalen Bildbe- und verarbeitung und besitzen die erforderlichen mathematischen Grundlagen.
- Die Studierenden kennen unterschiedliche Anwendungsgebiete der digitalen Bildverarbeitung und können die physikalischen sowie technischen Möglichkeiten und Limitierungen einschätzen.
- Die Studierenden sind in der Lage, einzelne Bildverarbeitungsmethoden sowie die Kombination aus mehreren Methoden zur Lösung bestimmter Aufgabenstellungen eigenständig zu entwerfen und zielgerichtet anzuwenden.

b.) Praktikum „Digitale Bildverarbeitung“:

- Die Studierenden besitzen vertiefte Kenntnisse und Fertigkeiten im praktischen Umgang mit kamera-basierten Bilderfassungssystemen und -komponenten, können diese anhand messtechnisch ermittelter Übertragungseigenschaften beschreiben und Aussagen über die Bildqualität treffen.

- Die Studierenden können mit Hilfe von Standard-Softwareprogrammen wie MATLAB und LabVIEW digitale, zweidimensionale Sensor- und Mess-Signalen aufnehmen.
- Die Studierenden können ihre theoretischen Kenntnisse über Methoden der digitalen Bildverarbeitung mit den Möglichkeiten von Standard-Softwareprogrammen wie MATLAB und LabVIEW verknüpfen um diese zur aufgabenorientierten Verarbeitung, Auswertung und Darstellung von zweidimensionalen Sensor- und Mess-Signalen anzuwenden.
- Die Studierenden sind in der Lage, in unterschiedlichen Anwendungsbereichen (Industrie, Medizin, etc.) vorkommende, praktische Problemstellungen der Bildverarbeitung eigenständig zu analysieren und Lösungen mit Hilfe von standardmäßig verfügbaren oder eigenständig modifizierten Methoden mithilfe von MATLAB und/oder LabVIEW zu erarbeiten.

Voraussetzungen

- Kenntnisse der Elektrotechnik, Physik und Mathematik. Kenntnisse über Signale und Systeme sowie Grundkenntnisse der analogen und digitalen Signalverarbeitung.

Verwendbarkeit

- Pflichtmodul für die Vertiefungsrichtung „Sicherheitstechnik“ des Masterstudiengangs EIT
- Wahlpflichtmodul für alle anderen Studien- und Vertiefungsrichtungen, z.B. ME, INF, CAE
- Das Modul steht in thematischem Zusammenhang mit den Lehrveranstaltungen
 - o Ausgewählte Kapitel der Sensorik und Messtechnik, Oberseminar,
 - o Spezielle messtechnische Probleme, Oberseminar.
 - o Simulationswerkzeuge in der Sensorik und Messtechnik, Praktikum

Leistungsnachweis

Für Vorlesung und Praktikum „Digitale Bildverarbeitung“: schriftliche Prüfung von 90 min Dauer (sP-90) oder mündliche Prüfung von 30 min Dauer (mP-30) am Ende des Herbsttrimesters. Wiederholungsmöglichkeit am Ende des Wintertrimesters. Die genaue Art der Prüfung wird zu Beginn der Lehrveranstaltung bekannt gegeben.

Literatur

- R.C. Gonzalez, R.E. Woods: Digital Image Processing Using MATLAB®, 2nd ed, Gatesmark Publishing, 2009.
- W. Georgi und E. Metin: Einführung in LabVIEW; Carl Hanser, 2012)
- R.C. Gonzalez, R.E. Woods: Digital Image Processing, 3rd ed. Upper Saddle River, NJ: Pearson Prentice Hall, 2008.
- B. Jähne: Digitale Bildverarbeitung, 6th ed. Heidelberg, Springer-Verlag, 2005.
- A. Erhardt: Einführung in die Digitale Bildverarbeitung - Grundlagen, Systeme und Anwendungen, Wiesbaden, Vieweg + Teubner, 2008.

Dauer und Häufigkeit

Das Modul dauert zwei Trimester.
Das Modul wird im Herbsttrimester und Wintertrimester angeboten.
Als Startzeitpunkt ist das Herbsttrimester im 2. Studienjahr vorgesehen.

Modul 1054 Dynamik und Regelung von Satelliten

zugeordnet zu: Wahlpflichtmodule Vertiefungsrichtung: Physikalisch-Technische Modellierung in der Anwendung auf Luft- und Raumfahrttechnik

Studiengang:	Mathematical Engineering	Modultyp:	Pflicht
Workload gesamt (h):	150 Stunden	ECTS-Punkte:	5
-> Präsenzzeit (h):	48 Stunden	TWS:	4 Stunden
-> Selbststudium (h):	102 Stunden		

Modulbestandteile	10541	Dynamik und Regelung von Satelliten (Vorlesung (PF) - 2 TWS)
	10542	Dynamik und Regelung von Satelliten (Übung (PF) - 2 TWS)

Modulverantwortlicher Prof. Dr.-Ing. Roger Förstner

Inhalt

In dieser Vorlesung wird das Gebiet der Dynamik und Regelung von Satelliten am Beispiel der gebräuchlichsten Methoden der Lageregelung (Spinstabilisierung, Gravitationsgradienten- und Dreiachsenstabilisierung) vertieft. Drehbewegungen und kinematische Zusammenhänge werden mit Hilfe von Richtungskosinusmatrix, Eulerwinkel-Drehmatrix und Quaternionen mathematisch dargestellt. Die Darstellung in verschiedenen gegeneinander bewegten Referenzsystemen wird abgehandelt, um die Ausrichtung von Satelliten in Umlaufbahnen beschreiben zu können. Mit Hilfe der Eulergleichung werden dann die dynamischen Gesetze von Drehbewegungen abgeleitet, Stabilitätsuntersuchungen werden durchgeführt und die Auswirkungen von Störmomenten, wie sie im erdnahen und geostationären Orbit wirken, werden analysiert. Die Funktionsweise von Aktuatoren wie Drallräder, Reaktionsräder, Elektromagneten und Kaltgassysteme in Regelkreisen werden behandelt.

Gliederung der Vorlesung:

- Einführung
- Lagekinematik
- Lagedynamik
- Kreiseldynamik
- Spin-Stabilisierung
- Gravitationsgradienten-Stabilisierung
- Dreiachsen-Stabilisierung
- Lagemanöver

Qualifikationsziele

Die Studierenden:

- können die Bedeutung der Dynamik und Lageregelung von Satelliten mit ihren Nutzungsmöglichkeiten zeitgemäß einordnen.
- haben ein Verständnis der Lagekinematik und -dynamik von Satelliten

- kennen die verschiedenen Lageregelungskonzepte für Satelliten sowie deren Besonderheiten und Einsatzbereiche.

Voraussetzungen

Vorausgesetzt werden Kenntnisse, wie sie in den Bachelor- und Master-Modulen der „Höheren Mathematik“, der „Technischen Mechanik“ sowie der „Werkstoffkunde“ vermittelt werden.

Verwendbarkeit

Voraussetzung für wissenschaftliche Grundlagenuntersuchungen, angewandte Forschung sowie Projektmanagement auf dem Gebiet der Raumfahrt.

Leistungsnachweis

Schriftliche Prüfung 90 Minuten

- 30 Minuten Frageteil: keine Hilfsmittel
- 60 Minuten Aufgabenteil: Skript, Formelsammlung, Taschenrechner

Sonstige Bemerkungen

Die Vorlesung findet in klassischer Form mittels Beamerpräsentation, mündlichem Vortrag und Tafelanschrieb statt. In den Übungen werden typische Aufgaben interaktiv mit den Studenten durchgearbeitet und gelöst.

Zuordnung zu den Studienschwerpunkten siehe Tabelle am Anfang des Dokumentes.

Literatur

- Steiner, Schagerl: Raumflugmechanik
- Hughes P.C.: Spacecraft Attitude and Dynamics

Dauer und Häufigkeit

Das Modul dauert ein Trimester, es findet im Wintertrimester des 2. Master-Studienjahres statt.

Modul 1298 Elektrische Antriebe für die Satellitentechnik

zugeordnet zu: Wahlpflichtmodule Vertiefungsrichtung: Physikalisch-Technische Modellierung in der Anwendung auf Luft- und Raumfahrttechnik

Studiengang:	Mathematical Engineering	Modultyp:	Pflicht
Workload gesamt (h):	180 Stunden	ECTS-Punkte:	6
-> Präsenzzeit (h):	144 Stunden	TWS:	6 Stunden
-> Selbststudium (h):	36 Stunden		

Modulbestandteile	12981	Elektrische Antriebe für die Satellitentechnik (Vorlesung (WP) - 2 TWS)
	12982	Seminar elektrische Antriebe für die Satellitentechnik (Seminar (WP) - 2 TWS)
	12983	Projekt elektrische Antriebe für die Satellitentechnik (Projekt (WP) - 2 TWS)

Modulverantwortlicher Prof. Dr.-Ing. Jochen Schein

Inhalt	<ul style="list-style-type: none"> • Grundlegende Begriffe der Antriebstechnik: Geschichte der Antriebsentwicklung, Was ist Schub, Raketengleichung von Tsiolkowski, Definition spezifischer Impuls, deltaV. • Anwendungen der Grundlagen: Mehrstufige- Raketen, Orbitale und Flugbahnen. • Chemische Antriebstechnik: Funktionsprinzip, Unterscheidungen der Systeme. • Elektrische Antriebstechnik: Plasma - 4th state of Matter, Glimmentladung bis zur Bogenentladung, physikalische Prozesse in einem elektrodengebundenen Plasma, Begriff der Temperatur; Elektrothermische Antriebe (Resistojet und arcjet: Funktionsprinzip und Unterscheidungen der Systeme); Elektrostatische Antriebe (Ionenthruster, MPD und Hall: Funktionsprinzip und Unterscheidungen der Systeme); Miniaturisierung von Systemen, Anwendungen und Probleme. • Anwendung abhängig von Missionsparametern. • Lernziele sind: Plasmaphysikalisches Verständnis, verstehen und erlernen von Grundbegriffen der Antriebstechnik. selbstständige Berechnung und Dimensionierung einfacher elektrischer Antriebssysteme
--------	--

Qualifikationsziele	<p>Der/die Student,-in soll nach erfolgreichem Besuch dieses Kurses in der Lage sein, die Probleme der Antriebstechnik als Teil eines Gesamtsystems zu sehen und einzuordnen. Er soll mit Grundbegriffen der Satellitenantriebstechnik umgehen können und die Unterschiede verschiedener Systeme erkennen und bewerten. Der Satellitenantrieb als Beispiel für eine technologische Entwicklung, die durch bestimmte Randparameter, wie Gewicht, Lebensdauer, Energieverbrauch, Schubanforderungen, eingegrenzt wird, ist typisch für eine industrielle Entwicklung. Es sollen die Grundlagen dafür gelegt werden eine solche Aufgabe zu lösen, und das bestmögliche System für eine bestimmte Anwendung zu finden. Dieser Studiengang erweitert das physikalische</p>
---------------------	---

Basiswissen der Studenten in den Bereich der Plasmaphysik, und erweitert den Horizont der EIT Studenten in Bezug auf die Transparenz der Ingenieurwissenschaften. Es wird gezeigt, wie sehr die Elektrotechnik auch z. B. Teil der Raumfahrttechnik ist.

Voraussetzungen

keine

Verwendbarkeit

Pflichtmodul für die Vertiefungsrichtung ME-EET sowie Wahlpflichtmodul für die Vertiefungsrichtungen ME-M, ME-PTM, ME-VSK des M.Sc.-Studiengangs ME. Wahlpflichtmodul für alle Vertiefungsrichtungen des M.Sc.-Studiengangs EIT.

Leistungsnachweis

Schriftliche Prüfung 90 Minuten (sP-90) oder mündliche Prüfung 30 Minuten (mP-30) sowie Notenschein (NS)

- Referat (Seminar),
- Übungsprojekt (Projekt),
- Take home exam (Vorlesung)

Literatur

- R. G. Jahn: "Physics of Electrical Propulsion", Dover Publications, 2006

Dauer und Häufigkeit

Das Modul dauert 2 Trimester.
Das Modul beginnt jedes Studienjahr jeweils im Herbsttrimester.
Als Startzeitpunkt ist das Herbsttrimester im 1. Studienjahr vorgesehen.

Modul 1303 Embedded Systems mit Studienprojekt Microcontroller

zugeordnet zu: Wahlpflichtmodule Vertiefungsrichtung: Physikalisch-Technische Modellierung in der Anwendung auf Luft- und Raumfahrttechnik

Studiengang:	Mathematical Engineering	Modultyp:	Wahlpflicht
Workload gesamt (h):	180 Stunden	ECTS-Punkte:	6
-> Präsenzzeit (h):	60 Stunden	TWS:	5 Stunden
-> Selbststudium (h):	120 Stunden		

Modulbestandteile	13031	Embedded Systems (Vorlesung (WP) - 2 TWS)
	13032	Embedded Systems (Übung (WP) - 1 TWS)
	13033	Microcontroller-Anwendung in der Prozessdatenverarbeitung (Studienprojekt (WP) - 2 TWS)

Modulverantwortlicher Priv.-Doz. Dr.-Ing. Gerhard Staude

Inhalt

Embedded Systems sind meist microcontrollerbasierte Strukturen, die in Gegenstände unseres täglichen Lebens integriert sind und dort komplexe Steuerungs-, Regelungs- und Datenverarbeitungsaufgaben übernehmen. Sie treten in der Regel nicht als Computersysteme mit den klassischen Bedienschnittstellen in Erscheinung. Die daraus resultierenden Einschränkungen und Besonderheiten im Aufbau und der Programmierung dieser Systeme sind Gegenstand der Vorlesung "Embedded Systems". Im Rahmen des Studienprojekts "Microcontroller-Anwendung in der Prozessdatenverarbeitung" können die Studierenden dann nach einer kurzen theoretischen Einführung diese Lehrinhalte selbständig und in freier Zeiteinteilung in der praktischen Anwendung vertiefen.

a) Lehrveranstaltung **Embedded Systems** (PD Dr.-Ing. Staude):

In der Vorlesung "Embedded Systems" werden folgende Themen behandelt:

- Einsatzgebiete für eingebettete Systeme
- Merkmale von reaktiven Systemen
- Sensoren und Aktoren
- Architekturen ausgewählter Mikrocontroller und -prozessoren
- Vertiefung spezieller Hardwarekomponenten (Speicher, Timer, Watchdog, UART, ...)
- Entwicklungstools und Simulationstechniken
- Hardwareanforderungen an Realzeitsysteme
- Echtzeitbetriebssysteme für Embedded-Architekturen
- Schnittstellen und Bussysteme, Middleware
- Hybride und verteilte eingebettete Systeme
- Safety Critical Systems

b) Studienprojekt **Microcontroller-Anwendung in der Prozessdatenverarbeitung** (Prof. Wolf)

In dieser Lehrveranstaltung wird zur Einführung auf den prinzipiellen Aufbau und die Wirkungsweise eines Microcontrollers (MCU) am Beispiel des Mikrocontrollers MC912DG128A eingegangen, bevor die Studierenden zur Vertiefung dieser Grundkenntnisse dann anhand von exemplarischen Beispielen (z.B. Drehzahlregelung eines Gleichstrommotors, Werkzeugmaschinensteuerung, Ablaufsteuerung einer Reaktionszeitmessung) diese vertiefen. Die Programmierung erfolgt in Assembler, da dies den direkten Einblick in die MCU erlaubt. Dabei ist auch der Programmtest mit Hilfe des Debugging eingeschlossen. Für diesen Teil der Lehrveranstaltung steht ein Entwicklungssystem in einem Praktikumsraum zur Verfügung, an dem die Studierenden diese Lehrinhalte selbständig und in freier Zeiteinteilung erarbeiten sollen.

Qualifikationsziele

Ziel der Modulveranstaltung ist es, ein Verständnis der grundlegenden Probleme eingebetteter Systeme, die sich aus der Vorhersagbarkeit des Systemverhaltens, der Beschränkung von Ressourcen und den Besonderheiten der Echtzeitanforderung ergeben, zu vermitteln und in der praktischen Anwendung zu vertiefen.

Die Studierenden sollen nach dieser Modulveranstaltung folgende Kernkompetenzen erworben haben:

- Grundlegendes methodisches Wissen im Bereich des Embedded System Designs in der Mess-, Regel-, und Kommunikationstechnik
- Fähigkeit zur fundierten Technologiebewertung und -auswahl
- Grundkenntnisse im systematischen Entwurf (Modellierung), der Implementierung und der Verifizierung von eingebetteten Systemen
- Verständnis der speziellen Anforderungen und Lösungsansätze von Embedded-Realzeit-Applikationen
- Erwerb von grundlegendem methodischen Wissen zum Bereich Prozessdatenverarbeitung (PDV)
- Erwerb von vertieften Kenntnissen zur Anwendung von Microcontrollern in der Automatisierungstechnik als Kernanwendung in der PDV
- Selbständiges problemorientiertes Erlernen mit Hilfe moderner Medien.

Voraussetzungen

- Grundkenntnisse der Digitalen Schaltungstechnik und der Programmierung

Verwendbarkeit

- Wahlpflichtmodul für alle Vertiefungsrichtungen der Studiengänge Elektrotechnik und Informationstechnik (M. Sc.) und Mathematical Engineering (M. Sc.)

Hinweis : Das Modul ist nur dann verwendbar, wenn keine der zugehörigen Lehrveranstaltungen im Rahmen eines anderen Moduls eingebracht wird!

Leistungsnachweis

Schriftliche Prüfung von 60 Minuten Dauer am Ende der Lehrveranstaltung Embedded Systems und Notenschein für das Studienprojekt

(sP-60 + NoS). Voraussetzung für den Erhalt des Notenscheins ist die erfolgreiche Erstellung einer schriftlichen Projektdokumentation und ihre Präsentation in Form eines Seminarvortrags von 30 Minuten Dauer.

Die Prüfungsergebnisse zu beiden Lehrveranstaltungen gehen zu gleichen Teilen in die Modulnote ein. Die Modulprüfung ist bestanden, wenn jede der beiden Lehrveranstaltungen mindestens mit „ausreichend“ (4.0) bewertet wurde.

Sonstige Bemerkungen

Die Lehreinheiten des Studienprojekts werden von den Studierenden in weitgehend freier Zeiteinteilung aktiv im Versuchslabor erarbeitet.

Literatur

Vahid F. and Givargis T.: Embedded System Design: A Unified Hardware/Software Introduction, John Wiley & Sons, 2002

Peter Marwedel: Eingebettete Systeme, Springer Berlin Heidelberg, 2008

Kupris G., Thamm O.: Mikrocontroller- Design. Hard- und Softwareentwicklung mit dem 68HC12/HCS12. Hanser, 2003

Ungerer T., Brinkschulte U.: Mikrocontroller und Mikroprozessoren. Springer, 2007

http://www.freescale.com/files/microcontrollers/doc/data_sheet/MC912DT128A.pdf

Jacobson E.: Einführung in die Prozeßdatenverarbeitung, Hanser, 1996

Reißenweber B: Prozessdatenverarbeitung, Oldenbourg, 1995, Signatur: /I-LB785

Dauer und Häufigkeit

- Das Modul dauert 2 Trimester.
- Das Modul beginnt jedes Studienjahr jeweils im Frühjahrstrimester.
- Als Startzeitpunkt ist das Frühjahrstrimester des 1. Studienjahrs vorgesehen

Modul 1304 Embedded Systems mit Studienprojekt SPS

zugeordnet zu: Wahlpflichtmodule Vertiefungsrichtung: Physikalisch-Technische Modellierung in der Anwendung auf Luft- und Raumfahrttechnik

Studiengang:	Mathematical Engineering	Modultyp:	Wahlpflicht
Workload gesamt (h):	180 Stunden	ECTS-Punkte:	6
-> Präsenzzeit (h):	60 Stunden	TWS:	5 Stunden
-> Selbststudium (h):	120 Stunden		

Modulbestandteile	13041	Embedded Systems (Vorlesung (WP) - 2 TWS)
	13042	Embedded Systems (Übung (WP) - 1 TWS)
	13043	SPS-Ein Studienprojekt aus der Automatisierungstechnik (Studienprojekt (WP) - 2 TWS)

Modulverantwortlicher Priv.-Doz. Dr.-Ing. Gerhard Staude

Inhalt

Embedded Systems sind meist microcontrollerbasierte Strukturen, die in Gegenstände unseres täglichen Lebens integriert sind und dort komplexe Steuerungs-, Regelungs- und Datenverarbeitungsaufgaben übernehmen. Sie treten in der Regel nicht als Computersysteme mit den klassischen Bedienschnittstellen in Erscheinung. Die daraus resultierenden Einschränkungen und Besonderheiten im Aufbau und der Programmierung dieser Systeme sind Gegenstand der Vorlesung "Embedded Systems". Im Rahmen des Studienprojekts "SPS - Ein Studienprojekt aus der Automatisierungstechnik" können die Studierenden dann nach einer kurzen theoretischen Einführung diese Lehrinhalte selbständig und in freier Zeiteinteilung in der praktischen Anwendung vertiefen.

a) Lehrveranstaltung **Embedded Systems** (PD Dr.-Ing. Staude):

In der Vorlesung "Embedded Systems" werden folgende Themen behandelt:

- Einsatzgebiete für eingebettete Systeme
- Merkmale von reaktiven Systemen
- Sensoren und Aktoren
- Architekturen ausgewählter Mikrocontroller und -prozessoren
- Vertiefung spezieller Hardwarekomponenten (Speicher, Timer, Watchdog, UART, ...)
- Entwicklungstools und Simulationstechniken
- Hardwareanforderungen an Realzeitsysteme
- Echtzeitbetriebssysteme für Embedded-Architekturen
- Schnittstellen und Bussysteme, Middleware
- Hybride und verteilte eingebettete Systeme
- Safety Critical Systems

b) **Studienprojekt SPS - Ein Studienprojekt aus der Automatisierungstechnik** (Prof. Wolf)

Eine Speicherprogrammierbare Steuerung (SPS) ist eine elektronische Baugruppe, die in der Automatisierungstechnik für Steuerungs- und Regelungsaufgaben eingesetzt wird. Im Prinzip handelt es sich dabei um ein Computersystem mit spezialisierten Eingabe- und Ausgabe-Schnittstellen. Über diese ist die SPS mit Sensoren und Aktuatoren verbunden und kann so Fertigungsprozesse überwachen und beeinflussen. Wesentlich ist bei der SPS, dass sie programmierbar ist und damit jederzeit flexibel Produkt-, Ablauf- oder Fertigungsveränderungen angepasst werden kann.

Diese Wahlpflichtvorlesung baut auf grundlegendem Wissen zur SPS-Programmierung auf und vermittelt weitergehendes Wissen sowie dessen praktische Anwendung in einem Studienprojekt. Dieses umfasst die Ablaufsteuerung von komplexen Fertigungsprozessen unter Einbeziehung von Modellaufbauten. Methodisch werden dann vorwiegend Werkzeuge des Blended-Learnings eingesetzt

Qualifikationsziele

Ziel der Modulveranstaltung ist es, ein Verständnis der grundlegenden Probleme eingebetteter Systeme, die sich aus der Vorhersagbarkeit des Systemverhaltens, der Beschränkung von Ressourcen und den Besonderheiten der Echtzeitanforderung ergeben, zu vermitteln und in der praktischen Anwendung zu vertiefen.

Die Studierenden sollen nach dieser Modulveranstaltung folgende Kernkompetenzen erworben haben:

- Grundlegendes methodisches Wissen im Bereich des Embedded System Designs in der Mess-, Regel-, und Kommunikationstechnik
- Fähigkeit zur fundierten Technologiebewertung und -auswahl
- Grundkenntnisse im systematischen Entwurf (Modellierung), der Implementierung und der Verifizierung von eingebetteten Systemen
- Verständnis der speziellen Anforderungen und Lösungsansätze von Embedded-Realzeit-Applikationen
- Erwerb von erweitertem methodischen Wissen zum Bereich Speicherprogrammierbare Steuerungen (SPS) und ihrer Anwendung in der Automatisierungstechnik.
- Sicheres Beherrschen der Programmierung mit SPS-Step7 und der entsprechenden Programmierumgebung
- Training on Job der Step7 Programmierung anhand einer komplexen Anwendung (Projekt)
- Selbständiges problemorientiertes Erlernen mit Hilfe moderner Medien.

Voraussetzungen

- SPS Basiswissen, z.B. aus dem B. Sc. Wahlpflichtmodul "SPS - Eine Einführung in das Konzept und die Programmierung von Speicherprogrammierbaren Steuerungen"
- Wegen der studentenzentrierten Ausrichtung muss die Teilnehmerzahl für diese Veranstaltung auf 6 Teilnehmer beschränkt werden.

Verwendbarkeit	<ul style="list-style-type: none">• Wahlpflichtmodul für alle Vertiefungsrichtungen der Studiengänge Elektrotechnik und Informationstechnik (M. Sc.) und Mathematical Engineering (M. Sc.) <p>Hinweis: Das Modul ist nur dann verwendbar, wenn keine der zugehörigen Lehrveranstaltungen im Rahmen eines anderen Moduls eingebracht wird!</p>
Leistungsnachweis	<p>Schriftliche Prüfung von 60 Minuten Dauer am Ende der Lehrveranstaltung Embedded Systems und Notenschein für das Studienprojekt (sP-60 + NoS). Voraussetzung für den Erhalt des Notenscheins ist die erfolgreiche Erstellung einer schriftlichen Projektdokumentation und ihre Präsentation in Form eines Seminarvortrags von 30 Minuten Dauer.</p> <p>Die Prüfungsergebnisse zu beiden Lehrveranstaltungen gehen zu gleichen Teilen in die Modulnote ein. Die Modulprüfung ist bestanden, wenn jede der beiden Lehrveranstaltungen mindestens mit „ausreichend“ (4.0) bewertet wurde.</p>
Sonstige Bemerkungen	<p>Die Lehreinheiten des Studienprojekts werden von den Studierenden in weitgehend freier Zeiteinteilung aktiv im Versuchslabor erarbeitet.</p>
Literatur	<p>Vahid F. and Givargis T.: Embedded System Design: A Unified Hardware/Software Introduction, John Wiley & Sons, 2002</p> <p>Peter Marwedel: Eingebettete Systeme, Springer Berlin Heidelberg, 2008</p> <p>G. Wellenreuther, D. Zastrow: Automatisieren mit SPS - Theorie und Praxis. Vieweg-Verlag, 2008.</p>
Dauer und Häufigkeit	<p>Das Modul dauert 2 Trimester.</p> <p>Das Modul beginnt jedes Studienjahr jeweils im Frühjahrstrimester. Als Startzeitpunkt ist das Frühjahrstrimester des 1. Studienjahrs vorgesehen</p>

Modul 1379 Embedded Systems und Kryptologie

zugeordnet zu: Wahlpflichtmodule Vertiefungsrichtung: Physikalisch-Technische Modellierung in der Anwendung auf Luft- und Raumfahrttechnik

Studiengang:	Mathematical Engineering	Modultyp:	Pflicht
Workload gesamt (h):	180 Stunden	ECTS-Punkte:	6
-> Präsenzzeit (h):	72 Stunden	TWS:	6 Stunden
-> Selbststudium (h):	108 Stunden		

Modulbestandteile	13791	Embedded Systems (Vorlesung (PF) - 2 TWS)
	13792	Embedded Systems (Übung (PF) - 1 TWS)
	13793	Ausgewählte mathematische Methoden in Kryptographie und Codierungstheorie (Vorlesung (PF) - 2 TWS)
	13794	Ausgewählte mathematische Methoden in Kryptographie und Codierungstheorie (Übung (PF) - 1 TWS)

Modulverantwortlicher Priv.-Doz. Dr.-Ing. Gerhard Staude

Inhalt

a) Lehrveranstaltung **Embedded Systems** :

Embedded Systems sind meist microcontrollerbasierte Strukturen, die in Gegenstände unseres täglichen Lebens integriert sind und dort komplexe Steuerungs-, Regelungs- und Datenverarbeitungsaufgaben übernehmen. Sie treten in der Regel nicht als Computersysteme mit den klassischen Bedienschnittstellen in Erscheinung. Die daraus resultierenden Einschränkungen und Besonderheiten im Aufbau und der Programmierung dieser Systeme sind Gegenstand der Vorlesung.

In der Lehrveranstaltung "Embedded Systems" werden folgende Themen behandelt:

- Einsatzgebiete für eingebettete Systeme
- Merkmale von reaktiven Systemen
- Sensoren und Aktoren
- Architekturen ausgewählter Mikrocontroller und -prozessoren
- Vertiefung spezieller Hardwarekomponenten (Speicher, Timer, Watchdog, UART, ...)
- Entwicklungstools und Simulationstechniken
- Hardwareanforderungen an Realzeitsysteme
- Echtzeitbetriebssysteme für Embedded-Architekturen
- Schnittstellen und Bussysteme, Middleware
- Hybride und verteilte eingebettete Systeme
- Safety Critical Systems

b) Lehrveranstaltung **Ausgewählte mathematische Methoden in Kryptographie und Codierungstheorie** :

Die Veranstaltung "Ausgewählte mathematische Methoden der Kryptographie und Codierungstheorie" befasst sich mit ausgewählten und fortgeschrittenen Themen aus der Kryptographie und/oder der Codie-

rungstheorie. Hierhin gehören kryptographische Verfahren, die auf zahlentheoretischen Ergebnissen aufsetzen, und "gute" Codes, die man mit Hilfe von algebraischen Kurven gefunden hat. Sowohl kryptographische als auch codierungstheoretische Inhalte sind vorgesehen; die Gewichtung zwischen diesen beiden Gebieten kann aber variieren.

Qualifikationsziele

a) Lehrveranstaltung **Embedded Systems** :

Ziel der Lehrveranstaltung "Embedded Systems" ist es, ein Verständnis der grundlegenden Probleme eingebetteter Systeme, die sich aus der Vorhersagbarkeit des Systemverhaltens, der Beschränkung von Ressourcen und den Besonderheiten der Echtzeitanforderung ergeben, zu vermitteln.

Die Studierenden sollen nach der Lehrveranstaltung Embedded Systems folgende Kernkompetenzen erworben haben:

- Grundlegendes methodisches Wissen im Bereich des Embedded System Designs in der Mess-, Regel-, und Kommunikationstechnik
- Fähigkeit zur fundierten Technologiebewertung und –auswahl
- Grundkenntnisse im systematischen Entwurf (Modellierung), der Implementierung und der Verifizierung von eingebetteten Systemen
- Verständnis der speziellen Anforderungen und Lösungsansätze von Embedded-Realzeit-Applikationen

b) Lehrveranstaltung **Ausgewählte mathematische Methoden der Kryptographie und Codierungstheorie** :

- Einerseits hinreichende Vertrautheit mit den theoretischen Grundlagen; andererseits die Fähigkeit, bestehende Verfahren korrekt zu beurteilen und einzuordnen, und eventuell bei der Entwicklung neuer Verfahren zu assistieren

Voraussetzungen

Generelles Interesse an Mathematik und Theorie. Es ist nützlich, Modul "Elementare Zahlentheorie und Kryptographie" absolviert zu haben, aber bei entsprechender Einsatzbereitschaft nicht unbedingt notwendig.

Verwendbarkeit

- Pflichtmodul in der Vertiefungsrichtung ME-VSK des Studiengangs Mathematical Engineering (M. Sc.)
- Wahlpflichtmodul in den Vertiefungsrichtungen ME-EET, ME-PTM und ME-Mechatronik des Studiengangs Mathematical Engineering (M. Sc.)

Hinweis: Das Modul ist nur dann verwendbar, wenn keine der zugehörigen Lehrveranstaltungen im Rahmen eines anderen Moduls eingebracht wird!

Leistungsnachweis	Schriftliche Prüfung von 90 Minuten Dauer oder mündliche Prüfung von 30 Minuten Dauer (sp-90 oder mP-30). Die genauer Art der Prüfung wird zu Beginn der Lehrveranstaltung bekanntgegeben.
Modulnote	Für die Modulnote werden die Leistungen der Lehrveranstaltungen "Embedded Systems" und "Ausgewählte mathematische Methoden in Kryptographie und Codierungstheorie" im Verhältnis 1:1 gewertet. Die Modulprüfung ist bestanden, wenn jede der beiden Lehrveranstaltungen mindestens mit "ausreichend" (4.0) bewertet wurde.
Literatur	Vahid F. and Givargis T.: Embedded System Design: A Unified Hardware/Software Introduction, John Wiley & Sons, 2002 Peter Marwedel: Eingebettete Systeme, Springer Berlin Heidelberg, 2008
Dauer und Häufigkeit	Das Modul dauert 2 Trimester. Der Modulteil 1 Embedded Systems findet jedes Studienjahr im Frühjahrstrimester statt. Der Modulteil 2 Kryptologie findet jedes Studienjahr im Wintertrimester statt. Als Beginn ist das Frühjahrstrimester im 1. Studienjahr vorgesehen.

Modul 1385 Empfänger und Messtechnik für digitale Kommunikationssysteme

zugeordnet zu: Wahlpflichtmodule Vertiefungsrichtung: Physikalisch-Technische Modellierung in der Anwendung auf Luft- und Raumfahrttechnik

Studiengang:	Mathematical Engineering	Modultyp:	Wahlpflicht
Workload gesamt (h):	150 Stunden	ECTS-Punkte:	5
-> Präsenzzeit (h):	60 Stunden	TWS:	5 Stunden
-> Selbststudium (h):	90 Stunden		

Modulverantwortlicher Priv.-Doz. Dr.-Ing. Gerhard Staude

Inhalt

- Mehrträgerübertragungssysteme auf Basis von orthogonalem Frequenzmultiplex (OFDM)
- Grundlagen von OFDM wie Signalgenerierung, Spektrum, Eigenschaften der FFT, etc.
- Modellierung der Störgrößen des Übertragungskanals
- Orthogonalitätsverlust am Empfänger
- Empfängeraufbau und grundlegende Komponenten
- Zeit- und Frequenzsynchronisation
- Kanalschätzung und Entzerrung
- Einflüsse von realen Oszillatoren und Verstärkern auf das Empfangssignal
- Spektrale Auswirkungen von Clipping und Spitzenwertreduktion
- Übertragung von OFDM Signalen über Mehrantennensysteme
- Qualitätsmessung für Sendesignale und Messvorschriften
- Einflüsse von Störgrößen auf die Signalqualität
- Exemplarische Betrachtung von WirelessLAN IEEE 802.11n

Qualifikationsziele

- Überblick über standardisierte digitale Übertragungsverfahren
- Prinzipaufbau digitaler Empfänger
- Modellierung von Übertragungskanal und Störgrößen
- Grundlegende Empfangsalgorithmen
- Grundlagen der Empfänger messtechnik

Voraussetzungen

- Module Mathematik A, Mathematik B und Mathematik C.
- Grundkenntnisse von Systemtheorie und Kommunikationstechnik wie sie in den Lehrveranstaltungen Signale und Kommunikationssysteme sowie Kommunikationstechnik I (BA-Modul „Kommunikationstechnik“) und Kommunikationstechnik II (MA-Modul „Informationsverarbeitung und Kommunikationstechnik“ oder „Kommunikationstechnik B“) vermittelt werden.

Verwendbarkeit

- Wahlpflichtfach in allen Vertiefungsrichtungen des Studiengangs "Elektrotechnik und Informationstechnik (M. Sc.)"
- Wahlpflichtmodul in allen Studienrichtungen des Studiengangs „Mathematical Engineering (M. Sc.)“

- Wahlpflichtmodul in allen Studienrichtungen des Studiengangs
„Computer Aided Engineering (M. Sc.)“

Leistungsnachweis

Schriftliche Prüfung von 60 min Dauer (sP-60) am Ende des Herbsttrimesters oder mündliche Prüfung von 30 min (mP-30). Wiederholungsmöglichkeit am Ende des Wintertrimesters. Die genaue Art der Prüfung wird zu Beginn des Moduls bekannt gegeben.

Literatur

- K.-D. Kammeyer: "Nachrichtenübertragung", Teubner.
- H. Meyr, M. Moeneclaey, S. Fechtel: "Digital Communication Receivers: Synchronization, Channel Estimation, and Signal Processing.", Wiley.

Dauer und Häufigkeit

Das Modul dauert ein Trimester und beginnt jedes Studienjahr jeweils im Herbsttrimester. Als Startzeitpunkt ist das Herbsttrimester im 2. Studienjahr vorgesehen.

Modul 1055 Erdbeobachtung

zugeordnet zu: Wahlpflichtmodule Vertiefungsrichtung: Physikalisch-Technische Modellierung in der Anwendung auf Luft- und Raumfahrttechnik

Studiengang:	Mathematical Engineering	Modultyp:	Wahlpflicht
Workload gesamt (h):	150 Stunden	ECTS-Punkte:	5
-> Präsenzzeit (h):	72 Stunden	TWS:	6 Stunden
-> Selbststudium (h):	78 Stunden		

Modulbestandteile	10551	Optische Fernerkundung (Vorlesung (PF) - 2 TWS)
	10552	Interferometrische SAR-Methoden (Vorlesung (PF) - 1 TWS)
	10553	Interferometrische SAR-Methoden (Übung (PF) - 1 TWS)
	10554	Radar- und Lasermethoden (Vorlesung (PF) - 2 TWS)

Modulverantwortlicher Prof. Dr.-Ing. Bernd Eissfeller

Inhalt

Optische Fernerkundung

(Prof.Dr. Helmut Mayer, Fakultät für Informatik)

Die Vorlesung Optische Fernerkundung legt zuerst Grundlagen der Bilderzeugung insbesondere in Bezug auf die Blickrichtungsabhängigkeit der Rückstrahlung. Dies führt zu optischen Sensoren auf Flugzeugen

und Satelliten im sichtbaren und im infraroten Bereich sowie zu Hyperspektralsensoren. Vor allem Erstere sind die Grundlage für die photogrammetrische Stereoauswertung, für die Eigenschaften und Produkte beschrieben werden, sowie für die geometrische Bildentzerrung (Orthophotogenerierung). Für die Auswertung der spektralen Information der Sensoren werden Techniken der überwachten und unüberwachten Klassifikation, wie z.B. Maximum Likelihood, Support Vector Machines (SVM) und Clusteranalyse vorgestellt. Als weitere Datenquelle für GIS werden sowohl luft- als auch bodengestützte Laserscanner eingeführt und es werden Orientierung, Systeme und Anwendungen präsentiert.

Radar- und Lasermethoden

(Honorarprofessor Dr. Helmut Süß, DLR, Oberpfaffenhofen)

- Einleitung und allgemeiner Überblick
- Maxwell'sche Gleichungen / Elektromagnetische Wellen an Grenzflächen
- Streuung elektromag. Wellen an künstlichen und natürlichen Objekten
- Radartechnik
- SAR-Prinzip
- SAR-Systeme
- SAR - Interferometrie (Überblick/Einführung)
- Lasermethoden

Interferometrische SAR-Methoden

(Honorarprofessor Dr. Helmut Süß, DLR, Oberpfaffenhofen)

- InSAR: Interferometrisches SAR (Generierung digitaler Höhenmodelle)
- Verwendung optischer Daten zur Höhenmodellierung (Exkurs)
- DInSAR: Differentielles interferometrisches SAR (Deformationsdetektion)
- PSInSAR/IPTA: Persistent Scatterer Methoden

Qualifikationsziele

- Die Absolventen besitzen grundlegende Kenntnisse über die Erdbeobachtung bzw. über moderne Fernerkundungsverfahren und -sensoren inkl. der synthetischen abbildenden Radarsysteme (SAR).
- Sie kennen die Systemtechniken und die wesentlichen Auswerteverfahren unter Anwendung der digitalen Datenverarbeitung.
- Ihnen sind die vielfältigen Anwendungen wie auch der militärischen Nutzung dieser Technologien (bspw. hyperspektrale Zielpunktidentifikation, militärische Radarfernerkundung) bekannt.
- Sie haben einen Einblick in die innovativen Verfahren der Phasenauswertung bei SAR mit ihren Möglichkeiten zur Ableitung digitaler Höhenmodelle aus Bildpaaren und zur Detektion von Oberflächenänderungen (Deformationsanalyse) mit Hilfe von Bild-Stapeln (Stacks) erhalten. Damit verstehen sie die Voraussetzungen, die notwendigen Planungsschritte und die gesamte Auswertekette, die zur Ableitung hochwertiger Geo-Endprodukte notwendig sind.
- Die Studierenden erhalten in der Vorlesung und Übung Optische Fernerkundung eine Übersicht über Sensoren und Techniken der optischen Fernerkundung. Ein Schwerpunkt liegt im Bereich der photogrammetrischen zwei- (2D) und dreidimensionale (3D) Erfassung von Objekten für Geoinformationssysteme (GIS), wie z.B. Straßen, Gebäude, Vegetation, aus Luftbildern. Es wird ein Überblick über verfügbare Sensorsystem für Flugzeuge und auf Satelliten gegeben. Es wird aufgezeigt, wie mittels überwachter oder unüberwachter Klassifikation die spektrale Bildinformation genutzt werden kann, um Objektarten, wie z.B. Wald, Wiese oder Siedlung, zu unterscheiden. Für alle Sensoren und Techniken wird die praktische Anwendbarkeit herausgehoben.

Voraussetzungen

Mathematik, Experimentalphysik, Messtechnik, Programmierkenntnisse.

Verwendbarkeit

Erweiterung des Grundwissens auf den Gebieten optische, multispektrale, hyperspektrale sowie Radar-Fernerkundung und anderer Erdbeobachtungsverfahren. Verständnis der Auswerteprozesse und Anwendungen bei der militärischen und zivilen Nutzung der Fernerkundung. Erarbeitung von Spezialwissen auf dem Gebiet der interferometrischen SAR-Verfahren bspw. zur Ableitung von digitalen Höhenmo-

dellen als wesentliche zivile und militärische Planungs- und Karten-
grundlage.

Leistungsnachweis

Einführung in die Erdbeobachtung und Interferometrische SAR-Methoden wird gemeinsam geprüft: schriftliche Prüfung 90 Minuten oder mündliche Prüfung 30 Minuten. Radar- und Lasermethoden: mündliche Prüfung 30 Minuten oder schriftliche Prüfung 60 Minuten. In die Gesamtmodulnote geht die Prüfung "Einführung in die Erdbeobachtung und Interferometrische SAR-Methoden" zu 2/3 und die Prüfung "Radar- und Lasermethoden" zu 1/3 ein.

Sonstige Bemerkungen

Dieses Modul kann auch als Munich-Aerospace-Partnermodul belegt werden.
Zuordnung zu den Studienschwerpunkten siehe Tabelle am Anfang des Dokumentes.

Literatur

- Albertz J.: Einführung in die Fernerkundung. Darmstadt: Wissenschaftliche Buchgesellschaft, 2001. (Standardlehrbuch für die Veranstaltung "Einführung in die Erdbeobachtung").
- Lillesand T.M., Kiefer R.W.: Remote Sensing and Image Interpretation. John Wiley & Sons Inc, 2008. (wichtige Ergänzung für die Veranstaltung "Einführung in die Erdbeobachtung?").
- Efford N.: Digital Image Processing. Addison-Wesley, 2000. (Ergänzungen für die Veranstaltung "Einführung in die Erdbeobachtung").
- CEOS - Committee on Earth Observation Satellites: The Earth Observation Handbook. ESA Special Publication SP-1315. June, 2008. (Online-Version: <http://www.eohandbook.com>).
- Borengasser M., Hungate W.S., Watkins R.: Hyperspectral Remote Sensing. Principles and Applications. CRC Press, 2007.
- Kalacska M.; Sanchez-Azofeifa G.A. (editors): Hyperspectral Remote Sensing of Tropical and Sub-Tropical Forests. CRC Press, 2008.
- Massonet D.; Souyris J.-C.: Imaging with Synthetic Aperture Radar. 1. Auflage, EPFL Press, 2008. (Lehrbuch für die Veranstaltungen "Radar- und Lasermethoden" sowie "Interferometrische SAR-Methoden?").
- Ferretti A., Monti-Guarnieri A., Prat, C., Rocca F. Massonet D.: InSAR Principles-Guidelines for SAR Interferometry Processing and Interpretation. ESA technical publication TM-19, February, 2007. (Standardlehrbuch für die Veranstaltung "Interferometrische SAR-Methoden").

Dauer und Häufigkeit

Das Modul dauert zwei Trimester, es beginnt im Wintertrimester des 1. Master-Studienjahres.

Modul 1366 Explorative Statistik

zugeordnet zu: Wahlpflichtmodule Vertiefungsrichtung: Physikalisch-Technische Modellierung in der Anwendung auf Luft- und Raumfahrttechnik

Studiengang:	Mathematical Engineering	Modultyp:	Wahlpflicht
Workload gesamt (h):	150 Stunden	ECTS-Punkte:	5
-> Präsenzzeit (h):	48 Stunden	TWS:	4 Stunden
-> Selbststudium (h):	102 Stunden		

Modulbestandteile	13661	Explorative Statistik (Vorlesung (WP) - 3 TWS)
	13662	Explorative Statistik (Übung (WP) - 1 TWS)

Modulverantwortlicher Prof. Dr. rer. nat. Dr.-Ing. Stefan Schäffler

Inhalt

Zuerst werden Grundlagen der deskriptiven Statistik erläutert. Dabei werden die zentralen Begriffe des Merkmals und Merkmalsträgers definiert und es wird geklärt, welche Möglichkeiten es zur Beschreibung auf Basis statistischer Kenngrößen gibt. Hierbei kommt es auch darauf an, Merkmale bzw. Merkmalsträger zu vergleichen und voneinander zu differenzieren. Der Teil liefert das statistische Handwerkzeug für die weiteren Methoden und Verfahren. Im zweiten Teil werden Methoden der explorativen Datenanalyse vorgestellt. Hierbei geht es vor allen Dingen um die interaktive statistische Graphik. Die statistische Graphik ermöglicht die visuelle Beschreibung und Untersuchung von gegebenen Daten. Die Graphiken beschreiben die mit Mitteln der deskriptiven Statistik aufbereiteten Daten. Ein Kernaspekt bei der Exploration stellt die Interaktivität dar. Dabei geht es vor allen Dingen um die unabdingbare spezielle softwaretechnische Unterstützung beim Prozess der Exploration der Daten. Verschiedene Techniken werden dazu vorgestellt.

Mit dem letzten Teil werden Verfahren der explorativen Datenanalyse betrachtet. Wenn Merkmale aufgrund der beobachteten Daten auf latente Merkmale hin untersucht werden, kann die Faktorenanalyse Unterstützung liefern. Sollen dagegen Merkmalsträger auf Basis der beobachteten Daten gruppiert werden, ist die Clusteranalyse ein probates Mittel. Bei beiden Verfahren werden Strukturen in den Daten aufgedeckt. Im Gegensatz dazu wird beim letzten beschriebenen Verfahren der Regressionsanalyse ein hypothetisches Modell überprüft und auf seine Plausibilität untersucht. Alle drei Verfahren nutzen die beschriebenen explorativen Methoden und deskriptiven

Kenngößen. Sämtliche Inhalte werden parallel zur theoretischen Vermittlung rechnerisch und mit realen Anwendungsdaten geübt. Jeder Studierende erhält bestimmte Übungsaufgaben zur Datenanalyse, die er in Eigenarbeit durchführen und deren Ergebnisse er in einer kurzen Vorführung präsentieren soll.

Qualifikationsziele	<ul style="list-style-type: none">• Fähigkeit zur Klassierung von Daten anhand des Merkmalstyps.• Fähigkeit zur Beschreibung und Bestimmung von uni- und multivariaten Kenngößen von Merkmalsträgern und Merkmalen.• Fähigkeit zur uni- und multivariaten graphischen Darstellung von Merkmalen und Merkmalsträgern.• Fähigkeit zum Umgang mit fehlenden Werten in Daten.• Fähigkeit zur Anwendung von Techniken der interaktiven statistischen Graphik zur Exploration von Daten.• Fähigkeit anhand der gegebenen Daten und Fragestellung entsprechende Verfahren der explorativen Datenanalyse anzuwenden.• Fähigkeit zum Umgang mit anerkannter Software im Bereich der Datenanalyse.• Fähigkeit zur Interpretation der Ergebnisse aus Klassierung, Beschreibung, Kenngößenbestimmung, graphischen Darstellung, Exploration und Verfahrensanwendung.• Fähigkeit zur Einordnung und Bewertung der Klassierung, Beschreibung, Kenngößenbestimmung, graphischen Darstellung, Exploration und Verfahrensanwendung auf Basis des dafür notwendigen mathematischen Hintergrunds.• Fähigkeit zum Transfer auf reale Situationen.• Fähigkeit zur Präsentation eigener Datenanalyse-Ergebnisse.
Voraussetzungen	<ul style="list-style-type: none">• Kenntnisse<ul style="list-style-type: none">o in den Modulen „Mathematik A“, „Mathematik B“ und „Mathematik C“ odero im Modul „Mathematische Statistik“o in einer Programmiersprache (z.B. JAVA)
Verwendbarkeit	Wahlpflichtmodul in sämtlichen Vertiefungsrichtungen der Masterstudiengänge EIT, ME, CAE, INF.
Leistungsnachweis	Schriftlich Prüfung von 75 min Dauer (sP-75) oder mündliche Prüfung von 30 min Dauer (mP-30). Die genaue Art der Prüfung wird zu Beginn des Moduls bekannt gegeben.
Dauer und Häufigkeit	Häufigkeit des Angebots: jedes Studienjahr im WT. vorgesehener Startzeitpunkt innerhalb des Studiengangs im 1. Jahr im Masterstudiengang

Modul 1341 Faserverbundkonstruktionen

zugeordnet zu: Wahlpflichtmodule Vertiefungsrichtung: Physikalisch-Technische Modellierung in der Anwendung auf Luft- und Raumfahrttechnik

Studiengang:	Mathematical Engineering	Modultyp:	Wahlpflicht
Workload gesamt (h):	150 Stunden	ECTS-Punkte:	5
-> Präsenzzeit (h):	72 Stunden	TWS:	5 Stunden
-> Selbststudium (h):	78 Stunden		

Modulbestandteile

Modulverantwortlicher Prof. Dr.-Ing. habil. Norbert Gebbeken

Inhalt

Grundlagen der Faserverbundtechnologie (Prof. Gebbeken):

- Werkstoffgesetze und Materialmodelle
- Tragverhalten und Berechnung von inhomogenen Stäben und Balken
- Berechnung dickwandiger Bauteile
- Festigkeitsnachweis und Versagenskriterien

Netztheorie (Prof. Gebbeken):

- Auslegung und Optimierung von Laminaten
- Berechnung von Sandwichstrukturen
- Feuchte- und Temperatureinflüsse
- Berechnung geklebter Strukturen

Nachweismethodik bzgl. Lebensdauer und Schadenstoleranz (Prof. Gebbeken)

Qualifikationsziele

Die Studierenden kennen grundlegende Unterschiede zwischen isotropen und orthotropen sowie anisotropen Werkstoffgesetzen. Sie wissen um die Vor- und Nachteile der Faserverbundtechnologie, verstehen das Tragverhalten von Faserverbundkonstruktionen und können dieses analytisch und numerisch berechnen.

Voraussetzungen

Grundkenntnisse ebener Flächentragwerke, z.B. aus dem Modul Statik III

Verwendbarkeit

Moderne Werkstoffe wie Faserverbundwerkstoffe haben in der Bauindustrie in den letzten Jahren erheblich an Bedeutung gewonnen. Doch auch in anderen Ingenieurwissenschaften werden Faserverbundmaterialien eingesetzt. Dieses Modul vermittelt Grundlagen und zeigt Anwendungsmöglichkeiten auf.

Leistungsnachweis Schriftliche Prüfung 60 Minuten oder mündliche Prüfung 20 Minuten.

Sonstige Bemerkungen Das Modul wird nicht in jedem Studienjahr angeboten.

Dauer und Häufigkeit Das Modul dauert 1 Trimester.
Das Modul beginnt im Herbsttrimester.

Modul 1223 FEM in der Antriebstechnik

zugeordnet zu: Wahlpflichtmodule Vertiefungsrichtung: Physikalisch-Technische Modellierung in der Anwendung auf Luft- und Raumfahrttechnik

Studiengang:	Mathematical Engineering	Modultyp:	Wahlpflicht
Workload gesamt (h):	150 Stunden	ECTS-Punkte:	5
-> Präsenzzeit (h):	60 Stunden	TWS:	5 Stunden
-> Selbststudium (h):	90 Stunden		

Modulbestandteile	12231	FEM in der Antriebstechnik (Vorlesung (WP) - 2 TWS)
	12232	FEM in der Antriebstechnik (Übung (WP) - 3 TWS)

Modulverantwortlicher Prof. Dr.-Ing. Dieter Gerling

Inhalt

- Einführung in die Methode der Finiten Elemente (FEM),
- Maxwell'sche Gleichungen,
- Vorstellung verschiedener FEM-Software-Produkte (ANSYS, OPERA),
- Berechnung des magnetischen Kreises von elektrischen Maschinen,
- Berechnung von Temperaturverläufen in elektrischen Maschinen,
- Modellbildung,
- Erstellung des Gitternetzes,
- Berücksichtigung nichtlinearer Materialeigenschaften,
- Berechnung wichtiger Auslegungsgrößen (Induktion, Drehmoment, Erwärmung),
- Anwendungsbeispiele: hochausgenutzte elektrische Maschinen für Elektrofahrzeuge (permanentmagneterregte Synchronmaschinen, geschaltete Reluktanzmaschinen).

Qualifikationsziele

- Kenntnisse numerischer Berechnungsverfahren mit Hilfe der Methode der Finiten Elemente (FEM),
- Einführung in spezielle FEM-Software-Produkte (ANSYS, OPERA),
- Lösungsstrategien für elektromagnetische, thermische und akustische Problemstellungen,
- Beurteilung und Darstellung der Ergebnisse aus numerischen Berechnungen.

Voraussetzungen

Kenntnisse in „Elektrische Maschinen und Antriebe“, wie sie z.B. in einem der Module „Elektrische Maschinen und Antriebe (EIT)“, „Energietechnik B“ (EIT) oder „Elektrische Maschinen und Antriebe (ME)“ aus den jeweiligen B.Sc.-Studiengängen vermittelt werden.

Verwendbarkeit

Wahlpflichtmodul aus dem allgemeinen Wahlpflichtmodulkatalog nach den zugehörigen Modulhandbüchern für die Master-Studiengänge:

- Elektrotechnik und Informationstechnik (M.Sc.) -

- Vertiefungsrichtungen „Energietechnische Systeme“,
„Kommunikationstechnik“ oder „Sicherheitstechnik“;
• Mathematical Engineering (M.Sc.) - Vertiefungsrichtung „Mechatronik“

Leistungsnachweis

Schriftliche Prüfung von 45 - 120 min. Dauer (sP-45-120) oder mündliche Prüfung von 15 - 40 min. Dauer (mP-15-40), kombinierbar mit Notenschein (NoS) oder Teilnahmechein (TS) oder Notenschein (NoS). Die genaue Art der Prüfung wird zu Beginn des Moduls bekannt gegeben.

Literatur

G. Dajaku: Vorlesungsskript „FEM in der Antriebstechnik“, UniBw München, EAA, 2010
W. Schätzing: „FEM für Praktiker - Band 4: Elektrotechnik“, 2. Auflage, Expert-Verlag, Renningen, 2009

Dauer und Häufigkeit

Das Modul dauert 1 Trimester.
Das Modul beginnt jedes Studienjahr jeweils im Frühjahrstrimester. Als Startzeitpunkt ist das Frühjahrstrimester im 1. Studienjahr vorgesehen.

Modul 1056 Filter- u Schätzverfahren

zugeordnet zu: Wahlpflichtmodule Vertiefungsrichtung: Physikalisch-Technische Modellierung in der Anwendung auf Luft- und Raumfahrttechnik

Studiengang:	Mathematical Engineering	Modultyp:	Wahlpflicht
Workload gesamt (h):	150 Stunden	ECTS-Punkte:	5
-> Präsenzzeit (h):	48 Stunden	TWS:	4 Stunden
-> Selbststudium (h):	102 Stunden		

Modulbestandteile	10561	Filter- und Schätzverfahren (Vorlesung (PF) - 2 TWS)
	10562	Filter- und Schätzverfahren (Übung (PF) - 2 TWS)

Modulverantwortlicher Prof. Dr.-Ing. Hans-Joachim Wünsche

Inhalt

Die Studierenden erwerben im Modul Filter- und Schätzverfahren einen detaillierten Einblick in Methoden zur optimalen Schätzung von nicht direkt oder nur schlecht messbaren Zustandsgrößen aus ver-rauschten Messgrößen.

Ausgehend von einer Wiederholung von Grundlagen der Stocha-stik werden Verfahren zur Filterung verrauschter Messdaten und zur Schätzung nicht messbarer Zustandsgrößen aus verrauschten Messdaten vorgestellt.

Im Einzelnen werden folgende Themen behandelt:

- 1) Einführung: Wiederholung zur Darstellung linearer, zeitdiskreter Systeme im Zustandsraum und zur Beobachtbarkeit. Auffrischung von Grundlagen der Stochastik und der Fehlermodellierung. Wahl von Koordinatensystemen.
- 2) Lineare Schätzer: Lineare Ausgleichsrechnung (mehr Gleichungen als Unbekannte) und lineare, gewichtete Ausgleichsrechnung. Hieraus Ableitung des Gauss-Markov-Schätzers sowie des rekursiven Gauss-Markov-Schätzers.
- 3) Wiederholung des Luenberger Beobachters im Zustandsraum
- 4) Kalman-Filter: Ausgehend vom regulären, diskreten Kalman Filter werden das erweiterte Kalman Filter sowie das stabilisierte Kalman Filter behandelt. Filter-Tuning, Genauigkeit, Vergleich mit dem Beobachter. Sequentielle Innovation.
- 5) Einführung in die Square Root Filter. Der UD-faktorierte Kalman Filter.
- 6) Unscented Kalman Filter.
- 7) Partikel filter
- 8) Spezielle Themen der Filter- und Schätztheorie:
 - Verarbeitung von Messwerten aus unterschiedlichen Zeitpunkten.
 - Zuordnung realer Messwerte zu vorhergesagten Messwerten (welcher Messwert gehört zu welchem Objekt?).
 - Datenfusion

Qualifikationsziele	<p>Die Studierenden</p> <ol style="list-style-type: none">1) kennen die wesentlichen Verfahren zur Filterung verrauschter Messdaten und zur Schätzung unbekannter Zustandsgrößen aus solchen Daten.2) verstehen die wesentlichen Unterschiede zwischen den einzelnen Verfahren und kennen ihre Vor- und Nachteile3) können die erlernten Kenntnisse im darauf folgenden Praktikum „Autonome Systeme“ beim Aufbau eines autonomen Modell-Fahrzeugs anwenden. Dabei wird eine einfache „Fahrbahn“ über eine ins Fahrzeug eingebaute Kamera erfasst, woraus über die erlernten Schätzverfahren der Bewegungszustand des Fahrzeugs geschätzt wird. Im Wettbewerb optimieren Studenten-Teams diese Zustandschätzer und dazu entwickelte Zustandsregler zur Erzielung optimaler Rundenzeiten.
Voraussetzungen	<p>Notwendig sind gute Kenntnisse der in den Modulen „Digitale Regelung“ und „Moderne Methoden der Regelungstechnik“ vermittelten Kenntnisse (vor allem zeitdiskrete Zustandsraumdarstellung), sowie Grundkenntnisse in Stochastik und höherer Mathematik.</p>
Verwendbarkeit	<p>Sehr viele ingenieurtechnische Aufgaben erfordern die Rekonstruktion oder Filterung von Daten aus verrauschten Sensordaten oder Messwerten. Anwendungen reichen von der Schätzung der Trajektorie von Flugkörpern oder der Bahn von Satelliten oder anderer Fahrzeuge bis zur Bestimmung der eigenen Lage z.B. über GPS Laufzeitmessungen.</p> <p>Darüberhinaus sind viele regelungstechnische Aufgaben erst nach Beobachtung oder Schätzung nicht direkt messbarer Zustandsgrößen lösbar, z.B. nach Schätzung der Position des eigenen Fahrzeugs oder Flugzeugs im 3D-Raum aus den 2D-Bildern einer on-board Kamera oder eines Laserscanners.</p>
Leistungsnachweis	<p>Schriftliche Prüfung 75 Minuten oder mündliche Prüfung 30 Minuten</p>
Sonstige Bemerkungen	<p>Dieses Modul kann auch als Munich-Aerospace-Partnermodul belegt werden.</p> <p>Zuordnung zu den Studienschwerpunkten siehe Tabelle am Anfang des Dokumentes.</p>
Dauer und Häufigkeit	<p>Das Modul dauert 1 Trimester, es findet im Herbsttrimester des 1. Master-Studienjahres statt.</p>

Modul 1348 Finite Methoden und Stoffgesetze Hochdynamik

zugeordnet zu: Wahlpflichtmodule Vertiefungsrichtung: Physikalisch-Technische Modellierung in der Anwendung auf Luft- und Raumfahrttechnik

Studiengang:	Mathematical Engineering	Modultyp:	Wahlpflicht
Workload gesamt (h):	150 Stunden	ECTS-Punkte:	5
-> Präsenzzeit (h):	60 Stunden	TWS:	4 Stunden
-> Selbststudium (h):	90 Stunden		

Modulbestandteile	13481	Numerische Simulationsverfahren (Vorlesung (PF) - 1 TWS)
	13482	Werkstoffcharakterisierung (Vorlesung (PF) - 1 TWS)
	13483	Laborpraktikum (Praktikum (PF) - 2 TWS)

Modulverantwortlicher Prof. Dr.-Ing. habil. Norbert Gebbeken

- Inhalt
- Werkstoffcharakterisierung (Prof. Hiermaier):
- Vorstellung ratenabhängiger Werkstoffeigenschaften
 - Anforderungen an einen gültigen Versuch zur Parameteridentifikation
 - Spezielle Probleme bei dynamischen Materialtests
 - Ratenabhängige Elastizität, Plastizität und Versagen bei uniaxialem Zug
 - Generalisierung im Hauptspannungsraum
 - Mathematische Modelle zur Beschreibung ratenabhängiger Plastizität
 - Phänomenologische Einführung in die Physik der Stoßwellen
 - Bedeutung des nichtlinearen Zusammenhangs zwischen Druck und Dichte für die Entstehung und Ausbreitung von Stoßwellen
 - Zerlegung des Spannungstensors in Deviator und Hydrostatischen Druck
 - Formulierung einer nichtlinearen Zustandsgleichung für Metalle
- Numerische Simulationsverfahren (Dr.-Ing. Martin Sauer):
- Wellenausbreitung als der Mechanismus zur Erreichung von Gleichgewichtszuständen in Statik und Dynamik
 - Notwendigkeit einer zeitaufgelösten Untersuchung bei dynamischen Belastungsarten
 - Beschreibung eines Deformationsprozesses in Festkörpern mittels Erhaltungsgleichungen und konstitutiver Gleichungen
 - Zeitabhängigkeit der zu lösenden Gleichungen
 - Diskretisierung der Gleichungen mit Finiten Elementen
 - Alternative Diskretisierung mit Finiten Differenzen
 - Optionen netzfreier Verfahren
 - Zeitliche Diskretisierung mit Finiten Differenzen
 - Implizite und explizite Zeitintegration: Vor- und Nachteile

Qualifikationsziele	Erkennen der Abhängigkeit mechanischer Eigenschaften von der Belastungsgeschwindigkeit. Fähigkeit, einen Materialtest von einem Validierungsversuch zu unterscheiden, d.h. Einsicht in die Notwendigkeit wohl definierter Spannungs- und Verzerrungszustände beim Versuch. Einblick in die Durchführung und typische Ergebnisse uniaxialer Zugversuche bei variierenden Verzerrungsraten. Fähigkeit einer Zuordnung von Termen in einfachen ratenabhängigen Modellen zum vorher experimentell identifizierten Verhalten. Verständnis der Stoßwelle als Welle mit sprunghafter Druckänderung, die im Festkörper nur auftritt, wenn ein nichtlinearer Zusammenhang zwischen Druck und Dichte besteht. Einsicht in die Notwendigkeit einer nichtlinearen Zustandsgleichung und deren Berücksichtigung durch die Zerlegung des Spannungstensors. Einsicht in Gemeinsamkeit und Unterschiede zwischen quasi-statischen und dynamischen Belastungen. Erkennen der Erhaltungsgleichungen für Masse, Impuls und Energie als Alternative zur bekannten Beschreibung von Gleichgewichtszuständen. Verständnis der Grundidee von Diskretisierung. Übertragung der bekannten Methoden räumlicher Diskretisierung auf den Aspekt der zeitlichen Auflösung. Fähigkeit, die gewonnenen Erkenntnisse in einem expliziten Solver anzuwenden.
Voraussetzungen	Kenntnisse der Kontinuumsmechanik und Werkstoffmodelle
Verwendbarkeit	Dieses Modul eröffnet allgemein auslegenden Ingenieuren ein breites Anwendungsgebiet im Bereich dynamisch belasteter Strukturen - insbesondere auch außerhalb des Bauingenieurwesens (z.B. in der Automobilindustrie bei Crash-Berechnungen oder in Bereichen des Maschinenbaus sowie der Luft- und Raumfahrtindustrie).
Leistungsnachweis	Mündliche Prüfung 30 Minuten oder schriftliche Prüfung 90 Minuten.
Dauer und Häufigkeit	Das Modul dauert 1 Trimester. Das Modul beginnt jedes Studienjahr jeweils im Wintertrimester.

Modul 1061 Flugsystemtechnik I

zugeordnet zu: Wahlpflichtmodule Vertiefungsrichtung: Physikalisch-Technische Modellierung in der Anwendung auf Luft- und Raumfahrttechnik

Studiengang:	Mathematical Engineering	Modultyp:	Pflicht
Workload gesamt (h):	150 Stunden	ECTS-Punkte:	5
-> Präsenzzeit (h):	48 Stunden	TWS:	4 Stunden
-> Selbststudium (h):	102 Stunden		

Modulbestandteile 10611 Flugsystemtechnik I (Vorlesung (PF) - 4 TWS)

Modulverantwortlicher Prof. Dr.-Ing. Peter Stütz

Inhalt

Nachdem im Bachelor-Modul „Luftfahrtsysteme“ das Gesamtsystem „Luftfahrt“ bestehend aus Luftfahrzeug, Betreiber, Nutzer und Öffentlichkeit skizziert und Luftfahrzeuge in ihren konfigurativen Merkmalen und wesentlichen, den Phänotyp bestimmenden Baugruppen beschrieben wurden, wird im Modul „Luftfahrtsysteme I“ detaillierter auf einzelne Teilsysteme eines Luftfahrzeuges eingegangen. Die Betrachtung erfolgt dabei sowohl von funktionaler als auch systemtechnischer Sicht. Die dabei vorgenommenen Betrachtungen gelten dabei sowohl für Flächenflugzeuge als auch Drehflügler.

Der erste Teil der Lehrveranstaltung befasst sich zunächst mit den Subsystemen, deren Aufgabe die Bereitstellung, Umformung und Weiterleitung verschiedener Energieformen ist. Dazu wird zunächst auf das

- Antriebssystem

und darauf auch die sogenannten Grundsysteme

- Hydraulik,
- Elektrik,
- Pneumatik und
- Kraftstoff

eingegangen. Anschließend wird das, darauf aufbauende

- Flugsteuerungssystem

behandelt.

Der zweite Teil der Lehrveranstaltung befasst sich dann mit dem generellen Design und der Analyse sogenannter Sicherheitskritischer Systeme. Um die Bedeutung und spezifischen Anforderungen im Luftfahrtbereich in dieser Hinsicht zu verstehen, wird zudem auf die grundlegenden luftfahrttechnischen Regularien und Definitionen sowie auf die Durchführung einer systematischen Sicherheitsbeurteilung in den einzelnen Phasen des System-Entwurfs von Luftfahrzeugen eingegangen. Als Einstieg in die Thematik erfolgt einleitend die Definition und Abgrenzung wichtiger Begriffe wie Sicherheit, Zuverlässigkeit und

Verfügbarkeit. Grundlegend für die weiteren Betrachtungen wird anschließend auf das Ausfallverhalten von Bauteilen, deren Ausfallwahrscheinlichkeiten, Ausfallraten und die mathematische Beschreibung mittels Weibull-Verteilungen eingegangen. Im Weiteren werden Designansätze zur Erhöhung der Sicherheit und Zuverlässigkeit, wie

- Redundanz und
- Diversität

vorgelegt sowie Analysemethoden wie

- Failure Hazard Analyses,
- Failure Mode and Effects Analysis,
- Fault Tree Analyses,
- Dependence Diagram
- Markov Analyses

diskutiert und an einem Beispiel angewendet.

Qualifikationsziele

- 1) Der/die Studierende hat vertiefte Kenntnisse der einzelnen Baugruppen und Subsysteme eines Luftfahrzeuges.
- 2) Der/die Studierende kennt Aufgaben und Leistungsgrenzen der grundlegenden Luftfahrzeugsysteme und kann unterschiedliche technische Varianten vergleichen.
- 3) Der/die Studierende ist in der Lage, Auswirkungen des Ausfalls bzw. der Fehlfunktion bestimmter Subsysteme und Komponenten hinsichtlich ihrer Relevanz für die Missionserfolg und insbesondere Flugsicherheit zu beurteilen.
- 4) Der/die Studierende kennt die Anforderungen und den Ablauf eines Safety Assessments in der Luftfahrt und kann die wesentlichen, dazu notwendigen Methoden anwenden.

Voraussetzungen

Luftfahrtsysteme

Verwendbarkeit

Es wird grundlegendes Fach- und Methodenwissen für die spätere Tätigkeit als System- und Entwicklungsingenieur vermittelt.

Leistungsnachweis

Schriftliche Prüfung 120 Minuten oder mündliche Prüfung 30 Minuten

Sonstige Bemerkungen

Zuordnung zu den Studienschwerpunkten siehe Tabelle am Anfang des Dokumentes.

Literatur

- Moir I.; Seabridge A.: Aircraft Systems; Wiley, 2008.
- Langton R. (Ed.); Aircraft Fuel Systems; Wiley, 2009.
- Birrolini; Zuverlässigkeit von Geräten und Systemen; Springer, Berlin, 1997
- SAE ARP 4761; Guidelines and Methods for Conducting the Safety Assessment Process on Civil Airborne Systems and Equipment

Dauer und Häufigkeit

Das Modul dauert ein Trimester, es findet im Herbsttrimester des 1. Master-Studienjahres statt.

Modul 1062 Flugsystemtechnik II

zugeordnet zu: Wahlpflichtmodule Vertiefungsrichtung: Physikalisch-Technische Modellierung in der Anwendung auf Luft- und Raumfahrttechnik

Studiengang:	Mathematical Engineering	Modultyp:	Pflicht
Workload gesamt (h):	150 Stunden	ECTS-Punkte:	5
-> Präsenzzeit (h):	48 Stunden	TWS:	4 Stunden
-> Selbststudium (h):	102 Stunden		

Modulbestandteile	10621	Flugsystemtechnik II (Vorlesung (PF) - 3 TWS)
	10622	Flugsystemtechnik II (Seminar (PF) - 1 TWS)

Modulverantwortlicher Prof. Dr.-Ing. Peter Stütz

Inhalt

Nachdem im Master-Modul "Flugsystemtechnik I" auf die Grundsysteme eines Luftfahrzeuges eingegangen wurde, vertieft das Modul "Flugsystemtechnik II" die Kenntnisse in weiteren, zum Großteil elektronisch dominierten Teilsystemen und Komponenten.

Da in heutigen Luftfahrzeugen die Vernetzung der einzelnen Subsysteme sowie der jeweiligen funktionalen Domänen in hohem Grade zunimmt, wird im ersten Teil der Lehrveranstaltung "Avionik" auf die IT-technische Infrastruktur eingegangen und dabei die

- Grundlagen eingebetteter Rechnersysteme und -strukturen,
- digitale Bussysteme sowie die sog.
- "Integrierte Modulare Avionik"

angesprochen.

Anschließend werden weitere, darauf aufbauende Subsysteme wie

- Kommunikations- und Datalinksysteme
- Missionssensorsysteme sowie
- Bewaffnung / ECM / ESM / DASS.

behandelt.

Abschließend werden durch die Studierenden ausgewählte Einzelthemen, die an den behandelten Inhalt angelagert sind, aufbereitet und in Form von Kurzpräsentationen vorgetragen.

Qualifikationsziele

- 1) Der/die Studierende hat vertiefte Kenntnisse der IT-technische Infrastruktur an Bord eines Luftfahrzeugs.
- 2) Der/die Studierende kennt Aufgaben und Leistungsgrenzen der wesentlichen Kommunikations- und Datalinksysteme als Schnittstelle zum Boden.
- 3) Der/die Studierende kennt die Stärken und Schwächen verschiedener Missionssensorsysteme, kann die unterschiedlichen techni-

schen Varianten vergleichen und hat vertiefte Kenntnisse über deren Funktionsprinzip.

Voraussetzungen

Luftfahrtsysteme, Flugsystemtechnik I

Verwendbarkeit

Es wird grundlegendes Fach- und Methodenwissen für die spätere Tätigkeit als System- und Entwicklungsingenieur vermittelt.

Leistungsnachweis

Benoteter Schein

Die Erstellung der Kurzpräsentationen erfolgt als Gruppenarbeit. Der Schein setzt sich zusammen aus der bewerteten Kurzpräsentation und einer weiteren mündlichen/schriftlichen Wissensabfrage.

Sonstige Bemerkungen

Dieses Modul kann auch als Munich-Aerospace-Partnermodul belegt werden.

Zuordnung zu den Studienschwerpunkten siehe Tabelle am Anfang des Dokumentes.

Literatur

- Moir; Seabridge; Civil Avionics Systems; Wiley, 2003.
- Tooley; Aircraft Digital Electronics and Computer Systems; Elsevier, 2007
- Flühr; Avionik und Flugsicherungstechnik; Springer, 2009

Dauer und Häufigkeit

Das Modul dauert ein Trimester, es findet im Wintertrimester des 2. Master-Studienjahres statt.

Modul 1063 Flugzeugaerodynamik

zugeordnet zu: Wahlpflichtmodule Vertiefungsrichtung: Physikalisch-Technische Modellierung in der Anwendung auf Luft- und Raumfahrttechnik

Studiengang:	Mathematical Engineering	Modultyp:	Pflicht
Workload gesamt (h):	150 Stunden	ECTS-Punkte:	5
-> Präsenzzeit (h):	48 Stunden	TWS:	4 Stunden
-> Selbststudium (h):	102 Stunden		

Modulbestandteile	10631	Flugzeugaerodynamik (Vorlesung (PF) - 2 TWS)
	10632	Flugzeugaerodynamik (Übung (PF) - 2 TWS)

Modulverantwortlicher Prof. Dr. rer. nat. habil. Christian Kähler

Inhalt	<ul style="list-style-type: none"> • Kompressible Strömung/Aerodynamik • Pfeilflügel • Hochauftriebshilfen • Reine Überschallaerodynamik • Theorie schlanker Körper • Aerodynamik des Triebwerkeinlaufs • Rumpfaerodynamik • Flügel-Rumpf-Kombination
--------	---

Qualifikationsziele	<p>Die Studierenden sind in der Lage, dem Einfluss der Kompressibilität auf die Profilaerodynamik Rechnung zu tragen.</p> <p>Die Studierenden beherrschen die Anwendung der Potentialgleichung bei kompressibler Strömung.</p> <p>Die Schwierigkeiten des Flügels in der Transonik sind den Studierenden bekannt.</p> <p>Die Studierenden wissen um die Auswirkung der Flügelpfeilung.</p> <p>Die Studierenden kennen die Varianten mechanischer Hochauftriebshilfen und deren potentialtheoretische Berechnungsmethodik.</p> <p>Den Studierenden ist die Berechnung von Strömungen an Verdichtungsstößen bzw. Expansionsfächern geläufig. Die Berechnung aerodynamischer Beiwerte an Profilen sowie die Grundzüge der Flächenregeln sind verstanden.</p> <p>Die Studierenden verstehen die Aerodynamik des Triebwerkeinlaufs.</p> <p>Die Studierenden können die Umströmung einfacher Rumpfgeometrien mit Hilfe der Potentialtheorie nachvollziehen und kennen die mit reibungsbehafteter Strömung verbundenen Probleme und Gegenmaßnahmen.</p>
---------------------	--

Voraussetzungen	Vorausgesetzt werden Kenntnisse aus den Modulen „Höhere Mathematik“, „Strömungsmechanik“ und „Grundlagen der Aerodynamik“
-----------------	---

Verwendbarkeit	Die Flugzeugaerodynamik stellt die Voraussetzung für die aerodynamische Auslegung von Fluggeräten in allen Machzahlbereichen zur Verfügung.
Leistungsnachweis	Schriftliche Prüfung 75 Minuten oder mündliche Prüfung 30 Minuten
Sonstige Bemerkungen	Die Vorlesung ist für die Beamer-Projektion konzipiert. In der Übung werden unter Einbeziehung der Studierenden Aufgaben vorgerechnet. Zuordnung zu den Studienschwerpunkten siehe Tabelle am Anfang des Dokumentes.
Literatur	<ul style="list-style-type: none">• Schlichting H., Truckenbrodt E.A.: Aerodynamik des Flugzeuges. Band 1. Springer Verlag, 2000.• Schlichting H., Truckenbrodt E.A.: Aerodynamik des Flugzeuges. Band 2. Springer Verlag, 2000.• Bertin J.J., Smith M.L.: Aerodynamics for Engineers. Prentice-Hall, 1989.• Anderson J.D.: Fundamentals of Aerodynamics. McGraw-Hill Book Company, 1984.
Dauer und Häufigkeit	Das Modul dauert 1 Trimester. Es findet im Wintertrimester des 1. Master-Studienjahres statt.

Modul 1064 Flugzeugentwurf

zugeordnet zu: Wahlpflichtmodule Vertiefungsrichtung: Physikalisch-Technische Modellierung in der Anwendung auf Luft- und Raumfahrttechnik

Studiengang:	Mathematical Engineering	Modultyp:	Pflicht
Workload gesamt (h):	150 Stunden	ECTS-Punkte:	5
-> Präsenzzeit (h):	60 Stunden	TWS:	5 Stunden
-> Selbststudium (h):	90 Stunden		

Modulbestandteile	10641	Flugzeugentwurf (Vorlesung, Übung (PF) - 5 TWS)
-------------------	-------	--

Modulverantwortlicher	Prof. Dr.-Ing. Peter Stütz
-----------------------	----------------------------

Inhalt

Das Modul "Flugzeugentwurf" liefert die Grundlagen für den konzeptionellen Vorentwurf von Flächenflugzeugen. Hierbei sollen die Studenten in die Lage versetzt werden, anhand vorgegebener Randbedingungen einen Basisentwurf zu generieren.

Im Einführungskapitel wird der Entwicklungsprozess als Teil des Produktlebensdauerzyklus dargestellt. Weiterhin werden die Interessen und Einflüsse sämtlicher an einem Projekt beteiligten Parteien beleuchtet. In diesem Zusammenhang wird auch auf relevante Zulassungsvorschriften eingegangen. Im weiteren Verlauf beschränken sich die Betrachtungen auf den Konzeptentwurf als Teil des Vorentwurfs.

Zunächst wird das Auslegungsdiagramm, in welchem die grundsätzlichen Entwurfsparameter "Schub/Gewichtsverhältnis" F/G über "Flächenbelastung" G/S aufgetragen sind, allgemein vorgestellt. Im weiteren Verlauf werden aus gestellten Leistungsanforderungen Grenzen des Auslegungsdiagramms entwickelt.

Im ersten Schritt werden die Punkteleistungen (Steigfähigkeit, Beschleunigungsfähigkeit, max. Fluggeschwindigkeit, Dienstgipfelhöhe, durchgehaltene und maximale Wenderaten) hergeleitet, sowie die daraus entstehenden Grenzen im Auslegungsdiagramm bestimmt.

Die Betrachtung der Missionsleistungen erfordert zunächst eine Darstellung möglicher Missionsarten, sowie die Gliederung einer Mission in Missionssegmente.

Im weiteren Verlauf werden Start- und Landestrecke betrachtet. Eine Aufteilung in Teilsegmente erlaubt die Abschätzung der benötigten Roll- und Gesamtstrecken. Anschließend werden die sich aus dieser Betrachtung ergebenden Grenzen im Auslegungsdiagramm bestimmt. Weitere Grenzen wie z.B. Böenlastvielfache, Mindeststeigwinkel bei Triebwerksausfall etc. werden behandelt und dem Auslegungsdiagramm hinzugefügt. Abschließend ergibt sich ein Auslegungsbereich möglicher Kombinationen der Parameter G/S und F/G in dem der Auslegungspunkt gewählt werden muss.

Anschließend an die Behandlung des Auslegungsdiagramms werden Reichweiten- und Warteflug, sowie die Reichweitenoptimierung behandelt.

Mithilfe der nun bekannten Zusammenhänge für Reichweiten-, Warte-, Steig- und Kurvenflug sowie einiger empirischer Ansätze für weitere Flugabschnitte wird mit der Fuel-Fraction-Methode eine Möglichkeit zur Bestimmung des Treibstoffbedarfs für eine vorgegebene Mission vorgestellt. Hiermit ergibt sich auch die Möglichkeit zur Bestimmung des Nutzlast-Reichweiten-Diagramms.

Durch iterative Anwendung der Fuel-Fraction-Methode ist nun eine Bestimmung der Abflugmasse für eine Auslegungsmission möglich. Somit können aus der Wahl des Auslegungspunkts die Größen für die Flügelfläche und den installierten Schub bestimmt werden.

Die bisherigen Betrachtungen hatten zum Ziel, die Grundlegenden Größen für die Erstellung einer Dreiseitenansicht zu bestimmen. In den weiteren Kapiteln werden die Auslegung von Flügel und Rumpf, die Dimensionierung von Leitwerk und Fahrwerk, sowie die Integration von Fahrwerk und Triebwerk behandelt. Hierbei wird insbesondere auf geometrische Randbedingungen sowie die Schwerpunktage eingegangen.

Im nächsten Schritt wird die Bestimmung der Leermasse anhand von empirischen Formeln behandelt. Hierbei werden Teilmassen für einzelne Baugruppen bestimmt, so dass eine Festlegung des Gesamtschwerpunkts möglich wird.

Abschließend werden die bei einem Projekt entstehenden Kosten behandelt, welche für eine Wirtschaftlichkeitsprognose abgeschätzt werden müssen. Hierfür wird auf ein parametrisches Modell zurückgegriffen.

Qualifikationsziele

- 1) Der/die Studierende kennt den Produkt-Lebensdauerzyklus eines Luftfahrzeugs, sowie die Einbindung des Konzept- und Vorentwurfs.
- 2) Der/die Studierende kennt den Ablauf der Arbeitsschritte im Konzeptentwurf.
- 3) Der/die Studierende kennt die für den Konzeptentwurf wichtigen Auszüge der Zulassungsvorschriften.
- 4) Der/die Studierende kann die Punkteleistungen für ein Fluggerät berechnen und kennt die Einflüsse der konstruktiven Parameter.
- 5) Der/die Studierende kennt die unterschiedlichen Arten von Flugmissionen sowie die Unterteilung in Missionssegmente.
- 6) Der/die Studierende kann die Start- und Landestrecke berechnen und kennt die Einflüsse der konstruktiven Parameter.
- 7) Der/die Studierende kann die Reichweite einer Konfiguration sowie den reichweitenoptimalen Betriebspunkt bestimmen und daraus ein Nutzlast-Reichweitendiagramm erstellen.
- 8) Der/die Studierende kann mit Hilfe des Auslegungsdiagramms anhand vorgegebener Randbedingungen den optimalen Auslegungspunkt für eine Flugzeugkonfiguration bestimmen.
- 9) Der/die Studierende kennt die Grundlagen der Erstellung statistischer Formeln für die Massenabschätzung.
- 10) Der/die Studierende kann mit Hilfe der iterativen Anwendung der Fuel-Fraction-Methode das Abfluggewicht eines Konzeptes abschätzen, sowie die Sensitivitäten bezüglich der Eingangsparameter und der gestellten Anforderungen bestimmen.

- 11) Der/die Studierende kennt die Randbedingungen für die Auslegung von Flügel, Rumpf, Leitwerk und Fahrwerk sowie deren Integration.
- 12) Der/die Studierende kennt die Aufteilung der Gesamt- sowie der Betriebsleermasse in Teilmassen sowie Verfahren zur statistischen Leermasseabschätzung.
- 13) Der/die Studierende kennt die Aufteilung der bei einem Flugzeugprojekt entstehenden Kosten.

Voraussetzungen

Grundlagen der Flugmechanik und Luftfahrttechnik

Verwendbarkeit

Die Inhalte des Moduls liefern die Grundlagen zur Analyse und Synthese von Flächenflugzeugen.

Leistungsnachweis

Benoteter Schein
Die Übung erfolgt als Entwurfsaufgabe in Gruppenarbeit.
Der Schein setzt sich zusammen aus der bewerteten Gruppenarbeit und einer weiteren mündlichen/schriftlichen Wissensabfrage.

Sonstige Bemerkungen

Zuordnung zu den Studienschwerpunkten siehe Tabelle am Anfang des Dokumentes.

Literatur

- Anderson J.D.: Aircraft performance and design. Boston, 1999
- Fielding, J.P.: Introduction to aircraft design. Cambridge, 2003
- Howe, D.: Aircraft Conceptual Design. Suffolk, 2000
- Raymer, D.P.: Aircraft Design: A conceptual Approach. AIAA Education Series, 1992
- Roskam J.: Airplane Design. Parts I-VIII. Kansas, 1989
- Torenbeek, E.: Synthesis of subsonic Airplane Design. Delft, 1982

Dauer und Häufigkeit

Das Modul dauert ein Trimester, es findet im Frühjahrstrimester des 1. Master-Studienjahres statt.

Modul 1364 Fortgeschrittene Methoden der Regelungstechnik

zugeordnet zu: Wahlpflichtmodule Vertiefungsrichtung: Physikalisch-Technische Modellierung in der Anwendung auf Luft- und Raumfahrttechnik

Studiengang:	Mathematical Engineering	Modultyp:	Wahlpflicht
Workload gesamt (h):	180 Stunden	ECTS-Punkte:	6
-> Präsenzzeit (h):	72 Stunden	TWS:	6 Stunden
-> Selbststudium (h):	108 Stunden		

Modulbestandteile	13641	Fortgeschrittene lineare Regelung (Vorlesung (WP) - 2 TWS)
	13642	Fortgeschrittene lineare Regelung (Übung (WP) - 1 TWS)
	13643	Nichtlineare Systeme (Vorlesung (WP) - 2 TWS)
	13644	Nichtlineare Systeme (Übung (WP) - 1 TWS)

Modulverantwortlicher Prof. Dr.-Ing. habil. Felix Anritter

Inhalt Lehrveranstaltung a): Fortgeschrittene Lineare Regelung

- Im ersten Abschnitt der Vorlesung wird die Algebraischen Struktur linearer Systeme geklärt, dies erlaubt unter anderem die Parametrierung aller einen Regelkreis stabilisierenden Regler
- Aussagen über Prinzipielle Grenzen des Reglerentwurfs
- Der zweite Teil der Vorlesung beschäftigt sich mit der Formulierung von Anforderungen an einen geschlossenen Regelkreis mittels Funktionennormen. Durch die im ersten Abschnitt gewonnen Erkenntnisse können systemmatisch Regler entworfen werden, die neben der geforderten Stabilität des Regelkreises bestimmte Anforderungen optimal erfüllen (z.B. Minimierung der benötigten Stellenergie).

Lehrveranstaltung b): Nichtlineare Systeme

- Modell- und Darstellungsformen dynamischer Systeme (Eingangs-/Ausgangs-Differentialgleichung, Zustandsraum-Beschreibung, Blockschaltbilder)
- Ruhelagenbegriff bei nichtlinearen Systemen
- Phasendifferentialgleichung
- Linearisierung nichtlinearer Systeme
- Stabilitätsbegriff nach Lyapunov
- Untersuchung des nichtlinearen Standardregelkreises

Qualifikationsziele • Der Hörer kennt grundsätzliche Grenzen der linearen Regelungstheorie und kann damit die Lösbarkeit verschiedenster Aufgabenstellungen einschätzen. Er kennt zudem zahlreiche Begriffe der fortgeschrittenen linearen Theorie und kann sich nach Abschluß des Moduls selbständig in verschiedene fortgeschrittene Methoden einlesen.

- Fähigkeit, die Unterschiede zwischen einem nichtlinearen Systemmodell und seiner Linearisierung zu kennen und damit die Gültigkeit einer linearisierten Systembeschreibung beurteilen zu können
- Beherrschung der Analyse der Eigenschaften eines nichtlinearen Systems

Voraussetzungen	Modul „Systemtheorie“ bzw. vergleichbare Veranstaltungen
Verwendbarkeit	<ul style="list-style-type: none">• Wahlpflichtmodul aus dem allgemeinen Wahlpflichtmodulkatalog EIT, verwendbar für alle drei Vertiefungsrichtungen, „Energietechnische Systeme“, „Kommunikationstechnik“ und Sicherheitstechnik• Wahlpflichtmodul aus dem allgemeinen Wahlpflichtmodulkatalog „Mathematical Engineering“; dort verwendbar für alle Vertiefungsrichtungen
Leistungsnachweis	Schriftliche Prüfung von 90 min Dauer (sP-90) oder mündliche Prüfung von 30 min Dauer (mP-30) am Ende des Moduls, in der der Inhalt beider Vorlesungen abgefragt wird.
Literatur	zu Lehrveranstaltung a): <ul style="list-style-type: none">• M. Vidyasagar: "Control System Synthesis, A Factorization Approach", MIT Press, 1985,• K. Meyberg: "Algebra, Teil 1", Hanser Verlag, 1980,• R. Unbehauen: "Systemtheorie 1", Oldenbourg Verlag, 2002. zu Lehrveranstaltung b): <ul style="list-style-type: none">• Föllinger, O.: Nichtlineare Regelungen I und II, Oldenbourg Verlag, 1993• Slotine, J.-E. E. und Li, W.: Applied Nonlinear Control, Prentice Hall, 1991• Unbehauen, R.: Systemtheorie 2, Oldenbourg Verlag, 1998• Engell, S. (Hrsg.): Entwurf nichtlinearer Regelungen, Oldenbourg Verlag, 1995

Modul 1326 Fragen der Mikro- und Nanosystemtechnik

zugeordnet zu: Wahlpflichtmodule Vertiefungsrichtung: Physikalisch-Technische Modellierung in der Anwendung auf Luft- und Raumfahrttechnik

Studiengang:	Mathematical Engineering	Modultyp:	Wahlpflicht
Workload gesamt (h):	180 Stunden	ECTS-Punkte:	6
-> Präsenzzeit (h):	72 Stunden	TWS:	2 Stunden
-> Selbststudium (h):	108 Stunden		

Modulbestandteile	13261	Fragen der Mikro- und Nanosystemtechnik (Seminar (WP) - 2 TWS)
-------------------	-------	---

Modulverantwortlicher	Prof. Dr.-Ing. Hermann Baumgärtner
-----------------------	------------------------------------

Inhalt	Mitglieder des Instituts für Physik als auch externe Gäste aus Industrie und Forschungseinrichtungen berichten über aktuelle Herausforderungen und Ergebnisse aus Forschung und Entwicklung auf den Gebieten der Mikro- und Nanosystemtechnik
--------	---

Qualifikationsziele	Die Studierenden erhalten einen Überblick über den aktuellen Stand der Forschung und Entwicklung in der Industrie und öffentlichen Forschungseinrichtungen.
---------------------	---

Voraussetzungen	Die Module Technologie der Halbleiter und Mikrosysteme, Werkstoffe der Elektrotechnik und Nanotechnologie sind hilfreich, aber nicht zwingend vorausgesetzt.
-----------------	--

Verwendbarkeit	Wahlpflichtmodul für Vertiefungsrichtungen der Masterstudiengänge EIT, ME, INF Anwendungsfach Elektrotechnik.
----------------	---

Leistungsnachweis	Regelmäßige Teilnahme über 3 Trimester für den Erhalt eines Teilnahme-scheins. oder Regelmäßige Teilnahme über 3 Trimester und ein 45 min. Vortrag für einen benoteten Schein
-------------------	---

Literatur	Handout der Vortragenden
-----------	--------------------------

Dauer und Häufigkeit	Das Modul erstreckt sich über 3 Trimester <ul style="list-style-type: none"> • Häufigkeit des Angebots: jedes Studienjahr in allen Trimestern • vorgesehener Startzeitpunkt: Jedes Trimester, spätestens 3 Trimester vor Studiumsende
----------------------	---

Modul 1065 FVW-Strukturen

zugeordnet zu: Wahlpflichtmodule Vertiefungsrichtung: Physikalisch-Technische Modellierung in der Anwendung auf Luft- und Raumfahrttechnik

Studiengang:	Mathematical Engineering	Modultyp:	Pflicht
Workload gesamt (h):	150 Stunden	ECTS-Punkte:	5
-> Präsenzzeit (h):	48 Stunden	TWS:	4 Stunden
-> Selbststudium (h):	102 Stunden		

Modulbestandteile	10651	FVW-Strukturen (Vorlesung, Übung (PF) - 4 TWS)
-------------------	-------	---

Modulverantwortlicher	Prof. Dr.-Ing. Helmut Rapp
-----------------------	----------------------------

Inhalt

Die Studierenden erhalten im Modul „FVW-Strukturen“ einführende Kenntnisse über das Verhalten und die Berechnung von Strukturen aus Faserverbundwerkstoffen (FVW). Schwerpunkt bildet die Einführung in die klassische Laminattheorie sowie anzuwendende Versagenshypothesen. Hinweise zur Analyse von Faserverbundstrukturen mittels analytischer und numerischer (FE-) Methoden sowie zur konstruktiven Gestaltung und zur Herstellung runden das Modul ab. Das Modul gliedert sich in folgende Abschnitte:

- Materialien
Faserwerkstoffe,
Matrixwerkstoffe.
- Unidirektionalschicht (UD-Schicht)
Eigenschaften der UD-Schicht,
Werkstoffgesetz der UD-Schicht,
Matrixschumpf und Feuchteaufnahme.
- Mehrschichtverbunde (klassische Laminattheorie)
Transformation der UD-Schicht,
Werkstoffgesetz der geschichteten Platte,
Berechnung von Spannungen in den Einzellagen,
Schubspannungen infolge Querkraft der geschichteten Platte.
- Versagenskriterien
Maximale Spannung, maximale Dehnung,
Versagenskriterien von Hoffmann, Tsai-Wu, Puck.
- Berechnung von FVW-Strukturen
Auslegung und Optimierung von Laminaten,
Stabartige Elemente,
3D-Laminattheorie,
Krafteinleitungen (Bolzen, Schlaufen, Klebung).
- Hinweise zur Fertigung

Qualifikationsziele	1) Die Studierenden kennen die Einzelkomponenten von Faserverbundwerkstoffen und deren Eigenschaften. Sie wissen, wie diese Werkstoffkomponenten im Verbund zusammenwirken.
---------------------	---

- 2) Die Studierenden verstehen das Verhalten orthotroper und anisotroper Werkstoffe, sie können das Versagen solcher Werkstoffe anhand von verschiedenen Bruchkriterien beurteilen.
- 3) Die Studierenden sind in der Lage, die Eigenschaften beliebig aufgebauter Lamine rechnerisch zu ermitteln und deren Eigenschaften im Hinblick auf zu konstruierende Strukturen zu beurteilen.
- 4) Die Studierenden kennen die Stärken, aber auch die Schwächen des Faserverbundwerkstoffes beim Einsatz in tragenden Strukturen.
- 5) Die Studierenden wissen, wie Strukturen aus Faserverbundwerkstoffen hergestellt werden können und welche fertigungsabhängigen Eigenschaften beachtet werden müssen.

Voraussetzungen

Vorausgesetzt werden Kenntnisse in "Festigkeitslehre"

Verwendbarkeit

Das Modul vermittelt die Grundlagen der Konstruktion und der Berechnung von Strukturen aus Faserverbundwerkstoffen. Diese Kenntnisse sind von Bedeutung für alle Strukturen aus Faserverbundwerkstoffen, nicht nur aus dem Bereich der Luft- und Raumfahrttechnik, sondern auch der Automobil- und Windenergie- sowie dem allgemeinen Maschinenbau bis hin zu Sportgeräten.

Leistungsnachweis

Schriftliche Prüfung 90 Minuten (30 Minuten Fragenteil ohne Hilfsmittel, 60 Minuten Aufgabenteil mit allen Hilfsmitteln) oder mündliche Prüfung 30 Minuten (ohne Hilfsmittel)

Sonstige Bemerkungen

Zuordnung zu den Studienschwerpunkten siehe Tabelle am Anfang des Dokumentes.

Literatur

- Schürmann H.: Konstruieren mit Faser-Kunststoff-Verbunden. Berlin: Springer-Verlag, 2005.
- Moser K.: Faser-Kunststoff-Verbund. Entwurfs- und Berechnungsgrundlagen. Düsseldorf: VDI-Verlag, 1992.
- Puck A.: Festigkeitsanalyse von Faser-Matrix-Laminaten. Carl Hanser Verlag: München, 1996.
- Tsai S.W., Hahn T.: Introduction to Composite Materials. Westport/Conn.: Technomic Publishing Company, 1980.
- Vinson J.R., Sierakowski R.L., The behavior of Structures Composed of Composite Materials. Kluwer Academic Publishers, Dordrecht, 2002

Dauer und Häufigkeit

Das Modul dauert ein Trimester, es findet im Wintertrimester des 2. Master-Studienjahres statt.

Modul 1278 Halbleiterproduktionstechnik

zugeordnet zu: Wahlpflichtmodule Vertiefungsrichtung: Physikalisch-Technische Modellierung in der Anwendung auf Luft- und Raumfahrttechnik

Studiengang:	Mathematical Engineering	Modultyp:	Wahlpflicht
Workload gesamt (h):	210 Stunden	ECTS-Punkte:	7
-> Präsenzzeit (h):	84 Stunden	TWS:	7 Stunden
-> Selbststudium (h):	126 Stunden		

Modulbestandteile	12781	Halbleiterproduktionstechnik (Vorlesung (WP) - 3 TWS)
	12782	Halbleiterproduktionstechnik (Praktikum (WP) - 4 TWS)

Modulverantwortlicher Prof. Dr.-Ing. Walter Hansch

Inhalt Vorlesung: Es werden die ökonomischen Produktionsbedingungen einer Halbleiterfabrik herausgearbeitet, Bewertungskriterien für die Effizienz der Produktion und Optimierungspotentiale diskutiert.

Detaillierter Inhalt Teil 1: Überblick zur Historie der Entwicklung von Halbleiterprodukten und deren Märkte; grundlegende Statistik für Wahrscheinlichkeitsberechnungen in der Produktion; Diskussion klassischer und moderner Produktionsmodelle wie Lagerhaltungsmodelle oder Just-in-Time; Überblick zur technologischen Herstellung des Produktes Halbleiter-IC; Diskussion von Produktionseigenheiten in Halbleiterfabriken wie Herstellung in Losen, Automatisierung, workflow; detaillierte Untersuchungen zur „Factory Dynamics“: Beschreibung des physikalischen Verhaltens einer Produktionslinie durch mathematische Gleichungen, 4 Partner Modell, Warteschlangentheorie, die Gesetze und Leistungsparameter (wie Kapazität, Auslastung, Durchlaufzeit, Materialbestand) zur Evaluierung der Produktivität; Träume und Albträume von Managern; Overall Equipment und Factory Efficiency (OEE, OFE); Qualitätsmanagement, Maschinenfähigkeitsuntersuchungen, Design of Experiments, Statistische Prozeßkontrolle. der Produktion und Optimierungspotentiale diskutiert

Praktikum: Es werden die Ergebnisse der Vorlesung in Versuchen nachvollzogen. Hierbei werden modernste Theorien wie DOE, SPC oder Produktivitätssoftware für die Studierenden zur Verfügung gestellt und deren Methoden an praktischen Beispielen vermittelt

Detailliert Inhalt Teil 2: Gruppenspiel zur Erfassung von Performanceparametern (Kapazität, Durchlaufzeiten, Betriebskennlinie) einer Produktionslinie ("Penny-Fab"); Software-Simulation und Optimierung von Produktionslinien; Software-Simulation zum Design-of-Experiments: Methoden des DOE, Parameter und notwendige Mindestanzahl von Versuchen zur Prozeßoptimierung, Auffinden des Optimums, Vertrauensbereich, Fluktuationen, Datenaufbereitung für Berichte; Experimente zum Design-of-Experiments: Aufstellen der Taguchi-Matrix,

Trockenätzungen zum Veraschen von Photolack, Berechnung und Verifizierung des Prozeßoptimums; Methoden des Qualitätsmanagements: Maschinenfähigkeitsuntersuchungen zur Partikeldichte im Reinraum, statistische Prozeßkontrolle: Prozeßbewertung, Eingriffsgrenzen

Qualifikationsziele	Die Studierenden sind nach dem Modul fähig die Methoden und Verfahren zur Erfassung und Reduzierung von Produkterstellungskosten, am Beispiel einer Halbleiterfabrik, anzuwenden. Hierzu gehören Kompetenzen in der Erfassung, Bewertung und Optimierung von Performance und Produktivitätsfaktoren einer Produktionslinie. Die erlernten Methoden zur Bestandsaufnahme, der Produktionszusammenhänge und der übergreifenden, kontinuierlichen Effizienzsteigerung stellen für die Studierenden eine fächerübergreifende, ingenieurwissenschaftliche Qualifikation dar.
Voraussetzungen	<ul style="list-style-type: none">• Kenntnisse in Integral- und Differentialrechnung, Statistik, Interesse an technischen und ökonomischen Zusammenhängen in einer Produktionslinie;
Verwendbarkeit	Wahlpflichtmodul für alle Vertiefungsrichtungen EIT
Leistungsnachweis	<ul style="list-style-type: none">• Nach der Vorlesung eine Prüfung, schriftlich, 60 min (=40%)• Praktikum: Eingangstest (=10%), Versuchsdurchführung (20%), Ausarbeitung (20%), Abschlussprüfung (10%)
Literatur	z.B. W.J.Hopp, M.L.Spearman: Factory Physics, McGraw-Hill, 2001; G.Linß: Qualitätsmanagement für Ingenieure, Fachbuchverlag Leipzig im Carl Hanser Verlag, 2005
Dauer und Häufigkeit	<ul style="list-style-type: none">• Das Modul dauert 2 Trimester.• Der Modulteil 1 findet jedes Studienjahr jeweils im Frühjahrstrimester statt, der Modulteil 2 im folgenden Herbsttrimester.• Als Startzeitpunkt ist das 9. Trimester (Frühjahr) vorgesehen.

Modul 1412 Informationstechnik in der interdisziplinären Anwendung - Fahrerassistenz- und Sicherheitssysteme

zugeordnet zu: Wahlpflichtmodule Vertiefungsrichtung: Physikalisch-Technische Modellierung in der Anwendung auf Luft- und Raumfahrttechnik

Studiengang:	Mathematical Engineering	Modultyp:	Wahlpflicht
Workload gesamt (h):	150 Stunden	ECTS-Punkte:	5
-> Präsenzzeit (h):	48 Stunden	TWS:	4 Stunden
-> Selbststudium (h):	102 Stunden		

Modulbestandteile	18463	Modellierung menschlichen Verhaltens in Informationssystemen (Vorlesung (WP) - 2 TWS)
	18464	Konzepte von Fahrerassistenzsystemen (Vorlesung (WP) - 2 TWS)

Modulverantwortlicher Priv.-Doz. Dr.-Ing. Gerhard Staude

Inhalt

Fahrerassistenzsysteme sind für die Automobilindustrie von großer Bedeutung, um das Fahren in Zukunft sicherer, komfortabler und energiesparender zu machen. Für die effiziente Entwicklung von Fahrerassistenzsystemen sind Methoden der Informationstechnik unverzichtbar, die anhand dieses durchgängigen Praxisbeispiels in der Lehrveranstaltung nahegebracht werden.

Die besondere Herausforderung in der Fahrerassistenz liegt in der Rolle des Fahrers, der nach wie vor die Verantwortung für die sichere Fahrzeugführung innehat. Die informationstechnischen Verfahren müssen daher stets sowohl technische als auch psychophysiologische Aspekte berücksichtigen und erfordern Wissen und Einsatz von Konzepten des menschlichen Verhaltens. Deshalb besteht dieses Modul aus den zwei Komponenten "Modellierung menschlichen Verhaltens" und "Konzepte von Fahrerassistenzsystemen".

a) Lehrveranstaltung Modellierung menschlichen Verhaltens in Informationssystemen
(Dr.-Ing. Michael Dambier)

Die Lehrveranstaltung „Modellierung menschlichen Verhaltens in Informationssystemen“ befasst sich mit Konzepten der menschlichen Informationsverarbeitung und der menschlichen Physiologie und deren Abbildung in Informationssystemen. Ausgehend von Beispielen der Fahrermodellierung und der Modellierung menschlichen Verhaltens in Sicherheitssystemen werden grundlegende Modellierungsprinzipien und -vorgehensweisen erläutert. Die informationstechnischen Verfahren werden in den Beispieldomänen um menschliche Verhaltensaspekte erweitert. Schwerpunkte der Vorlesung sind:

- Grundlagen der Modellierung
- „Funktionsweise“ des Menschen
- Sensortechnologie

- Modellierung des Menschen als Regelement
- Modellierung von menschlichem Verhalten in Sicherheitssystemen

b) Lehrveranstaltung Konzepte von Fahrerassistenzsystemen
(Dr. rer. nat. Dietrich Manstetten)

Die Lehrveranstaltung "Konzepte von Fahrerassistenzsystemen" konzentriert sich auf den Kontext der Rolle des Menschen in der Fahrzeugführung und die zur Unterstützung dieser Aufgabe entwickelten technischen Systeme. Aktuelle Fahrerassistenzsysteme (Elektronisches Stabilitäts Programm ESP, Adaptive Cruise Control ACC, Notbremsysteme, Spurhalteunterstützung, Nachtsichtsysteme) werden aus Unfallforschung und Verkehrstheorie motiviert und im Detail erläutert. Die Implikationen für die sich ändernde Rolle des Fahrers werden dargestellt und anhand von informationstechnischen Technologien der Mensch-Maschine-Schnittstelle bzw. der Fahrerzustandserkennung konkretisiert. Schwerpunkthemen der Vorlesung sind:

- Aufgaben der Fahrzeugführung
- Beispiele für Fahrerassistenzsysteme
- Unfallforschung und Verkehrstheorie
- Umfelderkennung und Sensortechnologie
- Gestaltung der Mensch-Maschine Schnittstelle
- Ermittlung des Fahrerzustandes
- Modellierung des Fahrerverhaltens
- Systemtest mit Fahrsimulatoren und auf Teststrecken
- Der Weg zum Autonomen Fahren

Qualifikationsziele

Die Studierenden sollen nach dieser Lehrveranstaltung folgende Kernkompetenzen erworben haben:

- Grundkenntnisse im Bereich Mensch-Maschine-Interaktion (interdisziplinäre Schlüsseltechnologie)
- Grundkenntnisse der Fahrerassistenzsysteme
- Grundkenntnisse der Modellierung menschlichen Verhaltens
- Konzepte zur Anwendung des Informationstechnik-Wissens auf die Informationsverarbeitung eines Bedieners
- Kenntnisse über aktuelle Entwicklungen im Bereich "Fahrerassistenzsysteme"

Voraussetzungen

Die Lehrveranstaltungen erfordern keine über das B.Sc.-Studium hinausgehenden Vorkenntnisse

Verwendbarkeit

- Wahlpflichtmodul für alle Vertiefungsrichtungen der Studiengänge Elektrotechnik und Informationstechnik (M. Sc.) und Mathematical Engineering (M. Sc.)
- Wahlpflichtmodul für den Studiengang Computer Aided Engineering (M. E.)

- Vorbereitung von Masterarbeiten auf dem Gebiet der Informationssysteme in Fahrzeugen und Sicherheitssystemen

Hinweis: Das Modul ist nur dann verwendbar, wenn keine der zugehörigen Lehrveranstaltungen im Rahmen eines anderen Moduls eingebracht wird!

Leistungsnachweis

Jährlich werden zwei Termine angeboten, an denen alle Teilveranstaltungen des Moduls gemeinsam geprüft werden. Voraussetzung für die Zulassung zur Prüfung ist die Bearbeitung einer Hausaufgabe mit abschließender Ergebnispräsentation.

Für dieses Modul ist eine schriftliche Prüfung von 40 Minuten Dauer (sP-40) vorgesehen. Die Prüfungsergebnisse zu beiden Lehrveranstaltungen gehen zu gleichen Teilen in die Modulnote ein. Die Modulprüfung ist bestanden, wenn jede der in die Modulnote eingehenden Lehrveranstaltungen mindestens mit „ausreichend“ (4.0) bewertet wurde.

Sonstige Bemerkungen

Die Lehrveranstaltungen werden in Absprache jeweils zu Blöcken zusammengefasst. Die Studierenden können Ihre Matlab-Kenntnisse in die Hausaufgabe der Lehrveranstaltung „Modellierung menschlichen Verhaltens in Informationssystemen“ mit einbringen. Weitere Informationen zu diesem Modul gibt es auf der Internet-Seite des Instituts EIT3.2.

Literatur

- H. Winner, S. Hakuli, G. Wolf, „Handbuch Fahrerassistenzsysteme: Grundlagen, Komponenten und Systeme für aktive Sicherheit und Komfort“. Verlag Vieweg&Teubner, 2009
- H. J. Bungartz, S. Zimmer, M. Buchholz, D. Pflüger, „Modellbildung und Simulation - Eine anwendungsorientierte Einführung“. Verlag Springer, 2009.
- B. Schneider, „Die Simulation menschlichen Panikverhaltens - Ein Agenten-basierter Ansatz“. Verlag Vieweg&Teubner, Wiesbaden, 2011

Dauer und Häufigkeit

Das Modul dauert 2 Trimester.
Das Modul beginnt jedes Studienjahr jeweils im Wintertrimester.

Modul 1037 Informations- und Codierungstheorie

zugeordnet zu: Wahlpflichtmodule Vertiefungsrichtung: Physikalisch-Technische Modellierung in der Anwendung auf Luft- und Raumfahrttechnik

Studiengang:	Mathematical Engineering	Modultyp:	Wahlpflicht
Workload gesamt (h):	180 Stunden	ECTS-Punkte:	6
-> Präsenzzeit (h):	60 Stunden	TWS:	5 Stunden
-> Selbststudium (h):	120 Stunden		

Modulbestandteile	1037	Informations- und Codierungstheorie (Vorlesung, Übung (WP) - 5 TWS)
-------------------	------	--

Modulverantwortlicher	Prof. Dr. Peter Hertling
-----------------------	--------------------------

Inhalt	<p>Grundlegende Fragen der Informationsverarbeitung sind, wieviel Information man in einen Bitstrom hineincodieren kann und wieviel Information man durch das Senden eines Bitstroms in einer bestimmten Zeit von einem Ort zu einem anderen Ort übertragen kann, wenn der Bitstrom nur mit einer bestimmten Geschwindigkeit gesendet werden kann und die Sendung womöglich noch gestört wird. Diese Fragen werden in der Shannonschen Informationstheorie behandelt, die Inhalt dieser Veranstaltung ist. Dazu werden Grundbegriffe zu Codes eingeführt, der Begriff der Entropie, Nachrichtenquellen und Kanäle. Ziele sind der Quellencodierungssatz und der Kanalcodierungssatz von Shannon.</p> <p>Anschließend werden in der Praxis wichtige Codierungsmethoden behandelt z.B. lineare Codes und Faltungscodes. Es werden Algorithmen und Ergebnisse zu derartigen Codierungsmethoden und zur Decodierung und Fehlerkorrektur einer übertragenen, codierten, aber möglicherweise gestörten Nachricht behandelt werden. Am Ende soll noch eine kurze Einführung in die algorithmische Informationstheorie gegeben werden.</p>
--------	--

Qualifikationsziele	<p>Die Studierenden lernen einerseits grundlegende theoretische Begriffe zur Übertragung von Information durch einen Bitstrom kennen, sowie prinzipielle Grenzen der Informationsübertragung.</p> <p>Andererseits lernen sie wichtige Codierungsmethoden kennen, die in der digitalen elektronischen Datenübertragung verwendet werden. Sie lernen zu beurteilen, welche Codierungsmethoden in welcher Situation vorzuziehen sind. Außerdem sollen sie selbst Algorithmen zur Codierung und Decodierung (auch Fehlerkorrektur) implementieren können.</p>
---------------------	---

Voraussetzungen	Es werden Grundkenntnisse in Analysis, linearer Algebra und Wahrscheinlichkeitstheorie vorausgesetzt.
-----------------	---

Verwendbarkeit

Das Modul kann als Wahlpflichtfach im Vertiefungsfach Theoretische Informatik gewählt werden.

Die Kenntnis der Inhalte dieses Moduls ist sehr nützlich für eine spätere Beschäftigung mit Datenübertragung und elektronischen Kommunikationssystemen

Leistungsnachweis

Schriftliche Prüfung von 60 Minuten Dauer oder mündliche Prüfung von 30 Minuten Dauer. Die Art der Prüfung wird zu Beginn des Moduls bekannt gegeben.

Dauer und Häufigkeit

Das Modul dauert 1 Trimester.
Das Modul wird jedes zweite Studienjahr angeboten und beginnt jeweils im Wintertrimester.

Modul 1455 Integralgleichung und Randelemente

zugeordnet zu: Wahlpflichtmodule Vertiefungsrichtung: Physikalisch-Technische Modellierung in der Anwendung auf Luft- und Raumfahrttechnik

Studiengang:	Mathematical Engineering	Modultyp:	Wahlpflicht
Workload gesamt (h):	90 Stunden	ECTS-Punkte:	3
-> Präsenzzeit (h):	36 Stunden	TWS:	3 Stunden
-> Selbststudium (h):	54 Stunden		

Modulbestandteile	14551	Integralgleichungen und Randelemente (Vorlesung (PF) - 3 TWS)
-------------------	-------	--

Modulverantwortlicher	Prof. Dr.sc.math.habil. Joachim Gwinner
-----------------------	---

Inhalt	<ul style="list-style-type: none"> Potentialgleichung: Außen- und Innenrandwertaufgaben Integraldarstellungsformel; Einfach- und Doppelschichtpotential Randintegraloperatoren Variationelle Randformulierungen gemischter Randwertprobleme: Gebietsformulierungen, Randformulierungen) Galerkin-Verfahren; vereinfachte Methode der Finiten Elemente auf dem Rand: „Randelemente“, Approximation mit periodischen Spline-Funktionen Fehlerabschätzungen, Aubin-Nitsche-Trick, Superapproximation Numerische Integration, Kollokationsmethode Hypersinguläre Integrale und ihre Regularisierung
--------	---

Qualifikationsziele	<ul style="list-style-type: none"> Aufbau von Wissen durch Einführung in ein aktuelles Gebiet der angewandten und numerischen Mathematik Kompetenz zum Wissenstransfer aus der mathematischen Forschung in die ingenieurwissenschaftliche Anwendung Fähigkeit zu selbständigem Studium der weiterführenden > englischsprachigen Fachliteratur Vorbereitung auf eine einschlägige Master-Arbeit
---------------------	---

Voraussetzungen	<ul style="list-style-type: none"> unabdingbar: Kenntnisse aus der Linearen Algebra, der Differential- und Integralrechnung für Funktionen mehrerer Veränderlicher und der Numerischen Mathematik empfohlen: Kenntnisse in Partiellen Differentialgleichungen
-----------------	---

Verwendbarkeit	Anwendung des erlangten Wissens in der Masterarbeit und in Modulen aus den Bereichen Numerische Simulation – Computer Aided Engineering.
----------------	--

Leistungsnachweis	Am Ende der Veranstaltung wird eine mündliche Prüfung mit 30 Minuten Dauer abgehalten.
-------------------	--

Sonstige Bemerkungen

Die Veranstaltung kann bei Bedarf in englischer Sprache angeboten werden.

Literatur

- H. Gründemann: Randelementmethoden in der Festkörpermechanik, Fachbuchverlag Leipzig 1991.
- J. Gwinner, E.P. Stephan: Numerical Analysis of Boundary Value Problems and First Kind Integral Equations, Book manuscript.
- G.C. Hsiao, W.L. Wendland, Boundary Integral equations, Springer, Berlin, 2008.
- S. Sauter, C. Schwab: Randelementmethoden, Teubner-Verlag Stuttgart 2004.

Es werden umfangreiche Unterlagen in Form eines Ordners mit Vorlesungs- und Übungsinhalten und weiterführende Inhalte zur Verfügung gestellt.

Dauer und Häufigkeit

Das Modul dauert ein Trimester, es findet im Frühjahrstrimester des 1. Master-Studienjahres statt.

Modul 1350 Konstruktiver Ingenieurbau III (Stahlbau)

zugeordnet zu: Wahlpflichtmodule Vertiefungsrichtung: Physikalisch-Technische Modellierung in der Anwendung auf Luft- und Raumfahrttechnik

Studiengang:	Mathematical Engineering	Modultyp:	Wahlpflicht
Workload gesamt (h):	150 Stunden	ECTS-Punkte:	5
-> Präsenzzeit (h):	72 Stunden	TWS:	6 Stunden
-> Selbststudium (h):	78 Stunden		

Modulbestandteile	13501	Ingenieurholzbau (Vorlesung (PF) - 2 TWS)
	13502	Stahl- und Verbundkonstruktionen (Vorlesung (PF) - 2 TWS)
	13503	Stahl- und Verbundkonstruktionen (Übung (PF) - 2 TWS)

Modulverantwortlicher	Prof. Dr.-Ing. Ingbert Mangerig
-----------------------	---------------------------------

Inhalt	Ingenieurholzbau (Prof. Mangerig): <ul style="list-style-type: none">• Tragsturen aus Holzelementen• Brettschichtholz, Herstellung, Werkstoffkenngrößen• Dimensionierungsgrundsätze• Gekrümmte Holzleimkonstruktionen• Rahmentragwerke• Detailgestaltung• Holzschutz• Tafelbauweise• Hallentragwerke• Holzbrücken, Pionierbrücken• Gegenüberstellung Berechnungsansätze Holzbau - Stahlbau
--------	--

Stahl- und Verbundkonstruktionen (Prof. Mangerig):

- Grenzzustände der Tragfähigkeit und der Gebrauchstauglichkeit
- St. Venant Torsion
- Wölbkrafttorsion
- Stabilisierung elastisch gebetteter Stabsysteme
- Schubfeldtheorie
- Beulen
- Interaktion Knicken/Beulen
- Theorie der Verbundkonstruktionen
- Gestaltung der Verbundfuge
- Zeitabhängiges Materialverhalten
- Anschluss technik im Stahl- und Verbundbau

Qualifikationsziele	Im Rahmen des Moduls Konstruktiver Ingenieurbau III erwerben die Studierenden vertiefte Kenntnisse in den Fächern Ingenieurholzbau sowie Stahl- und Verbundbau. Insbesondere entwickeln sie Fähigkeiten zur Analyse des Tragverhaltens der genannten Bauweisen und
---------------------	--

zur anwendungsorientierten Übersetzung der Berechnungsergebnisse in ausführbare Konstruktionen.

Voraussetzungen

Voraussetzung für die Teilnahme an der Veranstaltung sind fundierte Kenntnisse in der Mechanik, der Baustatik, dem Verhalten der Werkstoffe des Bauwesens sowie dem Stahlbau und dem Holzbau.

Verwendbarkeit

Das Modul ist Voraussetzung für die Teilnahme an den Modulen Brücken- und Ingenieurbau sowie Projekt Konstruktiver Ingenieurbau.

Leistungsnachweis

Schriftliche Prüfung 120 Minuten oder mündliche Prüfung 30 Minuten.

Dauer und Häufigkeit

Das Modul dauert 1 Trimester.
Das Modul beginnt jedes Studienjahr jeweils im Wintertrimester.

Modul 1351 Konstruktiver Ingenieurbau IV (Massivbau)

zugeordnet zu: Wahlpflichtmodule Vertiefungsrichtung: Physikalisch-Technische Modellierung in der Anwendung auf Luft- und Raumfahrttechnik

Studiengang:	Mathematical Engineering	Modultyp:	Wahlpflicht
Workload gesamt (h):	150 Stunden	ECTS-Punkte:	5
-> Präsenzzeit (h):	72 Stunden	TWS:	6 Stunden
-> Selbststudium (h):	78 Stunden		

Modulbestandteile	13511	Hoch- und Industriebau (Vorlesung (PF) - 2 TWS)
	13512	Spannbetonbau (Vorlesung (PF) - 2 TWS)
	13513	Spannbetonbau (Übung (PF) - 2 TWS)

Modulverantwortlicher Prof. Dr.-Ing. Manfred Keuser

Inhalt

Spannbetonbau (Prof. Keuser):
 In der Vorlesung Spannbetonbau werden nach einem geschichtlichen Rückblick die Vorspanntechnologien vorgestellt und die Berechnung der Vorspannung statisch bestimmter und statisch unbestimmter Systeme hergeleitet. Anschließend folgen die Darstellung der Auswirkung des zeitabhängigen Materialverhaltens von Beton und Stahl auf das Tragverhalten sowie die Berechnung von Spannkraftverlusten. Nach der Bemessung vorgespannter Bauteile im Grenzzustand der Tragfähigkeit und der Gebrauchstauglichkeit schließt eine Zusammenfassung mit der Darstellung von Entwurfsgrundsätzen diese Lehrveranstaltung ab. In der zugehörigen Übung wird ein Beispiel vorgestellt und umfassend bearbeitet.

Hoch- und Industriebau (Prof. Keuser):
 In der Vorlesung Hoch- und Industriebau wird die Anwendung der Massivbauweise im Hoch- und Industriebau, sowohl bei Fertigteile- als auch bei Ortbetonkonstruktionen behandelt. Daneben werden Spezialthemen wie z.B. WU-Konstruktionen, Betontragwerke für Hochhäuser, Heißbemessung von Massivbauteilen etc. behandelt.

Qualifikationsziele

Im Modul "KI IV" erwerben die Studierenden die Kenntnisse der Grundlagen und der Berechnungsverfahren der Spannbetonbauweise sowie die Fähigkeit zur Umsetzung der Grundlagen des Massivbaus im Hoch- und Industriebau.

Voraussetzungen Fundierte Kenntnisse der Statik, Mechanik und Werkstoffe.

Verwendbarkeit Das Modul ist empfohlene Voraussetzung für die Teilnahme an den Modulen:

- Brücken- und Ingenieurbau
- MS - Mathematical Engineering

- Projekt Konstruktiver Ingenieurbau

Leistungsnachweis

Schriftliche Prüfung 120 Minuten oder mündliche Prüfung 30 Minuten.

Dauer und Häufigkeit

Das Modul dauert 1 Trimester.

Das Modul beginnt jedes Studienjahr jeweils im Wintertrimester.

Modul 1334 Kontinuumsmechanik und Werkstoffmodelle

zugeordnet zu: Wahlpflichtmodule Vertiefungsrichtung: Physikalisch-Technische Modellierung in der Anwendung auf Luft- und Raumfahrttechnik

Studiengang:	Mathematical Engineering	Modultyp:	Pflicht
Workload gesamt (h):	150 Stunden	ECTS-Punkte:	5
-> Präsenzzeit (h):	60 Stunden	TWS:	5 Stunden
-> Selbststudium (h):	90 Stunden		

Modulbestandteile	13341	Kontinuumsmechanik (Vorlesung (PF) - 2 TWS)
	13342	Modellbildung in der Werkstoffmechanik (Vorlesung (PF) - 2 TWS)
	13343	Tensorrechnung (Vorlesung (PF) - 1 TWS)

Modulverantwortlicher Prof. Dr.-Ing. habil. Michael Brüinig

Inhalt	<p>Tensorrechnung (Prof. Apel):</p> <ul style="list-style-type: none"> • Vektoren, ko- und kontravariante Basis • Tensoren zweiter und höherer Stufe • Rechenoperationen mit Tensoren • krummlinige Koordinaten • Differentiale und der Gradient einer skalaren Funktion • Nabla-Kalkül für Tensorfelder • Christoffel-Symbole <p>Kontinuumsmechanik (Prof. Brüinig):</p> <ul style="list-style-type: none"> • Kinematik des Kontinuums • Kräfte und Spannungen • Bilanz- und Erhaltungssätze • Materialgleichungen • Variationsprinzipie <p>Modellbildung in der Werkstoffmechanik (Prof. Brüinig):</p> <ul style="list-style-type: none"> • Elastisches Werkstoffverhalten • Plastisches Werkstoffverhalten • Raten- und Temperaturabhängigkeiten • Schädigungsmodelle • Rissentwicklung und Versagen
--------	--

Qualifikationsziele	<p>Die Studierenden beherrschen die Grundlagen der Tensorrechnung in symbolischer Darstellung. Sie besitzen ein fundiertes Wissen über unterschiedliche Spannungs- und Verzerrungstensoren und erhalten Einblicke in die Struktur und Bedeutung der Erhaltungsgleichungen und der Hauptsätze der Thermodynamik. Fundierte Kenntnisse über inelastische Stoffgesetze, Schädigungsentwicklungen und Versagensmechanismen von Werkstoffen erlauben eine realistische Prognose des</p>
---------------------	--

Deformations- und Versagensverhaltens von Bauteilen und Strukturen.

Voraussetzungen

Bachelor-Studium

Verwendbarkeit

- "Finite Methoden und Stoffgesetze in der Hochdynamik", Modulnummer:1348
- Konstruktive Fächer

Leistungsnachweis

Mündliche Prüfung 30 Minuten oder schriftliche Prüfung 90 Minuten.

Dauer und Häufigkeit

Das Modul dauert 1 Trimester.
Das Modul beginnt jedes Studienjahr jeweils im Wintertrimester.

Modul 1068 Leichtbaustrukturen

zugeordnet zu: Wahlpflichtmodule Vertiefungsrichtung: Physikalisch-Technische Modellierung in der Anwendung auf Luft- und Raumfahrttechnik

Studiengang:	Mathematical Engineering	Modultyp:	Pflicht
Workload gesamt (h):	150 Stunden	ECTS-Punkte:	5
-> Präsenzzeit (h):	48 Stunden	TWS:	4 Stunden
-> Selbststudium (h):	102 Stunden		

Modulbestandteile	10681	Leichtbaustrukturen (Vorlesung, Übung (PF) - 4 TWS)
-------------------	-------	--

Modulverantwortlicher	Prof. Dr.-Ing. Helmut Rapp
-----------------------	----------------------------

Inhalt	<p>Die Studierenden erhalten im Modul „Leichtbaustrukturen“ vertiefende Kenntnisse über Leichtbaustrukturen. Besondere Berücksichtigung finden Phänomene der Kraffteinleitung und der Stabilität dünnwandiger Strukturen. Ein erster Einblick in die Funktionsweise und Berechnung von Membrankreiszyinderschalen wird gegeben. Das Modul gliedert sich in folgende Abschnitte:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Lastein-/umleitungen, Dreigurtscheibe, analytische Lösung, Shear-Lag Theorie. - Stabilität von Leichtbaustrukturen <ul style="list-style-type: none"> + Stab-Feder-Systeme <ul style="list-style-type: none"> Verzweigungsproblem, Durchschlagsproblem, Systeme mit mehreren Freiheitsgraden, kombinierte Beanspruchungen (Interaktionsformeln). + Elastische Tragwerke <ul style="list-style-type: none"> druckbelasteter Balken mit Vorverformung, Näherungsverfahren für den Balken, elastisch gebetteter Balken, Sandwichknittern, Biegedrillknicken, Kippen, Plattenbeulen, Teilschaleninstabilitäten, Beulen von Kreiszyinderschalen, Konzept der mitttragenden Breite und des Zugfeldes. - Statik der Kreiszyinderschalen <ul style="list-style-type: none"> Übertragungsmatrix der Membranschale, Umfangsbiegesteife Kreiszyinderschale, Spantmatrix.
--------	---

Qualifikationsziele	<p>1) Die Studierenden kennen die wesentlichen Mechanismen, die bei der Einleitung konzentrierter Kräfte in dünnwandige Strukturen wirken. Sie können die dabei auftretenden Spannungen ermitteln und ihre Auswirkungen auf praktische Problemstellungen beurteilen.</p>
---------------------	--

- 2) Die Studierenden erwerben die Fähigkeit, Stabilitätsprobleme dünnwandiger stabartiger Tragwerke zu klassifizieren. Sie können die stabilitätskritischen Lasten für einfache dünnwandige Tragwerke ermitteln.
- 3) Die Studierenden besitzen ein grundlegendes Verständnis für die Wirkungsweise von Membrankreiszyinderschalen ohne und mit Umfangsversteifungen (Spante).

Voraussetzungen	Vorausgesetzt werden Kenntnisse in „Festigkeitslehre“ und „Leichtbau“
Leistungsnachweis	Schriftliche Prüfung 90 Minuten (30 Minuten Fragenteil ohne Hilfsmittel, 60 Minuten Aufgabenteil mit allen Hilfsmitteln) oder mündliche Prüfung 30 Minuten (ohne Hilfsmittel)
Sonstige Bemerkungen	Zuordnung zu den Studienschwerpunkten siehe Tabelle am Anfang des Dokumentes.
Literatur	<ul style="list-style-type: none">• Kossira H.: Grundlagen des Leichtbaus. Einführung in die Theorie dünnwandiger stabförmiger Tragwerke. Berlin Heidelberg: Springer Verlag, 1996.• Wiedemann J.: Leichtbau. Elemente und Konstruktion. Berlin: Springer Verlag, 2007.• Pflüger A.: Stabilitätsprobleme der Elastostatik. Berlin: Springer-Verlag, 1975.• Niu M.C.Y.: Airframe Stress Analysis and Sizing. Hong Kong: Hong Kong Conmilit Press Ltd., 1999.
Dauer und Häufigkeit	Das Modul dauert ein Trimester, es findet im Frühjahrstrimester des 1. Master-Studienjahres statt.

Modul 1069 Luftfahrtantriebe

zugeordnet zu: Wahlpflichtmodule Vertiefungsrichtung: Physikalisch-Technische Modellierung in der Anwendung auf Luft- und Raumfahrttechnik

Studiengang:	Mathematical Engineering	Modultyp:	Pflicht
Workload gesamt (h):	150 Stunden	ECTS-Punkte:	5
-> Präsenzzeit (h):	48 Stunden	TWS:	4 Stunden
-> Selbststudium (h):	102 Stunden		

Modulbestandteile	10691	Luftfahrtantriebe (Vorlesung (PF) - 2 TWS)
	10692	Luftfahrtantriebe (Übung (PF) - 2 TWS)

Modulverantwortlicher Prof. Dr.-Ing. Reinhard Niehuis

Inhalt

Die Studierenden erwerben im Modul Luftfahrtantriebe ein vertieftes Grundlagenwissen über die verschiedenen Arten und Bauweisen von Antriebssystemen für unterschiedliche Anwendungen in der Luftfahrt:

- Die Studierenden erhalten nach einer kurzen Wiederholung wesentlicher Aspekte der Gasdynamik eine Einführung in das Betriebsverhalten von TL-Triebwerken anhand von Verdichter- und Triebwerks-Kennfeldern. Dabei werden auch Aspekte der Regelung, die Formulierung von geeigneten Ähnlichkeitskenngrößen sowie das instationäre Betriebsverhalten behandelt.
- Der Zweck und die Vorteile der Mehrwellenbauart werden für TL-Triebwerke dargestellt und es wird dabei auf die aerodynamischen Zusammenhänge sowie einige Aspekte zum Betriebsverhalten von TL-Triebwerken in Zweiwellenbauart eingegangen.
- In ausführlicher Form wird auf die heute übliche Bauweise, das sogenannte ZTL-Triebwerk eingegangen. Dabei lernen die Studierenden die Einsatzbereiche und Bauarten sowie die aerothermodynamischen Zusammenhänge kennen. Neben der Definition von Kennzahlen werden die Grundlagen zur Berechnung von Schub, spezifischen Brennstoffverbrauch und Wirkungsgraden vorgestellt sowie Optimierungsaspekte angesprochen. Abgerundet wird dies mit der Darstellung der besonderen Gestaltungsanforderungen des Fans.
- Danach werden die Studierenden mit den Einsatzbereichen und dem Aufbau von PTL-Triebwerken und Turbomotoren vertraut gemacht. Vermittelt werden die aerothermodynamischen Zusammenhänge, Kennzahlen und Ähnlichkeitskenngrößen, der Einfluss der Hauptauslegungsparameter auf Schub und spezifischen Brennstoffverbrauch sowie Aspekte von Teillast und Regelung. Nach der Darstellung der Bauarten von PTL-Triebwerken werden aktuelle Tendenzen und so genannte Propfan-Triebwerkskonzepte erläutert.
- Das Modul schließt mit einer Darstellung von Triebwerken für den Überschallflug. Die Studierenden lernen die speziellen Anforderungen kennen, wobei insbesondere auf Überschalleinlaufdiffusoren, die Schubdüsegestaltung für den Überschallflug sowie Triebwerke mit Nachverbrennung eingegangen wird.

Qualifikationsziele	<ul style="list-style-type: none">• Die Studierenden besitzen ein vertieftes Verständnis der verschiedenen Triebwerksarten, deren spezielle Bauweise und Einsatzbereiche in der Luftfahrt.• Die Studierenden besitzen die Fähigkeit, mithilfe des vermittelten Grundwissens verschiedene Triebwerksarten und deren unterschiedliche Anwendungsbereiche richtig einzuordnen und zu bewerten. Sie sind in der Lage, einfache Prozessrechnungen selbst vorzunehmen.• Die Studierenden sind fähig, geeignete Antriebssysteme für unterschiedlichste Luftfahrzeuge in Abhängigkeit der Flugmission auszuwählen und zu definieren.• Die Studierenden erhalten einen Überblick über die speziellen Anforderungen der Triebwerke für den überschallflug• Für einfache Triebwerksarten (TL-Triebwerke) können die Studierenden anhand der grundlegenden Zusammenhänge das Betriebsverhalten verstehen und nachvollziehen.
Voraussetzungen	Vorausgesetzt werden Kenntnisse aus den Modulen "Strömungsmechanik", "Gasdynamik", "Thermodynamik" und "Antriebssysteme".
Verwendbarkeit	Voraussetzung für Auswahl und Projektierung von Antriebskomponenten für unterschiedliche Anwendungsbereiche, für wissenschaftliche Grundlagenuntersuchungen und angewandte Forschung und Entwicklung auf dem Gebiet der Flugantriebe und Turbomaschinen.
Leistungsnachweis	Schriftliche Prüfung 90 Minuten
Sonstige Bemerkungen	Zuordnung zu den Studienschwerpunkten siehe Tabelle am Anfang des Dokumentes.
Literatur	<ul style="list-style-type: none">• Bräunling W.: Flugzeugtriebwerke. Springer Verlag, 2004.• Hagen H.: Fluggasturbinen und ihre Leistungen. Karlsruhe: Verlag G. Braun, 1982.• Hünecke K.: Flugtriebwerke. Stuttgart: Verlag Motorbuch, 1978.• Müller R.: Luftstrahltriebwerke. Grundlagen, Charakteristiken, Arbeitsverhalten. Braunschweig: Vieweg, 1997.• Münzberg H.G.: Flugantriebe. Berlin: Springer-Verlag, 1972.
Dauer und Häufigkeit	Das Modul dauert 1 Trimester, es findet im Frühjahrstrimester des 1. Master-Studienjahres statt.

Modul 1191 Maschinendynamik

zugeordnet zu: Wahlpflichtmodule Vertiefungsrichtung: Physikalisch-Technische Modellierung in der Anwendung auf Luft- und Raumfahrttechnik

Studiengang:	Mathematical Engineering	Modultyp:	Pflicht
Workload gesamt (h):	120 Stunden	ECTS-Punkte:	4
-> Präsenzzeit (h):	36 Stunden	TWS:	3 Stunden
-> Selbststudium (h):	84 Stunden		

Modulbestandteile	11911	Maschinendynamik (Vorlesung (PF) - 2 TWS)
	11912	Maschinendynamik (Übung (PF) - 1 TWS)

Modulverantwortlicher Prof. Dr.-Ing. Steffen Marburg

Inhalt	<p>Die Studierenden erwerben im Modul Maschinendynamik das Grundwissen zur Behandlung der Wechselwirkungen zwischen dynamischen Kräften und Bewegungsgrößen innerhalb von Maschinen.</p> <ul style="list-style-type: none"> • Physikalische und mathematische Modellbildung sowie analytische und numerische Verfahren zur Untersuchung schwingungsfähiger Systeme. • Experimentelle Methoden zur Bestimmung dynamischer Größen im Zeit- und Frequenzbereich, experimentelle Modalanalyse. • Grundlagen der Dynamik von Rotoren. • Dreh- und Translationsschwingungen, schwingungsfähige Systeme mit einem und mehreren Freiheitsgraden, erzwungene Schwingungen, nichtlineare und selbsterregte Schwingungen. • Grundlagen zur Bemessung von Maschinenelementen, Auswuchten und Massenausgleich von Rotoren, Berechnung von dynamischen Beanspruchungen und Deformationen sowie von kritischen Drehzahlen, Resonanzphänomene. • Methoden zur Schwingungsisolierung sowie zur Verminderung von Lärm- und Vibrationsbelastungen, Schwingungsdämpfer und Schwingungstilger.
--------	---

Qualifikationsziele	<ul style="list-style-type: none"> • Die Studierenden erlernen die Grundbegriffe sowie ausgewählte experimentelle, analytische und numerische Methoden der Maschinendynamik. • Die Studierenden sind in der Lage, störende Schwingungen von Maschinen zu charakterisieren und jeweils entsprechende Methoden zur Schwingungsisolierung bzw. Schwingungsdämpfung auszuwählen. • Die Studierenden erwerben die Fähigkeit, einfache schwingungsfähige Systeme zu untersuchen, zu verstehen und zu bemessen.
---------------------	---

Voraussetzungen	Vorausgesetzt werden Kenntnisse Kenntnisse, wie sie in den Bachelor-Modulen der Technischen Mechanik und der Höheren Mathematik vermittelt werden.
Verwendbarkeit	Das erworbene Wissen ist Voraussetzung für wissenschaftliche Untersuchungen sowie für angewandte Forschung und Entwicklung auf sämtlichen Gebieten der Luft- und Raumfahrttechnik. Das Modul Maschinendynamik bildet die Grundlage für weiterführende Lehrveranstaltungen des Masterstudiums.
Leistungsnachweis	Schriftliche Prüfung 90 Minuten oder mündliche Prüfung 30 Minuten
Literatur	<ul style="list-style-type: none">• Dresig H., Holzweißig F.: Maschinendynamik. Springer Verlag, 2006.• Sachau D., Brommundt E.: Schwingungslehre mit Maschinendynamik. Vieweg+Teubner, 2007.• Irretier H.: Grundlagen der Schwingungstechnik Band 1 und 2. Springer Verlag, 2001.• Hollburg U.: Maschinendynamik. Oldenbourg Verlag, 2007.• Gasch R., Nordmann R., Pfützner H.: Rotordynamik. Springer Verlag, 2007.
Dauer und Häufigkeit	Das Modul dauert ein Trimester, es findet im Herbsttrimester des 1. Master-Studienjahres statt.

Modul 1404 Mathematik der Information

zugeordnet zu: Wahlpflichtmodule Vertiefungsrichtung: Physikalisch-Technische Modellierung in der Anwendung auf Luft- und Raumfahrttechnik

Studiengang:	Mathematical Engineering	Modultyp:	Wahlpflicht
Workload gesamt (h):	150 Stunden	ECTS-Punkte:	5
-> Präsenzzeit (h):	48 Stunden	TWS:	4 Stunden
-> Selbststudium (h):	102 Stunden		

Modulbestandteile	14041	Mathematik der Information (Vorlesung (WP) - 4 TWS)
-------------------	-------	--

Modulverantwortlicher	Prof. Dr. rer. nat. Dr.-Ing. Stefan Schäffler
-----------------------	---

Inhalt	Wahrscheinlichkeitstheorie o Maß- und Integrationstheorie o Zufallsvariablen Math. Informationstheorie o Quellen und Kanäle o Sätze von Shannon
--------	--

Qualifikationsziele	Grundlagen aus der Stochastik und Grundkenntnisse in Math. Informationstheorie.
---------------------	---

Voraussetzungen	Bachelor EIT, ME
-----------------	------------------

Verwendbarkeit	Für alle Module und Masterarbeiten, die Stochastik und/oder Informationstheorie benötigen.
----------------	--

Leistungsnachweis	Eine schriftliche Prüfung von 45 Minuten oder eine mündliche Prüfung von 20 Minuten. Die Art der Prüfung wird zu Beginn des Trimesters bekanntgegeben.
-------------------	---

Literatur	P. Billingsley: "Ergodic Theory and Information", Wiley & Sons. Skriptum
-----------	--

Dauer und Häufigkeit	Das Modul dauert 1 Trimester. Das Modul findet optional in jedem Studienjahr im Frühjahrstrimester statt. Als Startzeitpunkt ist das Frühjahrstrimester im 2. Studienjahr des Masterstudiengangs EIT und ME vorgesehen.
----------------------	---

Modul 1302 MATLAB advanced

zugeordnet zu: Wahlpflichtmodule Vertiefungsrichtung: Physikalisch-Technische Modellierung in der Anwendung auf Luft- und Raumfahrttechnik

Studiengang:	Mathematical Engineering	Modultyp:	Wahlpflicht
Workload gesamt (h):	150 Stunden	ECTS-Punkte:	5
-> Präsenzzeit (h):	48 Stunden	TWS:	4 Stunden
-> Selbststudium (h):	102 Stunden		

Modulbestandteile 13021 MATLAB advanced (Seminar (WP) - 2 TWS)

Modulverantwortlicher Priv.-Doz. Dr.-Ing. Gerhard Staude

Inhalt

MATLAB ist ein interaktives, matrixorientiertes Programmpaket zur Berechnung, Visualisierung und Programmierung wissenschaftlich-technischer Fragestellungen. Aufbauend auf Grundkenntnissen der matrixorientierten Programmierung mit MATLAB bietet die Lehrveranstaltung "MATLAB advanced" einen weiterführenden und vertiefenden Einblick in dieses vielseitige, in den Ingenieurwissenschaften weit verbreitete, Werkzeug mit den Schwerpunkten

- Erweiterte Grafikfunktionen
- Modulare und rekursive Programmierung
- Eingebettete und verschachtelte Funktionen
- Flexible Parameterübergabe über Parameter-Value Kombinationen
- Erstellen interaktiver Benutzeroberflächen (Callbacks)
- Datenimport und -export
- Erfassung und Verarbeitung von Daten in Echtzeit
- Objektorientierte Methoden
- Konzepte zur Parallelverarbeitung
- Nutzung von Toolboxes

Die Lehrveranstaltung ist als Blended-Learning Kurs angelegt und verknüpft eine Selbstlernkomponente mit Vorlesungsanteilen im Seminarstil. Anhand eines ausführlichen Skripts erarbeiten Teams von zwei bis drei Studierenden die einzelnen Lehreinheiten in weitgehend freier Zeiteinteilung selbständig am eigenen Rechner. Ein internet-basiertes Lernportal stellt dabei den Kontakt zum Dozenten und zu den anderen Kursteilnehmern sicher. In den begleitenden Seminarveranstaltungen werden die erarbeiteten Lösungen dann präsentiert, Problemstellen und alternative Lösungsansätze diskutiert und die Inhalte weiter vertieft.

Qualifikationsziele

Die Studierenden sollen nach der Lehrveranstaltung "MATLAB advanced" folgende Kernkompetenzen erworben haben:

- Sicheres Beherrschen von Schlüsseltechniken der matrixorientierten Programmierung
- Kenntnis spezieller und weiterführender Programmierkonzepte
- Fähigkeit zur Realisierung auch komplexerer interaktiver Benutzerschnittstellen
- Grundkenntnisse in der objektorientierten Programmierung mit MATLAB
- Fähigkeit zur algorithmischen Umsetzung ingenieurstypischer Problemstellungen
- Sicherheit im selbständigen Erarbeiten von Problemlösungen im Team

Voraussetzungen

- MATLAB Basiswissen ist von Vorteil, kann aber in einer optionalen Lehreinheit nachgeholt bzw. aufgefrischt werden
- Bereitschaft zur eigenmotivierten aktiven Mitarbeit in kleinen Teams
- Wegen der studentenzentrierten Ausrichtung muss die Teilnehmerzahl für diese Veranstaltung auf 21 beschränkt werden.

Verwendbarkeit

- Wahlpflichtmodul für alle Vertiefungsrichtungen der Studiengänge Elektrotechnik und Informationstechnik (M. Sc.) und Mathematical Engineering (M. Sc.)
- Wahlpflichtmodul für das Anwendungsfach Elektrotechnik im Studiengang Informatik (M. Sc.)
- Ergänzung von Vorlesungen und Übungen mit MATLAB Anteilen sowie zur Vorbereitung auf Masterarbeiten

Leistungsnachweis

- Schriftliche Prüfung von 90 Minuten Dauer (sP-90)

Sonstige Bemerkungen

Weitere Lehreinheiten im Umfang von 2 TWS werden von den Studierenden in weitgehend freier Zeiteinteilung aktiv am eigenen Rechner erarbeitet.

Literatur

Skript: Matlab - advanced

Wolfgang Schweizer: MATLAB kompakt. 3. Auflage. München, Oldenburg Verlag, 2008

Dauer und Häufigkeit

Das Modul dauert 1 Trimester.
Das Modul beginnt jedes Studienjahr jeweils im Frühjahrstrimester.
Bei Bedarf wird das Modul zusätzlich auch im Herbsttrimester angeboten.

Modul 1380 Mehrantennensysteme (MIMO-Systeme)

zugeordnet zu: Wahlpflichtmodule Vertiefungsrichtung: Physikalisch-Technische Modellierung in der Anwendung auf Luft- und Raumfahrttechnik

Studiengang:	Mathematical Engineering	Modultyp:	Wahlpflicht
Workload gesamt (h):	150 Stunden	ECTS-Punkte:	5
-> Präsenzzeit (h):	60 Stunden	TWS:	5 Stunden
-> Selbststudium (h):	90 Stunden		

Modulbestandteile	13801	Mehrantennensysteme (MIMO) (Vorlesung (WP) - 3 TWS)
	13802	Mehrantennensysteme (MIMO) (Übung (WP) - 2 TWS)

Modulverantwortlicher Priv.-Doz. Dr.-Ing. Gerhard Staude

Inhalt	<ul style="list-style-type: none"> • Grundlagen: <ul style="list-style-type: none"> o Kanalkapazität, Codierung, Turbo-Prinzip o Multiple-Input Multiple-Output (MIMO) Kanalmodelle o Grundlagen von Orthogonalem Frequenzmultiplex (OFDM) • MIMO Kanalkapazität • Grundlegende MIMO-Übertragungsverfahren <ul style="list-style-type: none"> o Beamforming o Space-Time Trellis Codes o Sendeantennen-Diversity mit orthogonalen Space-Time Blockcodes o Spatial Multiplexing o Cyclic Delay Diversity o Nicht-kohärente MIMO-Übertragungsverfahren o Vergleich von MIMO Übertragungsverfahren o Einführung in das Konzept des Dirty Paper Coding o Spatial multiplexing mit räumlicher Signalverarbeitung am Empfänger oder Sender (Precoding) • Multiuser MIMO • MIMO in kommerziellen drahtlosen Kommunikationssystemen (WLAN, zellulärer Mobilfunk)
--------	---

Qualifikationsziele	<ul style="list-style-type: none"> • Grundkenntnisse der informationstheoretischen Grundlagen von MIMO Systemen • Kenntnis der Übertragungseigenschaften und Modellierung von Funkkanälen mit mehreren Antennen • Grundkenntnisse von Codierverfahren für drahtlose Kommunikationssysteme • Verständnis der grundlegenden MIMO-Übertragungsverfahren • Kenntnis der in kommerziellen Systemen angewendeten MIMO-Verfahren • Verständnis der praktischen Probleme bei der Nutzung von MIMO-Verfahren in kommerziellen Systemen
---------------------	---

- Fähigkeiten in der Anwendung von Matrizenrechnung am Beispiel von MIMO-Systemen
- Fähigkeiten in der Anwendung stochastischer Methoden am Beispiel von MIMO-Systemen

Voraussetzungen

- Mathematik A, B,C
- Wünschenswert sind Kenntnisse der Signalverarbeitung (z.B. Module „Signalverarbeitung und Informationsverarbeitung digitale Regelung und Sensornetze" oder „Signalverarbeitung und Übertragungssysteme der Hochfrequenztechnik" oder „Digitale Signalverarbeitung")
- Wünschenswert sind Kenntnisse der Mobilkommunikation
- Wünschenswert sind Kenntnisse der Kommunikationstechnik, wie sie in den Vorlesungen „Signale und Kommunikationssysteme" und „Kommunikationstechnik I" (BA-Modul „Kommunikationstechnik") und „Kommunikationstechnik II" (MA-Modul „Informationsverarbeitung und Kommunikationstechnik" oder „Kommunikationstechnik B") vermittelt werden

Verwendbarkeit

- Wahlpflichtmodul für alle Vertiefungsrichtungen der Masterstudiengänge EIT und ME

Leistungsnachweis

Mündliche Modulprüfung von 30min Dauer (mP-30) oder schriftliche Prüfung von 60min Dauer (sP-60)

Dauer und Häufigkeit

Das Modul dauert 1 Trimester, beginnt jedes Studienjahr, als Startzeitpunkt ist das 10. Trimester vorgesehen (HT im 2. Studienjahr)

Modul 1192 Mensch-Maschine Interaktion

zugeordnet zu: Wahlpflichtmodule Vertiefungsrichtung: Physikalisch-Technische Modellierung in der Anwendung auf Luft- und Raumfahrttechnik

Studiengang:	Mathematical Engineering	Modultyp:	Wahlpflicht
Workload gesamt (h):	90 Stunden	ECTS-Punkte:	3
-> Präsenzzeit (h):	48 Stunden	TWS:	4 Stunden
-> Selbststudium (h):	42 Stunden		

Modulbestandteile	11921	Mensch-Maschine Interaktion (Vorlesung (PF) - 2 TWS)
	11922	Mensch-Maschine Interaktion (Übung (PF) - 2 TWS)

Modulverantwortlicher Prof. Dr.-Ing. habil. Michael Popp

Inhalt Die Studierenden erwerben im Modul "Mensch-Maschine Interaktion" einen detaillierten Einblick in die theoretischen Grundlagen und Möglichkeiten der Gestaltung, sowie die Vor- und Nachteile konkreter Realisationen solcher Schnittstellen. Dies erfolgt auf der Basis der Vermittlung von Grundlagen und Modellen der menschlichen Wahrnehmung, Kognition und Informationsverarbeitung. Der Vorlesungsstoff wird an konkreten Beispielen verdeutlicht und in praktischen Übungen vertieft.

- Zu Beginn erfolgt eine Einführung in die menschliche Informationsverarbeitung mit Beispielen von aktuellen Aufmerksamkeitstheorien, Kognitions- und Gedächtnismodellen.
- Eine vollständige Darstellung der menschliche sensorischen Wahrnehmung mit besonderer Betonung der visuellen Wahrnehmung verdeutlicht die zugrunde liegenden physiologischen und die mit ihnen einhergehenden mentalen Prozesse. Aus beiden entsteht ein Verständnis für die Komplexität der wechselseitigen Interaktion an Schnittstellen. Schon daraus lässt sich ableiten, wie gute Schnittstellen konstruiert werden müssen.
- Es werden alle Leistungsparameter einer guten, erfolgreichen Schnittstellengestaltung angesprochen. Dabei wird besonderer Wert auf die Vermittlung von wissenschaftlichen Methoden und Experimentalverfahren zur Schnittstellenbewertung gelegt.
- Neben den bisherigen, teilweise rein technisch, teilweise noch mechanisch arbeitenden Schnittstellen gewinnen überwiegend oder reine Softwarelösungen für Schnittstellen immer mehr an Bedeutung. Aus diesem Grund wird in Vorlesung und Übung besonderer Wert auf die Vermittlung auch von Kenntnissen in Software-Ergonomie bis hin zu allerneuesten entsprechenden Technologien gelegt.
- Im praxisorientierten Teil werden konkrete Anzeigen und Bedienelemente einzeln und als Funktionsgruppen betrachtet, ihre Entwicklung bis heute vorgestellt und diskutiert. Die Veranstaltung schließt mit einer Darstellung und Diskussion moderner Schnittstellenlösungen von komplexen Flugzeugarbeitsplätzen bis hin zu Fahrerassistenzsystemen des Automobilsektors.

Qualifikationsziele	<ul style="list-style-type: none">• Die Studierenden kennen die relevanten Gestaltungsparameter auf beiden Seiten einer Mensch-Maschine Interaktion und ihre wechselseitige Abhängigkeit.• Sie besitzen das Basiswissen über die relevanten Aspekte der menschlichen Wahrnehmung, der Gedächtnisleistungen, der kognitiven Fähigkeiten und der Biomechanik des Menschen.• Sie kennen die bisher in der Technik und Informatik erarbeiteten Schnittstellenlösungen in Hard- und Software, Ihre Vor- und Nachteile.• Sie können bei gegebenen Anforderungen und Randbedingungen eigenständig einfache neue Schnittstellen entwerfen und verfügen über das Methodenwissen, diese im Vergleich zu anderen Lösungen experimentell und theoretisch fundiert zu bewerten.
Voraussetzungen	keine
Verwendbarkeit	Die Gestaltung wirksamer Schnittstellen zur Interaktion zwischen Benutzer und technischen Systemen gehört zu praktisch allen Aspekten ingenieurtechnischen, konstruktiven Arbeitens. Absolventen des Master-Studiengangs Luft- und Raumfahrttechnik werden immer vor der Frage stehen, wie Systemzustände einem Nutzer/Operator angezeigt werden und auf welche Art und Weise dieser dem System seine Wünsche/Direktiven mitteilen soll. Auch die ständig steigende Flexibilität der Reaktionsmöglichkeiten technischer Systeme auf variable Anforderungen und Einsatzszenarios macht die gute Gestaltung der Schnittstelle zu einer herausfordernden und anspruchsvollen Aufgabe, die mit "common sense" bzw. herkömmlich Lösungen nicht mehr befriedigend bewältigt werden kann.
Leistungsnachweis	Schriftliche Prüfung 60 Minuten (ohne Hilfsmittel) oder mündliche Prüfung 30 Minuten (ohne Hilfsmittel)
Sonstige Bemerkungen	Dieses Modul kann auch als Munich-Aerospace-Partnermodul belegt werden.
Literatur	<ul style="list-style-type: none">• Birbaumer N., Schmidt R.F.: Biologische Psychologie. Heidelberg: Springer Medizin Verlag, 2006.• Bruce V., Green P.R.: Visual Perception. London: Lawrence Erlbaum Associates, 1992.• Charwat H.J.: Lexikon der Mensch-Maschine-Kommunikation. München: Oldenbourg Verlag, 1992.• Jukes M.: Aircraft Display Systems. London: Professional Engineering Publishing Limited, 2004.• Reason J.: Human Error. Cambridge: University Press, 1990.• Schmidtke H.: Lehrbuch der Ergonomie. München: Hanser Verlag, 1981.

Dauer und Häufigkeit

Das Modul dauert ein Trimester, es findet jährlich im Frühjahrstrimester statt.

Modul 1413 Mensch-Maschine Interaktion ab Jahrgang 2013 ff

zugeordnet zu: Wahlpflichtmodule Vertiefungsrichtung: Physikalisch-Technische Modellierung in der Anwendung auf Luft- und Raumfahrttechnik

Studiengang:	Mathematical Engineering	Modultyp:	Wahlpflicht
Workload gesamt (h):	150 Stunden	ECTS-Punkte:	5
-> Präsenzzeit (h):	48 Stunden	TWS:	4 Stunden
-> Selbststudium (h):	102 Stunden		

Modulbestandteile	14131	Mensch-Maschine Interaktion (Vorlesung (PF) - 2 TWS)
	14132	Mensch-Maschine Interaktion (Übung (PF) - 2 TWS)

Modulverantwortlicher Prof. Dr.-Ing. habil. Michael Popp

Inhalt Die Studierenden erwerben im Modul "Mensch-Maschine Interaktion" einen detaillierten Einblick in die theoretischen Grundlagen und Möglichkeiten der Gestaltung, sowie die Vor- und Nachteile konkreter Realisationen solcher Schnittstellen. Dies erfolgt auf der Basis der Vermittlung von Grundlagen und Modellen der menschlichen Wahrnehmung, Kognition und Informationsverarbeitung. Der Vorlesungsstoff wird an konkreten Beispielen verdeutlicht und in praktischen Übungen vertieft.

- Zu Beginn erfolgt eine Einführung in die menschliche Informationsverarbeitung mit Beispielen von aktuellen Aufmerksamkeitstheorien, Kognitions- und Gedächtnismodellen.
- Eine vollständige Darstellung der menschlichen sensorischen Wahrnehmung mit besonderer Betonung der visuellen Wahrnehmung verdeutlicht die zugrunde liegenden physiologischen und die mit ihnen einhergehenden mentalen Prozesse. Aus beiden entsteht ein Verständnis für die Komplexität der wechselseitigen Interaktion an Schnittstellen. Schon daraus lässt sich ableiten, wie gute Schnittstellen konstruiert werden müssen.
- Es werden alle Leistungsparameter einer guten, erfolgreichen Schnittstellengestaltung angesprochen. Dabei wird besonderer Wert auf die Vermittlung von wissenschaftlichen Methoden und Experimentalverfahren zur Schnittstellenbewertung gelegt.
- Neben den bisherigen, teilweise rein technisch, teilweise noch mechanisch arbeitenden Schnittstellen gewinnen überwiegend oder reine Softwarelösungen für Schnittstellen immer mehr an Bedeutung. Aus diesem Grund wird in Vorlesung und Übung besonderer Wert auf die Vermittlung auch von Kenntnissen in Software-Ergonomie bis hin zu allerneuesten entsprechenden Technologien gelegt.
- Im praxisorientierten Teil werden konkrete Anzeigen und Bedienelemente einzeln und als Funktionsgruppen betrachtet, ihre Entwicklung bis heute vorgestellt und diskutiert. Die Veranstaltung schließt mit einer Darstellung und Diskussion moderner Schnittstellenlösungen von komplexen Flugzeugarbeitsplätzen bis hin zu Fahrerassistenzsystemen des Automobilsektors.

Qualifikationsziele	<ul style="list-style-type: none">• Die Studierenden kennen die relevanten Gestaltungsparameter auf beiden Seiten einer Mensch-Maschine Interaktion und ihre wechselseitige Abhängigkeit.• Sie besitzen das Basiswissen über die relevanten Aspekte der menschlichen Wahrnehmung, der Gedächtnisleistungen, der kognitiven Fähigkeiten und der Biomechanik des Menschen.• Sie kennen die bisher in der Technik und Informatik erarbeiteten Schnittstellenlösungen in Hard- und Software, Ihre Vor- und Nachteile.• Sie können bei gegebenen Anforderungen und Randbedingungen eigenständig einfache neue Schnittstellen entwerfen und verfügen über das Methodenwissen, diese im Vergleich zu anderen Lösungen experimentell und theoretisch fundiert zu bewerten.
Voraussetzungen	keine
Verwendbarkeit	Die Gestaltung wirksamer Schnittstellen zur Interaktion zwischen Benutzer und technischen Systemen gehört zu praktisch allen Aspekten ingenieurtechnischen, konstruktiven Arbeitens. Absolventen des Master-Studiengangs Luft- und Raumfahrttechnik werden immer vor der Frage stehen, wie Systemzustände einem Nutzer/Operator angezeigt werden und auf welche Art und Weise dieser dem System seine Wünsche/Direktiven mitteilen soll. Auch die ständig steigende Flexibilität der Reaktionsmöglichkeiten technischer Systeme auf variable Anforderungen und Einsatzszenarios macht die gute Gestaltung der Schnittstelle zu einer herausfordernden und anspruchsvollen Aufgabe, die mit "common sense" bzw. herkömmlich Lösungen nicht mehr befriedigend bewältigt werden kann.
Leistungsnachweis	Schriftliche Prüfung 60 Minuten (ohne Hilfsmittel) oder mündliche Prüfung 30 Minuten (ohne Hilfsmittel)
Sonstige Bemerkungen	Dieses Modul kann auch als Munich-Aerospace-Partnermodul belegt werden.
Literatur	<ul style="list-style-type: none">• Birbaumer N., Schmidt R.F.: Biologische Psychologie. Heidelberg: Springer Medizin Verlag, 2006.• Bruce V., Green P.R.: Visual Perception. London: Lawrence Erlbaum Associates, 1992.• Charwat H.J.: Lexikon der Mensch-Maschine-Kommunikation. München: Oldenbourg Verlag, 1992.• Jukes M.: Aircraft Display Systems. London: Professional Engineering Publishing Limited, 2004.• Reason J.: Human Error. Cambridge: University Press, 1990.• Schmidtke H.: Lehrbuch der Ergonomie. München: Hanser Verlag, 1981.

Dauer und Häufigkeit

Das Modul dauert ein Trimester, es findet jährlich im Frühjahrstrimester statt.

Modul 1072 Messmethoden in der Strömungsmechanik

zugeordnet zu: Wahlpflichtmodule Vertiefungsrichtung: Physikalisch-Technische Modellierung in der Anwendung auf Luft- und Raumfahrttechnik

Studiengang:	Mathematical Engineering	Modultyp:	Pflicht
Workload gesamt (h):	150 Stunden	ECTS-Punkte:	5
-> Präsenzzeit (h):	48 Stunden	TWS:	4 Stunden
-> Selbststudium (h):	102 Stunden		

Modulbestandteile	10721	Messmethoden in der Strömungsmechanik (Vorlesung (PF) - 2 TWS)
	10722	Messmethoden in der Strömungsmechanik (Übung (PF) - 2 TWS)

Modulverantwortlicher Prof. Dr. rer. nat. habil. Christian Kähler

Inhalt

Bei strömungsmechanischen Entwurfsaufgaben spielt das Versuchswesen eine zentrale Rolle. Sei es an einem verkleinerten Modell im Windkanal oder an der Großausführung. Die dabei zur Verfügung stehenden diagnostischen Hilfsmittel haben sich ebenso rasant entwickelt, wie die Elektronik der schnellen Signalverarbeitung und besonders die Laseroptik.

Im Modul "Messmethoden in der Strömungsmechanik" werden die wichtigsten mechanischen, elektrischen und optischen Messverfahren behandelt, die heute in der Forschung und Entwicklung eingesetzt werden.

- Versuchsanlagen für Modelluntersuchungen
- Verfahren zur Visualisierung von Strömungen
- Druckmessverfahren
- Kraftmessung
- Hitzdrahttechnik
- Laser Zwei Fokus Anemometer (L2F)
- Laser Doppler Anemometrie (LDA)
- Doppler Global Velocimetry (DGV)
- Particle Image Velocimetry (PIV)
- Particle Tracking Velocimetry (PTV)
- Schlierenverfahren
- Interferometer
- Thermographie
- Pressure Sensitive Paint (PSP)

Qualifikationsziele

- Die Studierenden kennen das grundlegende Messprinzip der verschiedenen mechanischen, elektrischen und optischen Messverfahren.
- Die Studierenden kennen die Vor- und Nachteile der vorgestellten Messverfahren und sind in der Lage, bei einem gegebenen prak-

tischen Problem die geeignete Messtechnik auszuwählen, die zur Beantwortung der strömungsmechanischen Fragestellung führt.

- Die Studierenden haben eine Vorstellung von den wirtschaftlichen Aspekten, d.h. welcher finanzielle und personelle Aufwand ist mit dem Einsatz eines bestimmten Messverfahrens unter Erhalt welcher strömungsmechanischen Erkenntnisse verbunden.

Voraussetzungen

Grundkenntnisse aus Physik und Messtechnik sowie die Vorlesung "Strömungsmechanik".

Verwendbarkeit

Die Inhalte des Moduls "Messmethoden in der Strömungsmechanik" vermitteln zentrale Begriffe der Messtechnik. Einige der vorgestellten Methoden werden in einer nachfolgenden Lehrveranstaltung, dem "Apparativen Praktikum Fluidodynamik", in den Laboren des Instituts für Strömungsmechanik in kleinen Gruppen angewendet. Zudem bereitet das Modul auf Messungen vor, die im Rahmen von Bachelor-/Masterarbeiten durchgeführt werden.

Leistungsnachweis

Schriftliche Prüfung 75 Minuten (Hilfsmittel: nicht-programmierbarer Taschenrechner) oder mündliche Prüfung 30 Minuten (ohne Hilfsmittel)

Sonstige Bemerkungen

Dieses Modul kann auch als Munich-Aerospace-Partnermodul belegt werden.

Zuordnung zu den Studienschwerpunkten siehe Tabelle am Anfang des Dokumentes.

Literatur

- Eckelmann H.: Einführung in die Strömungsmesstechnik. Teubner, 1997.
- Tropea C., Yarin A.L., Foss J.F.: Springer Handbook of Experimental Fluid Mechanics. Springer Verlag, 2007.
- Raffel M., Willert C., Wereley S., Kompenhans J.: Particle Image Velocimetry. Springer Verlag, 2007.

Dauer und Häufigkeit

Das Modul dauert ein Trimester, es findet im Frühjahrstrimester des 1. Master-Studienjahres statt.

Modul 1073 Messtechnik

zugeordnet zu: Wahlpflichtmodule Vertiefungsrichtung: Physikalisch-Technische Modellierung in der Anwendung auf Luft- und Raumfahrttechnik

Studiengang:	Mathematical Engineering	Modultyp:	Pflicht
Workload gesamt (h):	150 Stunden	ECTS-Punkte:	5
-> Präsenzzeit (h):	60 Stunden	TWS:	5 Stunden
-> Selbststudium (h):	90 Stunden		

Modulbestandteile	10731	Grundlagen der Messtechnik (Vorlesung, Praktikum, Übu (PF) - 5 TWS)
-------------------	-------	--

Modulverantwortlicher	Prof. Dr. rer. nat. habil. Günther Dollinger
-----------------------	--

Inhalt	Das Modul besteht aus der Vorlesung "Messtechnik", den dazugehörigen Übungen und einem messtechnischen Praktikum.
--------	---

In den "Messtechnik" werden folgende Inhalte vermittelt:

- Messung elektrischer Größen analog und digital
- Messverstärker für Strom, Spannung, Ladung
- Rauschen und die Auswirkung auf die Genauigkeit von Messungen
- Temperatursensoren, zugehörige Messprinzipien und Anwendungsbereiche
- Sensoren für elektromagn. Strahlung und hochenergetischen Teilchenstrahlen

Qualifikationsziele	<ol style="list-style-type: none"> 1) Die Studierenden lernen die Prinzipien zur genauen Messung von elektrischen Größen kennen. 2) Die Studierenden lernen prinzipiellen Grenzen in der Messung elektrischer Größen kennen 3) Die Studierenden lernen exemplarisch physikalische Grundlagen und Anwendung unterschiedlicher Sensoren kennen.
---------------------	--

Voraussetzungen	Experimentalphysik/Praktikum, Messtechnik, Steuerungs- und Regelungstechnik, Höhere Mathematik I, II, III, Grundlagen der Elektrotechnik
-----------------	--

Verwendbarkeit	Voraussetzung für alle weiteren Vorlesungen im Bereich Flugführung, Steuer- und Regelungstechnik, Autonome Systeme, Satellitennavigation
----------------	--

Leistungsnachweis	Grundlagen der Messtechnik: schriftliche Prüfung 75 Minuten
-------------------	---

Messtechnik Praktikum: Teilnahmechein

Zugelassene Hilfsmittel für schriftliche Prüfung:

- 2 handbeschriebene Blätter (DIN A4)
- mathematische Formelsammlung
- nicht programmierbarer Taschenrechner

Sonstige Bemerkungen

Zuordnung zu den Studienschwerpunkten siehe Tabelle am Anfang des Dokumentes.

Literatur

- E. Schrüfer, Elektrische Messtechnik, Hanser Verlag, München 2004
- R. Lerch, Elektrische Messtechnik, Springer, Berlin 2005
- H.-J. Kunze, Physikalische Messmethoden, Teubner Studienbücher, Stuttgart 1986
- F. Bernhard, Technische Temperaturmessung, Springer, Berlin 2004

Dauer und Häufigkeit

Das Modul dauert ein Trimester, es findet im Wintertrimester des 1. Master-Studienjahres statt.

Modul 1301 Methoden der künstlichen Intelligenz

zugeordnet zu: Wahlpflichtmodule Vertiefungsrichtung: Physikalisch-Technische Modellierung in der Anwendung auf Luft- und Raumfahrttechnik

Studiengang:	Mathematical Engineering	Modultyp:	Wahlpflicht
Workload gesamt (h):	180 Stunden	ECTS-Punkte:	6
-> Präsenzzeit (h):	72 Stunden	TWS:	6 Stunden
-> Selbststudium (h):	108 Stunden		

Modulbestandteile	13011	Neuronale Netze (Vorlesung (WP) - 3 TWS)
	13012	Fuzzy Logic (Vorlesung (WP) - 3 TWS)

Modulverantwortlicher Priv.-Doz. Dr.-Ing. Gerhard Staude

Inhalt

a) Lehrveranstaltung **Neuronale Netze** (Prof. Wolf)

Neuronale Netze als Alternative zur klassischen Wissensverarbeitung wurden erstmalig schon 1943 diskutiert, mit der allgemeinen Verfügbarkeit der ersten Computer um 1960 in Pilotexperimenten realisiert, aber erst nach der Entwicklung schneller SIMD-Rechner nach 1985 auf breiter Basis zur Signal- und Wissensverarbeitung eingesetzt. Anwendungsbereiche waren und sind insbesondere die Mustererkennung sowie die Regelungs- und Automatisierungstechnik. Die Neuronalen Netze sind den nichtlinearen Verfahren zuzuordnen und haben eine enge Beziehung zum Bereich "Expertensysteme" bzw. "Adaptive Systeme". In dieser Wahlpflichtvorlesung wird deshalb eine Einführung in diesen Problembereich und spezielle Anwendungsfälle angeboten, bevor das Grundkonzept der Neuronalen Netze besprochen wird. Zur Vertiefung der Grundkenntnisse sollen dann anhand von exemplarischen Aufgaben und Beispielen im Selbststudium (Projektlehre) Lösungsansätze mit Neuronalen Netzen erarbeitet werden. Werkzeug dazu ist die Signalverarbeitungssoftware MATLAB.

b) Lehrveranstaltung **Fuzzy Logic** (PD Dr. Staude)

Fuzzy Logic als Alternative zur Booleschen Logik ist schon lange eingeführt, erlebt aber in den letzten Jahren insbesondere in der Mustererkennung sowie der Regel- und Automatisierungstechnik einen Boom. Sie ist den nichtlinearen Verfahren zuzuordnen und hat eine enge Beziehung zum Bereich "Expertensysteme". In dieser Wahlpflichtvorlesung wird deshalb eine Einführung in diesen Problembereich und spezielle Anwendungsfälle angeboten. Ausgehend von einer Übersicht über das Konzept der Fuzzy Logic werden die verschiedenen Aspekte der Fuzzifizierung und der Defuzzifizierung eingehend besprochen. Im zweiten Teil der Vorlesung, der zur Vertiefung dieser Grundkenntnisse dient, sollen dann anhand von exemplarischen Beispielen aus den Bereichen Automatisierungstechnik, Kommunikationstechnik und Medizintechnik Lösungsansätze unter Verwendung von Fuzzy Logic aufgezeigt werden.

Qualifikationsziele	<p>Die Studierenden sollen nach der Lehrveranstaltung Methoden der Künstlichen Intelligenz folgende Kernkompetenzen erworben haben:</p> <ul style="list-style-type: none">• Grundlegendes methodisches Wissen im Bereich Künstliche Intelligenz (KI)• Vernetzung des Wissens aus der klassischen Informationsverarbeitung mit dem aus dem KI-Bereich• Basiskenntnisse in Entwurf und Anwendung von Neuronalen Netzen und Fuzzy Inference Systemen• Sicherheit im selbständigen problemorientierten Arbeiten
Voraussetzungen	<ul style="list-style-type: none">• Die Vorlesung erfordert keine über das BSc-Studium hinausgehenden Vorkenntnisse, allerdings sollte man der Mathematik nicht abgeneigt sein.
Verwendbarkeit	<ul style="list-style-type: none">• Wahlpflichtmodul für alle Vertiefungsrichtungen der Studiengänge Elektrotechnik und Informationstechnik (M. Sc.) und Mathematical Engineering (M. Sc.)• Wahlpflichtmodul für das Anwendungsfach Elektrotechnik im Studiengang Informatik (M. Sc.)
Leistungsnachweis	<ul style="list-style-type: none">• Schriftliche Prüfung von 90 Minuten Dauer oder mündliche Prüfung von 30 Minuten Dauer (sP-90 oder mP-30). Die genauen Prüfungsmodalitäten werden zu Beginn der Lehrveranstaltung bekanntgegeben.
Modulnote	<p>Für die Modulnote werden die Leistungen der Lehrveranstaltungen "Neuronale Netze" und "Fuzzy Logic" im Verhältnis 1:1 gewertet. Die Modulprüfung ist bestanden, wenn jede der beiden Lehrveranstaltungen mindestens mit "ausreichend" (4.0) bewertet wurde.</p>
Literatur	<p>G. D. Rey, K. F. Wender, Neuronale Netze: Eine Einführung in die Grundlagen, Anwendungen und Datenauswertung. Verlag Huber, Bern, 2008.</p> <p>Constantin von Altrock: Fuzzy Logic. München, Oldenburg Verlag, 1993</p> <p>Senén Baro and Roque Marín (ed.): Fuzzy Logic in Medicine, Physica Verlag Heidelberg, 2002</p>
Dauer und Häufigkeit	<ul style="list-style-type: none">• Das Modul dauert 2 Trimester.• Das Modul beginnt jedes Studienjahr jeweils im Wintertrimester.

- Als Startzeitpunkt ist das Wintertrimester im ersten Studienjahr vorgesehen.

Modul 1074 Methoden in der Produktentwicklung

zugeordnet zu: Wahlpflichtmodule Vertiefungsrichtung: Physikalisch-Technische Modellierung in der Anwendung auf Luft- und Raumfahrttechnik

Studiengang:	Mathematical Engineering	Modultyp:	Wahlpflicht
Workload gesamt (h):	150 Stunden	ECTS-Punkte:	5
-> Präsenzzeit (h):	72 Stunden	TWS:	6 Stunden
-> Selbststudium (h):	78 Stunden		

Modulbestandteile	10741	Methoden in der Produktentwicklung (Vorlesung (PF) - 4 TWS)
	10742	Methoden in der Produktentwicklung (Übung (PF) - 2 TWS)

Modulverantwortlicher Prof. Dr.-Ing. Kristin Paetzold

Inhalt	<p>Allgemeine Betrachtung</p> <ul style="list-style-type: none"> • Motivation; Bedeutung und Aufgabenfelder der Produktentwicklung • Einordnung der Produktentwicklung in Markt/Unternehmen/Gesellschaft • Systemtheoretische Ansätze zur Beschreibung technischer Systeme • Integrierte Produktentwicklung <p>Prozessgestaltung</p> <ul style="list-style-type: none"> • Strukturierung von Entwicklungsprozessen: operative und strategische Vorgehensmodelle • Prozessgestaltung für interdisziplinäre Entwicklungsaufgaben • Darstellung der Phasen und Beschreibung der typischen Handlungen im Produktentwicklungsprozess am Beispiel <p>Methodenunterstützung in der Produktentwicklung</p> <ul style="list-style-type: none"> • Strukturierung der Methoden auf Basis des Problemlösungszyklus • Darstellung von methodischem Vorgehen für Synthese, Analyse und Bewertung von technischen Lösungen • Aspekte und Bedeutung von DfX als Möglichkeit zum Wissensmanagement in der Entwicklung • Vorgehensweise und Methoden zum Variantenmanagement <p>Rechnerunterstützung in der Produktentwicklung</p> <ul style="list-style-type: none"> • Produktdatenmanagement: Methoden zur Aufbereitung und der Daten- und Informationsflüsse im Entwicklungsprozess • CAx-Werkzeugen zur Methodenunterstützung; Einordnung der CAx-Werkzeuge in den Produktentwicklungsprozess
--------	--

Qualifikationsziele	<ul style="list-style-type: none">• Vermittlung von Kenntnissen über Grundlagen der Entwicklungsmethodiken in den Ingenieurwissenschaften• Erlernen einer methodischen, zielgerichteten Arbeitsweise zur Entwicklung technischer Systeme• Neben der Vorstellung der Methoden werden Kenntnisse über geeignete Hilfsmittel und Werkzeuge zur Lösungsfindung bereitgestellt, die anhand praxisnaher Beispiele angewendet werden• Die Lehrveranstaltung soll einen Überblick über die vielfältigen Möglichkeiten der Rechnerunterstützung in der Produktentwicklung und deren Grenzen aufzeigen
Voraussetzungen	keine
Verwendbarkeit	Das Modul Methoden der Produktentwicklung stellt die Grundlagen für ein strukturiertes Herangehen zur Lösung von komplexen Entwicklungsaufgaben sowohl für konstruktive Tätigkeiten während des Studiums als auch für spätere Einsatzgebiete im Bereich der Luft- und Raumfahrttechnik bereit.
Leistungsnachweis	<p>Schriftliche Prüfung mit 90 Minuten Dauer am Ende des Herbsttrimesters. Wiederholungsmöglichkeit zum Ende des 1. Quartals.</p> <p>Für die Prüfung darf eine einseitig handbeschriebene DIN A4-Seite zur Unterstützung verwendet werden.</p>
Sonstige Bemerkungen	Zuordnung zu den Studienschwerpunkten siehe Tabelle am Anfang des Dokumentes.
Literatur	<ul style="list-style-type: none">• Pahl G., Beitz W., Feldhusen J., Gote H.: Pahl/Beitz Konstruktionslehre: Grundlagen erfolgreicher Produktentwicklung. Methoden und Anwendung. 7. Auflage. Berlin: Springer-Verlag, 2006.• Ehrenspiel K.: Integrierte Produktentwicklung Denkabläufe, Methodeneinsatz, Zusammenarbeit. 3. Auflage. Hanser Fachbuchverlag, 2006.• Lehner F.: Wissensmanagement. Grundlagen, Methoden und technische Unterstützung. 3. Auflage. Hanser Fachbuchverlag, 2009.• Eigner M., Stelzer R.: Produktdatenmanagement-Systeme: Ein Leitfaden für Product Development und Life Cycle Management. 2. Auflage. Berlin: Springer Verlag, 2009.
Dauer und Häufigkeit	Das Modul dauert 1 Trimester, es findet im Herbsttrimester des 1. Master-Studienjahres statt.

Modul 1308 Microcontroller und SPS im Vergleich - ein Studienprojekt

zugeordnet zu: Wahlpflichtmodule Vertiefungsrichtung: Physikalisch-Technische Modellierung in der Anwendung auf Luft- und Raumfahrttechnik

Studiengang:	Mathematical Engineering	Modultyp:	Wahlpflicht
Workload gesamt (h):	180 Stunden	ECTS-Punkte:	6
-> Präsenzzeit (h):	60 Stunden	TWS:	5 Stunden
-> Selbststudium (h):	120 Stunden		

Modulbestandteile	13081	Microcontroller und Speicherprogrammierbare Steuerungen (Vorlesung (WP) - 0.5 TWS)
	13082	Microcontroller und Speicherprogrammierbare Steuerungen (Studienprojekt (WP) - 4.5 TWS)
	13083	Studienprojekt Microcontroller vs SPS (Projekt (WP) - 10 TWS)

Modulverantwortlicher Prof. Dr.-Ing. Werner Wolf

Inhalt

Teil A:
 Im Bereich der Rechneranwendungen nimmt Prozessdatenverarbeitung (PDV) bei der Rationalisierung und Automatisierung eine bedeutende Stellung ein, wobei technologisch vorwiegend Microcontroller (MCU) im Anwendungsbereich zum Einsatz kommen. Die grundsätzlichen Konzepte der MCU werden in der Vorlesung „embedded systems“ behandelt. In dieser Wahlpflichtlehrveranstaltung wird zur Einführung auf den prinzipiellen Aufbau und die Wirkungsweise der MCU am Beispiel des Mikrocontrollers MC912DG128A eingegangen, bevor die Studierenden zur Vertiefung dieser Grundkenntnisse dann anhand von exemplarischen Beispielen (z.B. Drehzahlregelung eines Gleichstrommotors, Werkzeugmaschinensteuerung, Ablaufsteuerung einer Reaktionszeitmessung) diese vertiefen. Die Programmierung erfolgt in Assembler, da dies den direkten Einblick in die MCU erlaubt. Dabei ist auch der Programmtest mit Hilfe des Debugging eingeschlossen. Für diesen Teil der Lehrveranstaltung steht ein Entwicklungssystem in einem Praktikumsraum zur Verfügung, an dem die Studierenden diese Lehrinhalte selbständig und in freier Zeiteinteilung erarbeiten sollen.

Teil B:
 Eine Speicherprogrammierbare Steuerung (SPS) ist eine elektronische Baugruppe, die in der Automatisierungstechnik für Steuerungs- und Regelungsaufgaben eingesetzt wird. Im Prinzip handelt es sich dabei um ein Computersystem mit spezialisierten Eingabe und Ausgabe Schnittstellen. Über diese ist die SPS mit Sensoren und Aktuatoren verbunden und kann so Fertigungsprozesse überwachen und beeinflussen. Wesentlich ist bei der SPS, dass sie programmierbar ist und damit jederzeit flexibel Produkt-, Ablauf- oder Fertigungsveränderungen angepasst werden kann.

Diese Wahlpflichtvorlesung baut auf grundlegendem Wissen zur SPS-Programmierung auf und vermittelt weitergehendes Wissen sowie

dessen praktische Anwendung in einem Studienprojekt. Dieses umfasst die Ablaufsteuerung von komplexen Fertigungsprozessen unter Einbeziehung von Modellaufbauten. Methodisch werden auch hier vorwiegend Werkzeuge des Blended-Learnings eingesetzt.

Qualifikationsziele

- Erwerb von grundlegendem methodischen Wissen zum Bereich Prozessdatenverarbeitung (PDV)
- Erwerb von vertieften Kenntnissen zur Anwendung von Microcontrollern in der Automatisierungstechnik als Kernanwendung in der PDV
- Erwerb von erweitertem methodischen Wissen zum Bereich Speicherprogrammierbare Steuerungen (SPS) und ihrer Anwendung in der Automatisierungstechnik.
- Sicheres Beherrschen der Programmierung des Microcontrollers mit Assembler sowie der SPS mit Step7 und den entsprechenden Programmierumgebungen
- Training on Job der Programmierung anhand einer komplexen Anwendung (Projekt)
- Selbständiges problemorientiertes Erlernen mit Hilfe moderner Medien.
- Training der Problemlösung in Team-Arbeit.

Voraussetzungen

- Grundkenntnisse der Digitalen Schaltungstechnik und der Programmierung
- SPS Basiswissen, z.B. aus dem B. Sc. Wahlpflichtmodul 'SPS - Eine Einführung in das Konzept und die Programmierung von Speicherprogrammierbaren Steuerungen'
- Teilnahme an der Vorlesung „Embedded Systems“ (M.Sc.) bzw. „Architektur und Programmierung von Microcontrollern (B.Sc.)
- Wegen der studentenzentrierten Ausrichtung muss die Teilnehmerzahl für diese Veranstaltung auf 6 Teilnehmer beschränkt werden.

Verwendbarkeit

- Wahlpflichtmodul für alle Vertiefungsrichtungen der Studiengänge Elektrotechnik und Informationstechnik (M. Sc.) und Mathematical Engineering (M. Sc.)

Hinweis: Das Modul ist nur dann verwendbar, wenn keine der zugehörigen Lehrveranstaltungen im Rahmen eines anderen Moduls eingebracht wird!

Leistungsnachweis

- Der Leistungsnachweis für das Modul erfolgt in Form einer schriftlichen Projektdokumentation und ihrer Präsentation in Form eines Seminarvortrags von 30 Minuten Dauer.
- Der Leistungsnachweis wird in einem Notenschein bestätigt (NoS).

Sonstige Bemerkungen Die Lehreinheiten des Studienprojekts werden von den Studierenden in weitgehend freier Zeiteinteilung aktiv im Labor erarbeitet.

Literatur

Kupris G., Thamm O.: Mikrocontroller- Design. Hard- und Softwareentwicklung mit dem 68HC12/HCS12. Hanser, 2003

Ungerer T., Brinkschulte U.: Mikrocontroller und Mikroprozessoren. Springer, 2007

http://www.freescale.com/files/microcontrollers/doc/data_sheet/MC912DT128A.pdf

Jacobson E.: Einführung in die Prozeßdatenverarbeitung, Hanser, 1996

Reißenweber B: Prozessdatenverarbeitung, Oldenbourg, 1995, Signatur: /I-LB785

D. Zastrow, G. Wellenreuther: Automatisieren mit SPS - Theorie und Praxis. Vieweg-Verlag, 2008.

Dauer und Häufigkeit

- Das Modul dauert 1 Trimester.
- Das Modul beginnt jedes Studienjahr jeweils im Herbsttrimester.

Modul 1075 Moderne Methoden der Regelungstechnik

zugeordnet zu: Wahlpflichtmodule Vertiefungsrichtung: Physikalisch-Technische Modellierung in der Anwendung auf Luft- und Raumfahrttechnik

Studiengang:	Mathematical Engineering	Modultyp:	Wahlpflicht
Workload gesamt (h):	150 Stunden	ECTS-Punkte:	5
-> Präsenzzeit (h):	48 Stunden	TWS:	4 Stunden
-> Selbststudium (h):	102 Stunden		

Modulbestandteile	10751	Moderne Methoden der Regelungstechnik (Vorlesung (PF) - 2 TWS)
	10752	Moderne Methoden der Regelungstechnik (Übung (PF) - 2 TWS)

Modulverantwortlicher PD Dr.-Ing. Gunther Reißig

Inhalt

Gegenstand des Moduls sind lineare zeitinvariante Zustandssysteme mit mehreren Ein- oder Ausgängen, kurz „Mehrgrößensysteme“. Vermittelt werden systematische Methoden der Bestimmung und Vorgabe von Systemeigenschaften (Analyse und Auslegung) und des Entwurfs linearer Regler zur gezielten Beeinflussung von Systemeigenschaften (Regelung). Dazu werden u.a. folgende Themen behandelt:

- 1) Gegenstand, Geschichte und typische Anwendungsbeispiele von Mehrgrößensystemen.
- 2) Allgemeine Lösung, Koordinatentransformationen, Matrixexponentialfunktion.
- 3) Steuerbarkeit, Beobachtbarkeit, Normalformen.
- 4) Übertragungsfunktion, Realisierbarkeit und Realisierung.
- 5) Stabilitätsbegriffe und -kriterien.
- 6) Zustandsrückführungen: Stabilisierung, Sollwertreglung, Entkopplung.
- 7) Beobachter, Separationsprinzip.
- 8) Störungen, Robustheit, I-Anteil.
- 9) Elemente der Linearen Optimalen Regelung.
- 10) Rechnergestützte Verfahren.

Qualifikationsziele

Die Studierenden wissen, was Mehrgrößensysteme sind und beherrschen die im Modul vermittelten Methoden zur Analyse, Auslegung und Regelung solcher Systeme. Sie sind in der Lage zu erkennen, inwieweit die vermittelten Methoden auf vorgelegte praktische Problemstellungen anwendbar sind; ggf. können sie die Methoden sicher und wenn nötig unter Zuhilfenahme geeigneter Software zur Lösung der Problemstellung anwenden.

Voraussetzungen	„Höhere Mathematik“, „Technische Mechanik“, „Messtechnik“, „Experimentalphysik“, „Allgemeine Elektrotechnik“, „Steuer- und Regelungstechnik“ und „Regelungstechnik“.
Verwendbarkeit	Voraussetzung für wissenschaftliche Grundlagenuntersuchungen und angewandte Forschung und Entwicklung auf dem Gebiet der Steuer- und Regelungstechnik. In diesem Studiengang: <ul style="list-style-type: none">• Voraussetzung für Teilnahme am App. Praktikum „Regelungstechnik“• Voraussetzung für das Modul „Filter und Schätzverfahren“
Leistungsnachweis	Schriftliche Prüfung 90 Minuten
Sonstige Bemerkungen	Zuordnung zu den Studienschwerpunkten siehe Tabelle am Anfang des Dokumentes.
Literatur	<ul style="list-style-type: none">• Antsaklis, Michel: A Linear Systems Primer, Birkhäuser 2007.• Lunze: Regelungstechnik 2, Springer 2010.• Sontag: Mathematical Control Theory, Springer 1998.• Svaricek, F.: Zuverlässige numerische Analyse linearer Regelsysteme, Teubner 1995.
Dauer und Häufigkeit	Das Modul dauert ein Trimester, es findet im Herbsttrimester des 1. Master-Studienjahres statt. Das Modul wird jedes Studienjahr angeboten.

Modul 1076 Moderne Strukturwerkstoffe

zugeordnet zu: Wahlpflichtmodule Vertiefungsrichtung: Physikalisch-Technische Modellierung in der Anwendung auf Luft- und Raumfahrttechnik

Studiengang:	Mathematical Engineering	Modultyp:	Pflicht
Workload gesamt (h):	150 Stunden	ECTS-Punkte:	5
-> Präsenzzeit (h):	48 Stunden	TWS:	4 Stunden
-> Selbststudium (h):	102 Stunden		

Modulbestandteile	10761	Moderne Strukturwerkstoffe (Vorlesung (PF) - 2 TWS)
	10762	Moderne Strukturwerkstoffe (Übung (PF) - 2 TWS)

Modulverantwortlicher Prof. Dr.-Ing. habil. Hans-Joachim Gudladt

Inhalt

- Im ersten Abschnitt lernt der Student das mechanische Verhalten von Polymeren und Faserverbundwerkstoffen, bevorzugt auf Epoxidbasis, kennen. Dabei wird der amorphen Struktur des Werkstoffes dadurch Rechnung getragen, dass sowohl das energie- als auch das entropie-elastische Verhalten betrachtet wird.
- Darüber hinaus werden den Studenten die Grundlagen des Schädigungsverhaltens von Verbundwerkstoffen unter schwingender Beanspruchung vermittelt. Darin sind auch moderne Strukturwerkstoffe, wie z.B. ARALL und GLARE mit eingeschlossen.
- Der zweite Teil der Vorlesung beschäftigt sich mit dem Korrosionsverhalten von metallischen und polymeren Werkstoffen im Hinblick auf Spannungsriss- und Schwingungskorrosion.
- Im letzten Teil der Vorlesung gewinnen die Studenten Einblick in das mechanische Verhalten von Werkstoffen bei hohen Temperaturen. Hierbei wird dem Aspekt des Kriechens und der Kriechschädigung breiter Raum gewidmet.
- Auf dem Bereich LRT abzielend, erhalten die Studenten gezielte Informationen zum Schädigungsverhalten von keramischen Werkstoffen, wobei besonders den sog. Verbundkeramiken (CMC) Aufmerksamkeit gewidmet wird. Darüber hinaus werden Strategien zur Duktilisierung von Keramiken dargestellt und ein Ausblick auf die zukünftige Materialentwicklung im Bereich LRT gegeben.

Qualifikationsziele

Dem Studenten werden ingenieurwissenschaftliche Inhalte vermittelt, die sich auf das mechanische Verhalten von Werkstoffen beziehen, die im Bereich der Luft- und Raumfahrt eingesetzt werden. Dazu gehören, faserverstärkte Kunststoffe (CFK), Metall-Kunststoffverbunde, z.B. GLARE, hochfeste Aluminiumwerkstoffe sowie Titan- und Nickelbasislegierungen sowie Keramikverbundwerkstoffe. Das Hauptaugenmerk richtet sich dabei auf das mechanische Verhalten unter korrosiver Beanspruchung und bei hohen Temperaturen.

Voraussetzungen Bachelor-Studium

Verwendbarkeit Das erworbene Wissen befähigt den Studenten zum Verständnis von Strukturmaterialien im Bereich Zelle und Triebwerk in Bezug auf das mechanische Verhalten. Er wird in die Lage versetzt, Materialoptimierung für zukünftige Strukturbauteile der Luftfahrt vorzunehmen. Darüber hinaus kann er Schwachstellen der Materialien in Bezug auf Ermüdung und Korrosion erkennen und für Abhilfe sorgen.

Leistungsnachweis Schriftliche Prüfung 60 Minuten oder mündliche Prüfung 30 Minuten

Sonstige Bemerkungen Dieses Modul kann auch als Munich-Aerospace-Partnermodul belegt werden.

Zuordnung zu den Studienschwerpunkten siehe Tabelle am Anfang des Dokumentes.

Literatur

- Hornbogen E.: Metallische Werkstoffe, Springer Verlag, 2002.
- Easterling K., Zschech E.: Werkstoffe im Trend. Berlin: Verlag Technik, 1996.
- Easterling K.: Tomorrow's Materials. Dorchester, London: The Institute of Metals, the Dorset Press, 1988.
- Ashby M.F., Jones R.H.: International Science and Technology. Vol. 34 & 39. Oxford, New York: Pergamon Press.
- Bd. I: An introduction to their properties and application. 1980.
- Bd. II: An introduction to microstructure and design. 1986.
- Courtney T.H.: Mechanical Behavior of Materials. Series in Materials Science and Engineering. McGraw-Hill, 1990.

Dauer und Häufigkeit Das Modul dauert ein Trimester, es findet im Herbsttrimester des 1. Master-Studienjahres statt.

Modul 1283 Multisensorsysteme und Sensornetze

zugeordnet zu: Wahlpflichtmodule Vertiefungsrichtung: Physikalisch-Technische Modellierung in der Anwendung auf Luft- und Raumfahrttechnik

Studiengang:	Mathematical Engineering	Modultyp:	Wahlpflicht
Workload gesamt (h):	150 Stunden	ECTS-Punkte:	5
-> Präsenzzeit (h):	60 Stunden	TWS:	5 Stunden
-> Selbststudium (h):	90 Stunden		

Modulbestandteile	12831	Multisensorsysteme (Vorlesung (WP) - 3 TWS)
	12832	Sensornetze (Vorlesung (WP) - 2 TWS)

Modulverantwortlicher Prof. Dr. techn. Christian Kargel

Inhalt Vorlesung „Multisensorsysteme“ (Dr.-Ing. Ruser)

Multisensorsysteme nutzen verschiedenartige Sensoren und Informationsquellen für neues und präziseres Wissen über physikalische Größen, Ereignisse und Situationen, oft gewonnen in kürzerer Zeit und zu geringeren Kosten.

Multisensorsysteme wurden zuerst in der militärischen Aufklärung und der Sicherheitstechnik angewandt und werden heute für vielseitige Zwecke eingesetzt: in Fahrassistenzsystemen, der Robotik, Umweltsensorik, Medizintechnik, für die Bildverarbeitung, die Zustandsdiagnose technischer Systeme u.v.a.m.

Aufbauend auf einer Systematisierung der verschiedenen Ansätze und Modelle der Sensor- und Informationsfusion werden in der Lehrveranstaltung „Multisensorsysteme“ Kenntnisse und Werkzeuge für die merkmalsbasierte und probabilistische Lösung des zugrunde liegenden Parameterschätzproblems vermittelt, wie Grundlagen der Bayesschen Statistik, der Dempster-Shafer-Evidenztheorie und des Kalman-Filters, Fuzzy-Methoden sowie Voting-Ansätze.

Anhand verschiedener Nutzen-Kosten-Analysen werden Mittel zur quantitativen Bewertung von Datenfusionsansätzen kennengelernt, wie Kostenfunktionen aus a-priori Wissen und ROC-Analysen. Anhand ausgewählter praktischer Beispiele werden die studentischen Kenntnisse vertieft.

Vorlesung „Sensornetze“ (Dr.-Ing. Zhelondz)

Sensornetze bestehen aus vielen Sensorknoten, die mit Sensoren sowie kleinen eingebetteten Digitalrechnern ausgestattet sind. Die Sensorknoten erfassen Messgrößen der Umgebung und arbeiten bei der Auswertung und Interpretation der Messdaten zusammen, wobei die Kommunikation heute drahtgebunden oder über Funk bei meist dynamisch veränderlicher Netztopologie erfolgt. Digitale Mess-Systeme arbeiten hingegen meist mit unveränderlicher Netz- bzw. Busstruktur. Darüber hinaus unterliegen herkömmliche, digitale Mess-Systeme

meist keinen Beschränkungen hinsichtlich ihrer Energieversorgung, während Sensornetze in den meisten Fällen mit Batterien arbeiten.

Um den Betrieb von Sensornetzen trotz stark eingeschränktem Energievorrat über lange Zeiträume aufrechtzuerhalten, müssen besondere technische Maßnahmen ergriffen werden. Diese umfassen beispielsweise die Implementierung von spezifischen Betriebsmodi, Messsignalverarbeitungs- und Auswertelgorithmen sowie die geeignete Wahl von Netzwerk-, Übertragungs- und Routingprotokollen sowie der System-Software und zweckmäßige Konzepte für die Aggregation und Datenverteilung.

In der Vorlesung „Sensornetze“ wird ausgehend von der Behandlung der Struktur und Funktionsweise busbasierter, digitaler Mess-Systeme auf die speziellen Anforderungen von gegenwärtig eingesetzten, aber auch von zukünftigen Sensornetzen hingeführt. Es werden folgende Themen behandelt:

- Drahtgebundene Sensornetze und digitale Messsysteme
- Einzelknoten in drahtlosen Sensornetzen
- Netzwerkgrundlagen in drahtlosen Sensornetzen
- Physikalische Layer in drahtlosen Sensornetzen
- MAC Layer in drahtlosen Sensornetzen
- LLC Layer in drahtlosen Sensornetzen
- Adressierung in drahtlosen Sensornetzen
- Topologie in drahtlosen Sensornetzen
- Routing in drahtlosen Sensornetzen
- Datenzentrische Kommunikation in drahtlosen Sensornetzen

Qualifikationsziele

Vorlesung „Multisensorsysteme“

- o Die Studierenden haben einen allgemeinen Überblick über das Forschungs- und Anwendungsgebiet von Multisensorsystemen und kennen praktische Beispiele, insbesondere mit militärischer Relevanz.
- o Die Studierenden sind in der Lage, die in modernen praktischen Anwendungen der Datenfusion, insbesondere in der Militär- und Sicherheitstechnik, auftretenden messtechnischen Probleme zu analysieren und nachzuvollziehen.
- o Die Studierenden sind befähigt zum Entwurf von Multisensorsystemen bei vorgegebenen Randbedingungen und zu erreichender Detektionswahrscheinlichkeit und Detektionsleistung.
- o Die Studierenden haben vertiefte Kenntnisse ausgewählter anwendungsrelevanter Methoden der Signal- und Systemmodellierung sowie der statistischen Signalverarbeitung.

Vorlesung „Sensornetze“

- o Die Studierenden besitzen Detailkenntnisse über die Strukturen und Funktionsweisen digitaler Mess-Systeme und Sensornetze sowie die grundsätzlichen Unterschiede in den jeweiligen Anforderungen.
- o Die Studierenden verstehen die Zusammenhänge zwischen den physikalischen Limitierungen und Einflüssen von Sensorik, Bus- bzw.

Netztopologie sowie Kommunikation und den applikationsabhängigen, notwendigen technischen Maßnahmen für die Sicherstellung der korrekten Funktion.

o Die Studierenden werden befähigt, komplexe Kommunikations- und Busprotokolle zu verstehen, zielgerichtet einzusetzen bzw. auszuwählen und zu entwerfen.

o Die Studierenden können eigene System- und Netzentwürfe applikationsabhängig gestalten und die Designentscheidungen begründen.

o Die Studierenden können aufgrund der Kenntnis der momentan vorhandenen Technologien die rasant fortschreitenden Weiterentwicklungen auf dem Gebiet der Sensornetze beurteilen.

Voraussetzungen

- Kenntnisse der Elektrotechnik, Physik und Mathematik.
- Kenntnisse der Messtechnik und Sensorik. Empfohlen wird die Absolvierung des Moduls „Sensorik und Messtechnik“.

Verwendbarkeit

- Wahlpflichtmodul für die Vertiefungsrichtungen EIT-ES und EIT-ST des Masterstudiengangs EIT,
- Das Modul steht in thematischem Zusammenhang mit den Pflichtmodulen
 - o Sensorik und Messtechnik,
 - o Digitale Bildverarbeitung,sowie mit den Wahlpflichtfächern
 - o Sensorik und Messtechnik, Praktikum,
 - o Ausgewählte Kapitel der Sensorik und Messtechnik,
 - o Spezielle messtechnische Probleme,
- Das Modul kann in den Masterstudiengängen „Mathematical Engineering“ und „Informatik“ verwendet werden.

Hinweis : Das Modul ist nur dann verwendbar, wenn keine der zugehörigen Lehrveranstaltungen im Rahmen eines anderen Moduls eingebracht wird!

Leistungsnachweis

- Der Leistungsnachweis für das Modul "Multisensorsysteme und Sensornetze" erfolgt in Form einer schriftlichen Prüfung von 100 Minuten Dauer (sP-100) oder mündlichen Prüfung von 40 Minuten Dauer (mP-40) am Ende des Trimesters. Die genaue Art der Prüfung wird zu Beginn der Lehrveranstaltung bekannt gegeben. Wiederholungsmöglichkeit zum Ende des folgenden Trimesters.
- Für die Modulnote werden die Leistungen der Lehrveranstaltungen „Multisensorsysteme“ und „Sensornetze“ im Verhältnis der jeweiligen ECTS-Punkte gewertet. Die Modulprüfung ist bestanden, wenn jede der beiden Lehrveranstaltungen mindestens mit „ausreichend“ (4.0) bewertet wurde

Literatur

Vorlesung „Multisensorsysteme“

- E. Waltz, J. Llinas: Multisensor data fusion, Artech House, Boston, 1990.
- M.A. Abidi, R.C. Gonzalez (Ed.): Data Fusion in Robotics and Machine Intelligence, Academic Press, San Diego, 1992.
- D.L. Hall: Mathematical Techniques in Multisensor Data Fusion, Artech House, Boston, 2004.
- H.B. Mitchell: Multi-sensor Data Fusion - an Introduction, Springer, Heidelberg, 2007.
- M.E. Liggins, D.L. Hall, J. Llinas (eds.): Handbook of Multisensor Data Fusion: Theory and Practice, CRC Press, Boca Raton, 2008

Vorlesung „Sensornetze“

- N. P. Mahalik (Ed.): Sensor Networks and Configuration: Fundamentals, Standards, Platforms, and Applications, Springer, 2007.
- H. Karl, A. Willig: Protocols and Architectures for Wireless Sensor Networks, Wiley, 2005.
- J. D. Gibson (Ed.): Communications Handbook (Electrical Engineering Handbook), CRC, 2002.
- M. Ilyas (Ed.), I. Mahgoub (Ed.): Handbook of Sensor Networks: Compact Wireless and Wired Sensing Systems, CRC, 1 edition, 2004.
- R. Verdone, D. Dardari, G. Mazzini, A. Conti: Wireless Sensor and Actuator Networks: Technologies, Analysis and Design, Academic Press, 2008.

Dauer und Häufigkeit

- Das Modul dauert 1 Trimester.
- Das Modul beginnt jedes Studienjahr jeweils im Frühjahrstrimester.
- Als Startzeitpunkt ist das Frühjahrstrimester im 1. Studienjahr vorgesehen.

Modul 1254 Neuartige Halbleiterbauelemente und deren Zuverlässigkeit

zugeordnet zu: Wahlpflichtmodule Vertiefungsrichtung: Physikalisch-Technische Modellierung in der Anwendung auf Luft- und Raumfahrttechnik

Studiengang:	Mathematical Engineering	Modultyp:	Pflicht
Workload gesamt (h):	180 Stunden	ECTS-Punkte:	6
-> Präsenzzeit (h):	72 Stunden	TWS:	6 Stunden
-> Selbststudium (h):	108 Stunden		

Modulbestandteile	12541	Advanced MOSFETs and Novel Devices (Vorlesung (PF) - 2 TWS)
	12542	Advanced MOSFETs and Novel Devices (Übung (PF) - 1 TWS)
	12543	Zuverlässigkeit in der Halbleitertechnologie (Vorlesung (PF) - 2 TWS)
	12544	Zuverlässigkeit in der Halbleitertechnologie (Übung (PF) - 1 TWS)

Modulverantwortlicher Prof. Dr.-Ing. Walter Hansch

Inhalt

- Im Teil 1 des Moduls werden die historische Entwicklung der MOSFETs zu "mainstream"-Bauelementen unter physikalischen, technologischen und ökonomischen Aspekten aufgezeigt. Die Eigenschaften klassischer Langkanal- und Kurzkanal-MOSFETs mit Kurzkanal-Effekten und Skalierungsregeln werden diskutiert. Als Grundlage für zukünftige Bauelemente werden die Grundlagen des Ladungsträgertransportes (Drift-Diffusion, Hydrodynamischer Transport, Quantenmechanik) vermittelt. Mögliche neue MOSFET-Bauelemente und deren Charakteristika (strain engineering, metal gate, high-k dielectrics, steep-slope devices, vertical MOSFETs, double-gate, fully-depleted MOSFETs) werden gegenüber neuartigen Bauelementen, wie den Hot-Electron Transistors, Spintronic devices, Tunneling transistors, Low-dimensional devices, Coulomb-blockade devices, Single-electron transistor, memory and logic applications, diskutiert.
- Im Teil 2 des Moduls werden in Erweiterung von Teil 1 die Grundlagen inklusive der statistischen Methoden (Stichprobenauswertung, Weibull-Verteilung) für die Bestimmung der Qualität und Zuverlässigkeit (Ausfallraten, Fits) von Produkten und Prozessen der Halbleiterindustrie vermittelt. Darüber hinaus werden mögliche Ausfallmechanismen für Halbleiterbauelemente diskutiert.

Qualifikationsziele

Die Studierenden lernen, aus welchen technologischen und ökonomischen Gründen eine spezielle Bauelemententechnologie (CMOS) für die Halbleiterelektronik einen dominanten Marktanteil von etwa 90% erreicht hat und welche Vor- und Nachteile alternative Bauelementkonzepte aufweisen. Für diese Bauelemente werden die Grundlagen zur Bewertung der Zuverlässigkeit (Einhaltung der kundenspezi-

fischen Anforderungen über die Lebensdauer) und sicherheitstechnische Aspekte anhand von industriellen Beispielen vermittelt. Die Studierenden sollen nach der Vorlesung in der Lage sein, am Beispiel der Halbleiterbauelemente Qualitäts- und Zuverlässigkeitsuntersuchungen zu planen, durchzuführen und auszuwerten. Dabei sollen übliche Werkzeuge (Software, statistische Methoden) mit in die Untersuchungen einbezogen werden können. Außerdem soll die Fähigkeit vorhanden sein, aus den Untersuchungen mögliche Fehlermechanismen zu bestimmen.

Voraussetzungen

- Kenntnisse der Elektrotechnik, Physik und Mathematik aus dem Bachelor-Studiengang

Verwendbarkeit

- Pflichtmodul für die Vertiefungsrichtung "Sicherheitstechnik" im Studiengang Elektrotechnik und Informationstechnik (M.Sc.)
- Wahlpflichtmodul für alle anderen Vertiefungsrichtungen im Studiengang Elektrotechnik und Informationstechnik (M.Sc.)
- Pflichtmodul für die Vertiefungsrichtung ME-EET im Studiengang Mathematical Engineering (M.Sc.)
- Wahlpflichtmodul für alle anderen Vertiefungsrichtungen im Studiengang MMathematical Engineering (M.Sc.)

Leistungsnachweis

Leistungsnachweis: Schriftliche Prüfung 90 min oder mündliche Prüfung 30 min am Ende des zweiten Trimesters (sP-90 oder mP-30). Die genaue Prüfungsform wird zu Beginn der Lehrveranstaltung bekanntgegeben.

Literatur

Sze: Physics of Semiconductor Devices, Wiley, 1981-2007
Deleonibus: Electronic Device Architectures for the Nano-CMOS Era, Pan Stanford Publishing, 2009
McPherson: Reliability Physics and Engineering, Springer, 2010

Dauer und Häufigkeit

- Das Modul dauert 2 Trimester.
- Der Modulteil 1 findet jedes Studienjahr jeweils im Frühjahstrimester statt, der Modulteil 2 im darauffolgenden Herbsttrimester.
- Als Startzeitpunkt ist das Frühjahstrimester im 1. Studienjahr vorgesehen.

Modul 1077 Nichtgleichgewichts-Thermodynamik

zugeordnet zu: Wahlpflichtmodule Vertiefungsrichtung: Physikalisch-Technische Modellierung in der Anwendung auf Luft- und Raumfahrttechnik

Studiengang:	Mathematical Engineering	Modultyp:	Pflicht
Workload gesamt (h):	150 Stunden	ECTS-Punkte:	5
-> Präsenzzeit (h):	48 Stunden	TWS:	4 Stunden
-> Selbststudium (h):	102 Stunden		

Modulbestandteile	10771	Nichtgleichgewichts-Thermodynamik (Vorlesung, Übung (PF) - 4 TWS)
-------------------	-------	--

Modulverantwortlicher	Prof. Dr.-Ing. Christian Mundt
-----------------------	--------------------------------

Inhalt	<p>Die Studierenden erkennen im Modul Nichtgleichgewichts-Thermodynamik zunächst die Bedeutung des Gebietes für reale Zustandsänderungen im Umfeld Luft- und Raumfahrttechnik und erwerben das Grundwissen zur Analyse und Beeinflussung von irreversiblen Prozessen.</p> <p>1) Die Studierenden erhalten eine Einführung in die Bedeutung der Nichtgleichgewichts-Thermodynamik bei Problemstellungen aus dem Bereich der Luft- und Raumfahrttechnik. Insbesondere wird vermittelt, dass reversible Zustandsänderungen praktisch nicht vorkommen bzw. von sehr langen Zeitskalen begleitet sind.</p> <p>2) Davon ausgehend werden drei Haupt-Themengebiete in ihren Grundzügen betrachtet.</p> <ul style="list-style-type: none"> • linear phänomenologische Theorie zur Beschreibung diffusiver Effekte, • Aufstellung makroskopischer Bilanzgleichungen und • Aufstellung mikroskopischer Bilanzgleichungen. <p>3) Das erworbene Wissen wird durch die Anwendung auf einfache Beispielsituationen erweitert und relevante Anwendungen in numerischen Verfahren diskutiert.</p>
--------	--

Qualifikationsziele	<p>1) Die Studierenden können die Bedeutung der Nichtgleichgewichts-Thermodynamik bei ingenieurs-wissenschaftlichen Problemstellungen hinsichtlich Realisierbarkeit, Entropieproduktion und Quantifizierung erkennen.</p> <p>2) Die Studierenden können für sehr einfache Fälle quantitative und ansonsten qualitative Aussagen treffen.</p> <p>3) Die Studierenden erwerben die Fähigkeit, die Annahmen, Begrenzungen und Vorteile der ggw. Möglichkeiten der Modellierungen der Kontinuums(fluid-) Mechanik zu beurteilen</p>
---------------------	---

Verwendbarkeit Voraussetzung für wissenschaftliche Grundlagenuntersuchungen und angewandte Forschung und Entwicklung auf dem Gebiet von irreversiblen Prozessen. Beurteilungsfähigkeit von Einsatzgebieten von Theorie und darauf beruhenden Berechnungsverfahren bzw. entsprechender Einschränkungen.

Leistungsnachweis Schriftliche Prüfung 75 Minuten oder mündliche Prüfung 30 Minuten

Sonstige Bemerkungen Dieses Modul kann auch als Munich-Aerospace-Partnermodul belegt werden.

Zuordnung zu den Studienschwerpunkten siehe Tabelle am Anfang des Dokumentes.

Dauer und Häufigkeit Das Modul dauert ein Trimester, es findet im Wintertrimester des 2. Master-Studienjahres statt.

Modul 1194 Nichtlineare Finite-Elemente-Methode

zugeordnet zu: Wahlpflichtmodule Vertiefungsrichtung: Physikalisch-Technische Modellierung in der Anwendung auf Luft- und Raumfahrttechnik

Studiengang:	Mathematical Engineering	Modultyp:	Wahlpflicht
Workload gesamt (h):	90 Stunden	ECTS-Punkte:	3
-> Präsenzzeit (h):	36 Stunden	TWS:	3 Stunden
-> Selbststudium (h):	54 Stunden		

Modulbestandteile	11941	Nichtlineare Finite-Elemente-Methode (Vorlesung (PF) - 2 TWS)
	11942	Nichtlineare Finite-Elemente-Methode (Praktikum (PF) - 1 TWS)

Modulverantwortlicher Prof. Dr.-Ing. habil. Alexander Lion

Inhalt Die Studierenden erhalten eine Einführung in die Theorie nichtlinearer Finite-Elemente-Analysen sowie anwendungsorientierte Beispiele in einem Rechnerpraktikum zu den Themen:

- Klassifizierung von Nichtlinearitäten
- Lösungsverfahren für nichtlineare Probleme (inkrementelle/iterative Verfahren, Newton-Raphson Methode)
- Kontaktprobleme (Penalty-Methode, Lagrange-Verfahren, inkrementelle Algorithmen, Reibung, Kontaktkörper/Kontaktpaare)
- Physikalische Nichtlinearität 1: Plastizität (Einführung in die klassische Plastizitätstheorie, Beispielrechnung, Return-Mapping Algorithmus)
- Physikalische Nichtlinearität 2: Viskoelastizität (Einführung in die lineare Viskoelastizitätstheorie, Spannungsrelaxation, Kriechen, Übertragung von Versuchswerten)
- Geometrische Nichtlinearität 1: (Kinematik bei großen Deformationen, Verzerrungs- und Spannungsmaße, Hyperelastizität)
- Geometrische Nichtlinearität 2: (Arbeitsprinzip, Linearisierung, FE-Implementierung)
- Explizite Zeitintegration bei kurzzeitdynamischen Belastungen, Besonderheiten explizit dynamischer FEM

Qualifikationsziele Die Studierenden gewinnen die Fähigkeit, strukturmechanische Analysen mittels der Finite-Elemente-Methode auch im geometrisch und physikalisch nichtlinearen Bereich mittels kommerzieller Routinen durchzuführen und auszuwerten.
Wesentliches Qualifikationsziel ist dabei die Identifikation vorliegender Nichtlinearitäten sowie die Anwendung von geeigneten kontinuumsmechanischen Modellen und numerischen Lösungsverfahren.

Voraussetzungen Der Studierende benötigt Kenntnisse aus dem Modul Finite Elemente.

Verwendbarkeit	Masterarbeit auf dem Gebiet der numerischen Strukturberechnung.
Leistungsnachweis	Schriftliche Prüfung 60 Minuten (ohne Hilfsmittel) oder mündliche Prüfung 30 Minuten (ohne Hilfsmittel)
Literatur	<ul style="list-style-type: none">• Bathe K.-J.: Finite Elemente Methoden. Berlin: Springer-Verlag, 2001.• Belytschko T., Liu W.K., Moran B.: Nonlinear Finite Element Analysis for Continua and Structures. John Wiley, 2000.• Bonet J., Wood R.D.: Nonlinear continuum mechanics for finite element analysis. Cambridge University Press, 1997.• Crisfield M.A.: Non-linear Finite Element Analysis of Solids and Structures. John Wiley, 1996.• NAFEMS: Introduction to Nonlinear Finite Element Analysis. NAFEMS Publishing.• Simo; Hughes: Computational Inelasticity. Springer-Verlag.• Wriggers: Nichtlineare Finite-Elemente-Methoden. Springer-Verlag.• Zienkiewicz; Taylor: The Finite Element Method. Butterworth-Heinemann, Jordan Hill.
Dauer und Häufigkeit	Das Modul dauert ein Trimester, es findet im Wintertrimester des 2. Master-Studienjahres statt.

Modul 1279 Nichtlineare Regelung

zugeordnet zu: Wahlpflichtmodule Vertiefungsrichtung: Physikalisch-Technische Modellierung in der Anwendung auf Luft- und Raumfahrttechnik

Studiengang:	Mathematical Engineering	Modultyp:	Wahlpflicht
Workload gesamt (h):	150 Stunden	ECTS-Punkte:	5
-> Präsenzzeit (h):	60 Stunden	TWS:	5 Stunden
-> Selbststudium (h):	90 Stunden		

Modulbestandteile	12791	Nichtlineare Regelung (Vorlesung (WP) - 4 TWS)
	12792	Nichtlineare Regelung (Übung (WP) - 1 TWS)

Modulverantwortlicher Prof. Dr. rer. nat. habil. Claus Hillermeier

Inhalt	<ul style="list-style-type: none"> • Beispiele für nichtlineare Systeme; Eigenheiten dieser Systemklasse gegenüber linearen Systemen • Aufgaben und Grundtypen nichtlinearer Regelung • Stabilitätsanalyse nach Lyapunov • Lyapunov-basierter Reglerentwurf; Backstepping als Methode, um stabilisierende Zustandsrückführungen iterativ aus Zustandsrückführungen für einfachere Subsysteme zu entwerfen • Einführung in die Eingangs-Ausgangs-Linearisierung und die Eingangs-Zustands-Linearisierung als Methoden zum Reglerentwurf für nichtlineare Systeme • Interne Dynamik und Nulldynamik linearer und nichtlinearer Systeme • Methoden der Systemmodellierung, die die Energieflüsse im System sichtbar werden lassen; behandelte Konzepte: <ul style="list-style-type: none"> • Dissipative und passive Systeme • Hamiltonsche Systeme mit Dissipation und steuerbarem Energiezufluss und -abfluss • Methoden der Regelung, bei denen die energetische Grundstruktur des Systems auch im Regelkreis erhalten bleibt
--------	--

Qualifikationsziele	<ul style="list-style-type: none"> • Die Studierenden kennen Beispiele für nichtlineare Systeme und sind mit den Phänomenen vertraut, die nur bei nichtlinearen, nicht aber bei linearen Systemen auftreten können. Die Studierenden kennen die Bedeutung einer nichtlinearen Dynamik für die Technik, beispielsweise für die Konstruktion stabiler Oszillatoren.
---------------------	--

- Die Studierenden sind mit Regelungsaufgaben wie Stabilisierung und Trajektorienfolge sowie mit den Regler-Architekturen zur Lösung dieser Aufgaben vertraut.
- Die Studierenden beherrschen das methodische Rüstzeug zur Analyse der Stabilität nichtlinearer Systeme.
- Die Studierenden kennen mehrere Herangehensweisen zum Entwurf nichtlinearer Regelungen und sind in der Lage, nichtlineare Regler für einfachere Modellklassen selbstständig zu entwerfen.
- Die Studierenden beherrschen die „flachheitsbasierte“ Herangehensweise an die Aufgaben der Trajektorienplanung, Stabilisierung und Trajektorienfolgeregelung.
- Die Studierenden können sich die physikalischen Eigenschaften von Regelstrecken für den Reglerentwurf zunutze machen und Regelkreise entwerfen, die eine physikalische Interpretation besitzen.

Voraussetzungen	Vorausgesetzt werden Kenntnisse der Ingenieurmathematik sowie Kenntnisse im Umfang eines der folgenden Module, die an der UniBwM im Bachelor "Mathematical Engineering" bzw. im Bachelor "Elektrotechnik und Informationstechnik" bzw. im Bachelor "Luft- und Raumfahrttechnik" absolviert werden: Modul "Systemtheorie" oder Modul "Steuer- und Regelungstechnik" oder Modul "Regelungstechnik".
Verwendbarkeit	Verwendbar im Rahmen des Masterstudiengangs „Elektrotechnik und Informationstechnik“ für alle Vertiefungsrichtungen. Verwendbar im Rahmen des Masterstudiengangs „Mathematical Engineering“ für alle Vertiefungsrichtungen.
Leistungsnachweis	Schriftliche Prüfung von 90min Dauer (sP-90) oder mündliche Prüfung von 30min Dauer (mP-30) am Ende des Herbsttrimesters. Wiederholungsmöglichkeit am Ende des Folgequartals. Die genaue Art der Prüfung wird zu Beginn des Moduls bekannt gegeben.
Literatur	- J. Slotine, W. Li: "Applied Nonlinear Control", Verlag Prentice Hall, 1991 (begleitend), - H. Khalil: "Nonlinear Systems", Verlag Prentice Hall, 2002 (begleitend + weiterführend).
Dauer und Häufigkeit	Das Modul dauert zwei Trimester.

Das Modul beginnt jedes Studienjahr jeweils im Frühjahrstrimester.
Als Startzeitpunkt ist das Frühjahrstrimester im 1. Studienjahr vorgesehen.

Modul 1292 Numerik und CAD für die Hochfrequenztechnik

zugeordnet zu: Wahlpflichtmodule Vertiefungsrichtung: Physikalisch-Technische Modellierung in der Anwendung auf Luft- und Raumfahrttechnik

Studiengang:	Mathematical Engineering	Modultyp:	Wahlpflicht
Workload gesamt (h):	180 Stunden	ECTS-Punkte:	6
-> Präsenzzeit (h):	72 Stunden	TWS:	6 Stunden
-> Selbststudium (h):	108 Stunden		

Modulbestandteile	12921	Numerik (Vorlesung (WP) - 2 TWS)
	12922	Numerik (Übung (WP) - 1 TWS)
	12923	CAD für die Hochfrequenztechnik (Vorlesung (WP) - 2 TWS)
	12924	CAD für die Hochfrequenztechnik (Übung (WP) - 1 TWS)

Modulverantwortlicher Prof. Dr.-Ing. habil. Wilfrid Pascher

Inhalt

a) Lehrveranstaltung 1

Numerische Methoden zur Berechnung elektromagnetischer Felder

- Finite Differenzen
- Momentenmethode
- Feldentwicklungsverfahren
- Spektralbereichsverfahren
- Method of Lines
- Integralgleichungsverfahren
- Finite Elemente

Berechnung von passiven Komponenten und Schaltungen in Mikrowellentechnik und Integrierter Optik

Mit Hilfe der verschiedenen Methoden sollen Felder und Wellenausbreitung insbesondere in Wellenleiter, Resonatoren, Filter berechnet. Dabei sollen Strukturen aus Mikrostreifen-, Koplanarleitungen und Hohlleitern sowie aus optischen Film- und Streifenwellenleitern untersucht werden.

b) Lehrveranstaltung 2

Ausbreitung elektromagnetischer Wellen

- Ground wave,
- Spherical Ground,
- Raumwelle,
- Satellitenstrecke, Link Budget,
- Berücksichtigung von Hindernissen,
- Empirische Modelle,
- Terrainmodelle.

Antennenberechnungen

- Grundlagen,
 - Näherungslösungen mit Analogien,
 - Optische Verfahren (GO, GTD, UTD, PO, PTD),
 - Lösung der Maxwell'schen Gleichungen im diskretisierten Raum (FEM, FDTD, TLM),
 - Lösung der Maxwell'schen Gleichungen an diskretisierten Oberflächen (MOM),
 - Hybrid-Methoden.
- Schaltungs-Simulation
- Simulation im Zeitbereich,
 - Simulation im Frequenzbereich.

Qualifikationsziele

- Grundkenntnisse über die Funktionsweise verschiedener numerischer Verfahren
- Grundkenntnisse über deren Vor- und Nachteile
- Überblick über Einteilung in Frequenz- und Zeitbereichsverfahren
- Überblick über analytischen und numerischen Aufwand
- Grundkenntnisse über deren Anwendung auf passive Komponenten und Schaltungen in Mikrowellentechnik und Integrierter Optik

Die Lehrveranstaltung CAD in der Hochfrequenztechnik soll den leichteren Zugang zu einigen in Forschung und Industrie weltweit eingesetzten CAE/ CAD-Programmen für Hochfrequenzanwendungen ermöglichen. Dabei sollen insbesondere vermittelt werden:

- Grundkenntnisse über die verwendeten Lösungsansätze,
- Grundkenntnisse über die Problemdefinition (Dateneingabe) bei der Simulation,
- Grundkenntnisse über die Bewertung der Simulationsergebnisse.

Voraussetzungen

Kenntnisse in Hochfrequenztechnik und Theoretischer Elektrotechnik, wie sie z.B. in den Modulen "Hochfrequenztechnik I und II" sowie "Theoretische Elektrotechnik I und II" aus den jeweiligen B.Sc.-Studiengängen vermittelt werden.

Verwendbarkeit

Das Wahlpflichtmodul ist für alle Vertiefungsrichtungen der Masterstudiengänge EIT, ME und CAE verwendbar.

Leistungsnachweis

Für das Gesamtmodul: Schriftliche Prüfung von 90 min Dauer (sP-90) oder mündliche Prüfung von 30 min Dauer (mP-30)

LV1: Schriftliche Prüfung von 45min Dauer oder mündliche Prüfung von 15min Dauer am Ende des Trimesters (sP-45 oder mP-15). Die Art der Prüfung wird zu Beginn des Trimesters angegeben.

LV2: Schriftliche Prüfung von 45min Dauer oder mündliche Prüfung von 15min Dauer am Ende des Trimesters (sP-45 oder mP-15). Die

Art der Prüfung wird zu Beginn des Trimesters angegeben.
Die Gewichtung der beiden Lehrveranstaltungen erfolgt im Verhältnis der ECTS-Punkte.

Literatur

T. Itoh (ed) "Numerical Techniques for Microwave and Millimeter-Wave Passive Structures", Wiley, 1989
J. Brose: "Skript: CAD in der Hochfrequenztechnik", UniBwM, IHHF, 2007,
J. Brose: "Skript: Ausbreitung elektromagnetischer Wellen", UniBwM, IHHF, 2008.

Dauer und Häufigkeit

Das Modul dauert 2 Trimester. Das Modul wird in jedem Studienjahr angeboten. Beginn ist das WT .

Modul 1391 Numerik und Chaostheorie

zugeordnet zu: Wahlpflichtmodule Vertiefungsrichtung: Physikalisch-Technische Modellierung in der Anwendung auf Luft- und Raumfahrttechnik

Studiengang:	Mathematical Engineering	Modultyp:	Wahlmodul
Workload gesamt (h):	150 Stunden	ECTS-Punkte:	5
-> Präsenzzeit (h):	60 Stunden	TWS:	5 Stunden
-> Selbststudium (h):	90 Stunden		

Modulbestandteile	13911	Numerik (Vorlesung (WP) - 2 TWS)
	13912	Chaostheorie (Vorlesung (WP) - 2 TWS)
	13913	Numerik und Chaostheorie (Übung (WP) - 1 TWS)

Modulverantwortlicher Prof. Dr.-Ing. Jochen Schein

Inhalt	<ul style="list-style-type: none"> • Beispiele von nichtlinearen Dynamiken in der Elektrotechnik. Was sind chaotische Systeme. • Mathematische Einführung in die Theorie der Gewöhnlichen Differentialgleichungen. • Numerische Lösungen von nichtlinearen Differentialgleichungen. Diskretisierungsfehler. Euler-Algorithmus (explizit und implizit), Runge-Kutta-Algorithmus, symplektischer Verlet-Algorithmus. Unterschiede, Vorteile/Nachteile jedes Algorithmus. • Grenzzyklen in nichtlinearen Systemen. Existenz von periodischen Bewegungen und Beispiele. Störungstheorie zur Behandlung von unterschiedlichen Zeitskalen. • Stabilitätsbegriffe in nichtlinearen Systemen. Lyapunov-Stabilitätstheoreme für autonome, nichtlineare Systeme. • Einführung in die Bifurkationstheorie und Klassifizierung von Bifurkationen. • Einführung in die Chaostheorie. Entstehung von Chaos in nichtlinearen Systemen. • Eine nützliche Anwendung der Chaostheorie in der Elektrotechnik: Synchronisation von chaotischen Systemen und Übertragung von verschlüsselten Signalen
--------	--

Qualifikationsziele	<ul style="list-style-type: none"> • Die Studierenden kennen wichtige Beispiele nichtlinearer Dynamiken, die in der Elektrotechnik und in anderen Bereichen der Ingenieurwissenschaft vorkommen. • Die Studierenden kennen die gängigsten Näherungstechniken, womit eine Differentialgleichung numerisch diskretisiert und gelöst werden kann, mit einem Schwerpunkt auf Stabilität und Genauigkeit. • Die Studierenden sind in der Lage, die Unterschiede und Vorteile jedes numerischen Algorithmus zu erkennen. • Die Studierenden kennen die Bedeutung von Bifurkationen in nichtlinearen Systemen bezüglich Existenz von Grenzzyklen und Instabilitäten. Die Studierenden sind in der Lage, die wichtigsten Charakteristiken der unterschiedlichen Bifurkationen zu erkennen.
---------------------	--

- Die Studierenden kennen die Entstehung eines chaotischen Verhaltens in nichtlinearen Systemen und wie dieses charakterisiert wird.

Voraussetzungen

Vorausgesetzt werden Kenntnisse der Ingenieurmathematik sowie Kenntnisse eines der folgenden Module, die an der UniBwM im Bachelor "Mathematical Engineering" bzw. im Bachelor "Elektrotechnik und Informationstechnik" bzw. im Bachelor "Luft- und Raumfahrttechnik" absolviert werden: Modul "Systemtheorie" oder Modul "Steuer- und Regelungstechnik" oder Modul "Regelungstechnik".

Verwendbarkeit

Verwendbar im Rahmen des Masterstudiengangs "Elektrotechnik und Informationstechnik" für alle Vertiefungsrichtungen. Verwendbar im Rahmen des Masterstudiengangs "Mathematical Engineering" für alle Vertiefungsrichtungen.

Leistungsnachweis

Schriftliche Prüfung von 75min Dauer (sP-75) oder mündliche Prüfung von 25min Dauer (mP-25) am Ende des Frühjahrs trimesters. Wiederholungsmöglichkeit am Ende des Folgequartals. Die genaue Art der Prüfung wird zu Beginn des Moduls bekannt gegeben.

Literatur

- H. Khalil, "Nonlinear Systems", Verlag Prentice Hall, 2002 (begleitend + weiterführend)
- W. H. Press, S. A. Teukolsky, W. T. Vetterling, B. P. Flannery, "Numerical Recipes in C" (second edition), Verlag Cambridge University Press, 1992; <http://www.nrbook.com/a/bookcpdf.php> (begleitend + weiterführend)
- H. R. Schwarz, "Numerische Mathematik", Verlag Teubner, 1997 (begleitend + weiterführend)
- S. H. Strogatz, "Nonlinear Dynamics and Chaos", Verlag Perseus Books, 1994 (begleitend + weiterführend)

Dauer und Häufigkeit

Das Modul dauert 1 Trimester.
Das Modul beginnt jedes Studienjahr jeweils im Herbsttrimester.
Als Startzeitpunkt ist das Herbsttrimester im 1. Studienjahr des Masters vorgesehen.

Modul 1078 Numerische Mathematik

zugeordnet zu: Wahlpflichtmodule Vertiefungsrichtung: Physikalisch-Technische Modellierung in der Anwendung auf Luft- und Raumfahrttechnik

Studiengang:	Mathematical Engineering	Modultyp:	Pflicht
Workload gesamt (h):	150 Stunden	ECTS-Punkte:	5
-> Präsenzzeit (h):	60 Stunden	TWS:	5 Stunden
-> Selbststudium (h):	90 Stunden		

Modulbestandteile	10781	Numerische Mathematik (Vorlesung (PF) - 3 TWS)
	10782	Numerische Mathematik (Übung (PF) - 1 TWS)

Modulverantwortlicher Prof. Dr.-Ing. habil. Markus Klein

- Inhalt
- Übersicht über die Grundtypen von linearen partiellen Differentialgleichungen und ihre physikalische Bedeutung
 - Grundzüge der Raum-Zeit-Diskretisation partieller Differentialgleichungen: Finite Differenzenverfahren, Finite Elemente Verfahren, Finite Volumenverfahren.
 - Diskussion verschiedener Typen numerische Fehler
 - Untersuchung der Konsistenz und Stabilität von Verfahren
 - Anwendung auf praktische Beispiele: Konvektionsgleichung, Wärmeleitungsgleichung, Wellengleichung
 - Selbstständige Programmierung der erlernten Algorithmen in MATLAB

Qualifikationsziele

Sehr viele Vorgänge in der Luft- und Raumfahrttechnik können durch partielle Differentialgleichungen beschrieben werden. Diese Gleichungen, in Verbindung mit komplexen Randbedingungen, können nur behandelt werden, indem man sie drastisch vereinfacht oder numerisch löst.

Durch die Verfügbarkeit von leistungsfähigen Computern hat die numerische Lösung in den letzten Jahrzehnten in der Praxis große Bedeutung gewonnen. Das Modul "Numerische Mathematik" stellt die grundlegenden Rechentechniken für die relevanten Typen von partiellen Differentialgleichungen vor. Das Verständnis des Stoffes wird durch das eigenständige Implementieren der erlernten Algorithmen in MATLAB vertieft. Die Studenten erlernen die Fähigkeit, die kommerziellen Rechenwerkzeuge, die in der industriellen Praxis in der Regel Anwendung finden, kritisch auszuwählen und zu nutzen.

Voraussetzungen Grundlagen der numerischen Mathematik und der Softwareentwicklung aus dem Bachelorstudium

Verwendbarkeit	Das Modul kann in allen technisch orientierten Bereichen des LRT-Studiums verwendet werden.
Leistungsnachweis	Schriftliche Prüfung 120 Minuten (Hilfsmittel: selbst angefertigte Mitschrift aus der Vorlesung (1x DIN A 4 beidseitig beschrieben), kein Taschenrechner) oder mündliche Prüfung 30 Minuten (ohne Hilfsmittel).
Sonstige Bemerkungen	Zuordnung zu den Studienschwerpunkten siehe Tabelle am Anfang des Dokumentes.
Literatur	<ul style="list-style-type: none">• W. Dahmen und A. Reusken: Numerik für Ingenieure und Naturwissenschaftler, Springer Verlag, 2008• G. Evans, J. Blackledge, P. Yardley: Numerical Methods for Partial Differential Equations, Springer Verlag, 2000• J.H. Ferziger, M. Peric: Numerische Strömungsmechanik, Springer Verlag, 2007• C. Grossmann, H.G. Roos: Numerik partieller Differentialgleichungen, Teubner-Verlag, 2005• P. Knabner, L. Angermann: Numerik partieller Differentialgleichungen, Springer Verlag, 2000• W.H. Press, B.P. Flannery, S.A. Teukolsky und W.T. Vetterling: Numerical Recipes in Fortran (in C, in C++, in Pascal), Cambridge University Press• A. Quarteroni, R. Sacco, F. Saleri: Numerische Mathematik 1 & 2, Springer Verlag, 2000• H. Schwarz: Methode der Finiten Elemente, Teubner-Verlag, 1991• Josef Stoer, Roland Bulirsch: Numerische Mathematik 1 und 2, Springer Verlag, Berlin 1994, 1990
Dauer und Häufigkeit	Das Modul dauert 1 Trimester, es findet im Frühjahrstrimester des 1. Master-Studienjahres statt.

Modul 1291 Praktikum: Hochfrequenztechnische Systeme

zugeordnet zu: Wahlpflichtmodule Vertiefungsrichtung: Physikalisch-Technische Modellierung in der Anwendung auf Luft- und Raumfahrttechnik

Studiengang:	Mathematical Engineering	Modultyp:	Wahlpflicht
Workload gesamt (h):	150 Stunden	ECTS-Punkte:	5
-> Präsenzzeit (h):	60 Stunden	TWS:	5 Stunden
-> Selbststudium (h):	90 Stunden		

Modulbestandteile

Modulverantwortlicher Prof. Dr.-Ing. habil. Stefan Lindenmeier

Inhalt

Dieses Praktikum bietet einen Einblick in Aufbau und Funktion moderner Funkübertragungstechnik. Anhand von ausgewählten Versuchen werden typische Baugruppen der Funktechnik mit Hilfe moderner Mess- und Simulationstechnik analysiert und optimiert.

- Verstärkungsgang und Aussteuergrenzen eines RC-Verstärkers:
Nach Berechnung der Eckfrequenzen wird an einem RC-Verstärker der frequenzabhängige Verstärkungsgang aufgenommen und die Wechselstromarbeitsgerade bestimmt. Die Aussteuergrenzen sowohl bei Strom- als auch Spannungsbegrenzung werden messtechnisch ermittelt. Durch Wahl der richtigen Arbeitspunkteinstellung kann die optimale Durchsteuerfähigkeit bestimmt werden.

- Bandfilter:

An verschiedenen, unterschiedlich aufgebauten Bandfiltern sollen die Übertragungskurven gemessen werden und charakteristische Kenngrößen für Bandfilter ermittelt werden.

- Berechnung und Messung eines Breitband-HF-Verstärkers:

Ein HF-Breitbandverstärker wird mit Hilfe der Y-Parameter dimensioniert und das Kleinsignalverhalten dieses HF-Breitbandverstärkers mit Hilfe eines modernen Netzwerkanalysators im Hinblick auf seine S-Parameter vermessen und die Ergebnisse der Simulation gegenübergestellt.

- Großsignalverhalten von HF-Verstärkern:

Funkempfänger nehmen über die Antenne typischerweise nicht nur das aktuell gewünschte Nutzsignal, sondern meist auch eine Vielzahl aktuell unerwünschter und häufig sehr viel stärkerer Signale auf. Auf welche Weise dadurch der Empfang des Nutzsignals beeinträchtigt werden kann, wird durch Messungen mit einem modernen Spektrumanalysator gezeigt.

- Modulatoren und Mischer in Sendern und Empfängern der Funktechnik:

In jedem Sender wird die Nachricht auf einen hochfrequenten Träger aufmoduliert. In jedem Superhetempfänger erfolgt eine Frequenzumsetzung (Mischung) von der Hochfrequenzebene auf die Zwischenfrequenzebene (ZF). Nach der Verstärkung auf der ZF-Ebene wird die Nachricht wieder demoduliert. Im Versuch werden mit einem moder-

nen Spektrumanalysator verschiedene Modulatoren, Mischer und Demodulatoren untersucht.

- Leistungsverstärker:

In jeder Senderendstufe ist der Wirkungsgrad der Umsetzung von Gleichstromleistung in HF-Ausgangsleistung von großer Bedeutung. Stromkosten, Betriebszeiten bei Batteriebetrieb und erforderliche Kühlmaßnahmen hängen davon ab. Dieser Umsetzungswirkungsgrad hängt in hohem Maß von der Betriebsart des Verstärkers ab. Im Versuch wird ein Leistungsverstärker im Bereich einiger Watt HF-Ausgangsleistung im A-Betrieb, Gegentakt-B-Betrieb und Gegentakt-C-Betrieb untersucht und neben dem Wirkungsgrad auch der Oberwellengehalt und die Amplitudenmodulierbarkeit betrachtet.

- Rauscheigenschaften von Transistorverstärkern:

Die Rauscheigenschaften eines Vorverstärkers in einem Empfangssystem bestimmen dessen Grenzeempfindlichkeit, also die Fähigkeit, sehr schwache Signale mit ausreichendem S/N zu empfangen. Im Versuch werden die Rauschparameter eines Verstärkers durch manuelle und automatische Rauschzahlmessverfahren ermittelt und die Bedeutung des Außenrauschens behandelt.

Voraussetzungen	Kenntnisse in Hochfrequenztechnik und Theoretischer Elektrotechnik, wie sie z.B. in den Modulen "Hochfrequenztechnik I und II" sowie "Theoretische Elektrotechnik I und II" aus den jeweiligen B.Sc.-Studiengängen vermittelt werden.
Verwendbarkeit	- Wahlpflichtmodul für Praktika aller Vertiefungsrichtungen des M.Sc.-Studiengangs "Elektrotechnik und Informationstechnik", - Wahlpflichtmodul für alle Vertiefungsrichtungen des M.Sc.-Studiengangs "Mathematical Engineering".
Leistungsnachweis	Die Benotung erfolgt auf Grund der Teilnahme und der Ausarbeitungen.
Literatur	Meinke, Gundlach: "Taschenbuch der Hochfrequenztechnik", Springer Verlag, Berlin, 1986
Dauer und Häufigkeit	Das Modul dauert 1 Trimester. Das Modul beginnt jedes Studienjahr jeweils im Wintertrimester. Als Startzeitpunkt ist das Wintertrimester im 2. Studienjahr vorgesehen.

Modul 1280 Praktikum: Regelungstechnik

zugeordnet zu: Wahlpflichtmodule Vertiefungsrichtung: Physikalisch-Technische Modellierung in der Anwendung auf Luft- und Raumfahrttechnik

Studiengang:	Mathematical Engineering	Modultyp:	Wahlpflicht
Workload gesamt (h):	150 Stunden	ECTS-Punkte:	5
-> Präsenzzeit (h):	60 Stunden	TWS:	5 Stunden
-> Selbststudium (h):	90 Stunden		

Modulbestandteile

Modulverantwortlicher Prof. Dr. rer. nat. habil. Claus Hillermeier

Inhalt

- Selbständige praktische Umsetzung verschiedener Regelaufgaben z.B. mittels elektronischer Schaltungen bzw. handelsüblicher Regler,
- Umgang mit sehr unterschiedlichen Regelstrecken (u.a. Gleichstrommotor, Füllstandsregelung)
- Entwurf von Reglern für reale Strecken,
- Computergestützte Simulation einer Strecke,
- Entwurf von Reglern für verschiedene regelungstechnische Aufgaben wie zum Beispiel Ruhelagenstabilisierung, Störunterdrückung und Folgeregelung.

Qualifikationsziele

- Vertiefung des regelungstechnischen Lehrstoffes durch Bezug zur Anwendung,
- Einblick in die Implementierung eines entworfenen Reglers,
- Einblick in die Struktur handelsüblicher Standardregler und Echtzeitsysteme.

Voraussetzungen

Vorausgesetzt werden Kenntnisse der Ingenieurmathematik sowie Kenntnisse im Umfang eines der folgenden Module, die an der UniBwM im Bachelor "Mathematical Engineering" bzw. im Bachelor "Elektrotechnik und Informationstechnik" bzw. im Bachelor "Luft- und Raumfahrttechnik" absolviert werden: Modul "Systemtheorie" oder Modul "Steuer- und Regelungstechnik" oder "Modul Regelungstechnik".

In jedem Falle werden erworbene Grundkenntnisse in der Regelungstechnik vorausgesetzt.

Verwendbarkeit	Verwendbar im Rahmen des Masterstudiengangs „Elektrotechnik und Informationstechnik“ für alle Vertiefungsrichtungen. Verwendbar im Rahmen des Masterstudiengangs „Mathematical Engineering“ für alle Vertiefungsrichtungen.
----------------	---

Leistungsnachweis	Die Note des Praktikums besteht zur Hälfte aus der Bewertung der Versuchsvorbereitung und zur Hälfte aus einem Fachgespräch über alle Versuche am Ende des Praktikums. Die Ausarbeitung trägt nicht zur Note bei, ist aber für die Zulassung zum Fachgespräch erforderlich.
-------------------	---

Literatur	- J. Lunze: "Regelungstechnik, Band 1 + 2", Springer Verlag, 2008, - H. Unbehauen: "Regelungstechnik, Band 1 + 2", Vieweg Verlag, 2002.
-----------	--

Dauer und Häufigkeit	Das Modul dauert 1 Trimester. Das Modul beginnt jedes Studienjahr jeweils im Frühjahrstrimester. Als Startzeitpunkt ist das Frühjahrstrimester im 1. Studienjahr vorgesehen.
----------------------	---

Modul 1284 Praktikum: Sensorik und Messtechnik

zugeordnet zu: Wahlpflichtmodule Vertiefungsrichtung: Physikalisch-Technische Modellierung in der Anwendung auf Luft- und Raumfahrttechnik

Studiengang:	Mathematical Engineering	Modultyp:	Wahlpflicht
Workload gesamt (h):	150 Stunden	ECTS-Punkte:	5
-> Präsenzzeit (h):	60 Stunden	TWS:	5 Stunden
-> Selbststudium (h):	90 Stunden		

Modulbestandteile	12841	Praktikum: Sensorik und Messtechnik (Praktikum (WP) - 5 TWS)
-------------------	-------	--

Modulverantwortlicher	Prof. Dr. techn. Christian Kargel
-----------------------	-----------------------------------

Inhalt	<p>Im Wahlpflichtpraktikum „Sensorik und Messtechnik“ bearbeiten die Studierenden in Kleingruppen verschiedene sensorische und messtechnische Aufgaben. Zu den praktischen Übungen zählen:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Sensorspezifische Signalmodellierung und -verarbeitung mit Math-Cad und SigmaPlot • Bestimmung von statischen und dynamischen Sensoreigenschaften z.B. anhand von Temperatur- und Beschleunigungssensoren • Messung mechanischer Größen • Kraft- und Drehmomentmessung mit Dehnungsmessstreifen (DMS)-Sensoren • Messung akustischer Größen • Messung thermischer Größen • Aufbau und Betrieb von Sensornetzen und busfähigen digitalen Mess-Systemen • Distanz- bzw. Entfernungsmessung mit Ultraschallsensoren, z.B. für das KFZ • Objekt- und Personenortung mit RADAR- bzw. LIDAR-Sensoren • Digitale Messdatenerfassung und -verarbeitung mit MATLAB und LabVIEW • Korrelationsmesstechnik • Messung des Übertragungsverhaltens • Bildgebende Ultraschallsensorik
--------	---

Qualifikationsziele	<ul style="list-style-type: none"> • Die Studierenden haben die in anderen Lehrveranstaltungen - insbesondere im Modul „Sensorik und Messtechnik“ erworbene Kenntnisse in praktische Lösungen für bestimmte Aufgabenstellungen umgesetzt. • Die Studierenden haben vertiefte Kenntnisse und Fertigkeiten im praktischen Umgang mit Sensoren, Messgeräten und Mess-Systemen erworben sowie die Handhabung von Standard-Software-Tools zur digitalen Messdatenerfassung, Signalverarbeitung und -auswertung gefestigt.
---------------------	--

- Die Studierenden sind in der Lage, die in der Praxis auftretenden messtechnischen Probleme zu analysieren und mithilfe von ingenieurwissenschaftlichem Denken und Handeln zu lösen.
- Die Studierenden können zielgerichtete und applikationsabhängige Optimierungen von Sensoren, Messverfahren und Mess-Systemen durchführen, z.B. zur Reduktion der Messunsicherheit sowie zur Unterdrückung von Stör- und -einflussgrößen.

Voraussetzungen

- Kenntnisse der Elektrotechnik, Messtechnik, Mathematik und Physik.
- Empfohlen wird die erfolgreiche Bewältigung des Moduls „Sensorik und Messtechnik“.

Verwendbarkeit

- Wahlpflichtmodul aller Studien- und Vertiefungsrichtungen.
 - Das Modul steht in thematischem Zusammenhang mit den Pflichtmodulen
 - o Sensorik und Messtechnik,
 - o Digitale Bildverarbeitung,
- sowie mit den Wahlpflichtfächern
- o Multisensorsysteme und Sensornetze,
 - o Simulationswerkzeuge in der Sensorik und Messtechnik,
 - o Ausgewählte Kapitel der Sensorik und Messtechnik
 - o Spezielle messtechnische Probleme

Leistungsnachweis

- Die Benotung wird anhand der studentischen Vorbereitung (Testate) auf die einzelnen Praktikumsübungen, der Mitarbeit und der Praktikumsberichte vorgenommen.

Literatur

- E. Schrüfer: Elektrische Messtechnik, Messung elektrischer und nicht-elektrischer Größen, Hanser, München, 2003.
- P. Profos, T. Pfeifer: Handbuch der industriellen Messtechnik, Oldenbourg Verlag, München, 2002.
- J. Marek (Hrsg): Sensors for automotive applications, Wiley-VCH, Weinheim, 2003.
- U. Kiencke, R. Eger: Messtechnik, Systemtheorie für Elektrotechniker, 6. Aufl., Springer, Berlin, 2005.
- M. Möser: Messtechnik der Akustik, Springer, Berlin, 2010.
- M. Werner: Digitale Signalverarbeitung mit MatLab, 3rd ed. Wiesbaden, Vieweg, 2006.

Dauer und Häufigkeit

Das Modul dauert 1 Trimester.
Das Modul wird nur in Studienjahren mit ungerader Jahreszahl angeboten und beginnt jeweils im Frühjahrstrimester.
Als Startzeitpunkt ist das Frühjahrstrimester im 1. oder 2. Studienjahr vorgesehen

Modul 1285 Praktikum: Simulationswerkzeuge in der Sensorik und Messtechnik

zugeordnet zu: Wahlpflichtmodule Vertiefungsrichtung: Physikalisch-Technische Modellierung in der Anwendung auf Luft- und Raumfahrttechnik

Studiengang:	Mathematical Engineering	Modultyp:	Wahlpflicht
Workload gesamt (h):	150 Stunden	ECTS-Punkte:	5
-> Präsenzzeit (h):	60 Stunden	TWS:	5 Stunden
-> Selbststudium (h):	90 Stunden		

Modulbestandteile	12851	Praktikum: Simulationswerkzeuge in der Sensorik und Messtechnik (Praktikum (WP) - 5 TWS)
-------------------	-------	---

Modulverantwortlicher	Prof. Dr. techn. Christian Kargel
-----------------------	-----------------------------------

Inhalt

In der Lehrveranstaltung „Simulationswerkzeuge in der Sensorik und Messtechnik“ werden die in der Praxis vorwiegend verwendeten Softwarepakete zur Messdatenerfassung und -verarbeitung sowie zur Modellierung und Simulation von Signalen, Schaltungen und Systemen kennengelernt und eingesetzt. Die effektive und effiziente Bearbeitung der vielfältigen Aufgaben auf den Gebieten der Sensorik und Messtechnik ist heute ohne Einsatz von beispielsweise MATLAB, LabVIEW, SigmaPlot, MultiSim, ANSYS, etc. nicht zu gewährleisten. Neben den Standardaufgaben der (digitalen) Messdatenerfassung und -verarbeitung bieten diese Pakete umfangreiche Möglichkeiten zur Simulation und dem Test von einzelnen Bauteilen und gesamter Module bereits vor der Prototypfertigung (hardware-in-the-loop). Auch die Simulation und der Test von messtechnischen Schaltungen mit elektronischen Bauteilen, die mit realen Eigenschaften modellierbar sind, zählen zum Funktionsumfang der Softwarepakete.

In dieser Lehrveranstaltung werden zuerst die Grundlagen der einzelnen Softwarepakete vermittelt um anschließend typische Aufgabenstellungen der Praxis zu bearbeiten. Studierende mit entsprechenden Vorkenntnissen wenden sich unmittelbar der Lösung von anwendungsorientierten Aufgaben zu. Die behandelten Softwarepakete werden sowohl im akademischen Umfeld, als auch der Industrie weit über die Grenzen der Sensorik und Messtechnik eingesetzt.

- | | |
|----------------------------|---|
| Qualifikationsziele | <ul style="list-style-type: none"> Die Studierenden können verschiedene Softwarepakete anwendungsorientiert auswählen und zielgerichtet einsetzen. Die Studierenden sind in der Lage, ihre theoretischen Kenntnisse mit den Möglichkeiten von Standard-Softwareprogrammen zu verknüpfen um anschauliche Lösungen von Problemen und Aufgabenstellungen der Praxis zu finden. |
|----------------------------|---|

- Die Studierenden haben ein Bewusstsein für die Vor- und Nachteile der Messdatenerfassung und -verarbeitung mit Standardprogrammen sowie von Simulationsrechnungen und Simulationssoftware entwickelt und interpretieren die Mess- und Simulationsergebnisse entsprechend.

Voraussetzungen

- Grundkenntnisse in:
 - o Elektrotechnik und Messtechnik
 - o Physik
 - o Mathematik
 - o Programmierung.

Verwendbarkeit

- Wahlpflichtmodul für alle Studien- und Vertiefungsrichtungen.
 - Das Modul steht in thematischem Zusammenhang mit den Pflichtmodulen
 - o Sensorik und Messtechnik,
 - o Digitale Bildverarbeitung,
- sowie mit den Wahlpflichtfächern
- o Ausgewählte Kapitel der Sensorik und Messtechnik,
 - o Spezielle messtechnische Probleme,
 - o Sensorik und Messtechnik, Praktikum,
 - o Multisensorsysteme und Sensornetze.

Leistungsnachweis

- Die Benotung wird anhand der studentischen Vorbereitung (Testate) auf die einzelnen Praktikumsübungen, der Mitarbeit und der Praktikumsberichte vorgenommen

Literatur

W. Georgi, E. Metin: Einführung in LabVIEW, 3rd ed. München, Carl Hanser Verlag, 2008.
B. Mütterlein: Handbuch für die Programmierung mit LabVIEW, 2nd ed. Heidelberg, Spektrum Akademischer Verlag (Imprint of Springer), 2009.
R. Jamal: LabVIEW für Studenten - Das Grundlagenbuch, 4th ed. München, Pearson Education, 2004.
S. Adam: MATLAB und Mathematik kompetent einsetzen, Eine Einführung für Ingenieure und Naturwissenschaftler, Weinheim, WILEY-VCH, 2006.
F. Grupp, F. Grupp: MATLAB 7 für Ingenieure, Grundlagen und Programmierbeispiele. München, Oldenburg, 2004.

Dauer und Häufigkeit

Das Modul dauert ein Trimester.
Das Modul wird im Herbsttrimester angeboten.
Als Startzeitpunkt ist das Herbsttrimester im 2. Studienjahr vorgesehen.

Modul 1188 Projekt

zugeordnet zu: Wahlpflichtmodule Vertiefungsrichtung: Physikalisch-Technische Modellierung in der Anwendung auf Luft- und Raumfahrttechnik

Studiengang:	Mathematical Engineering	Modultyp:	Pflicht
Workload gesamt (h):	270 Stunden	ECTS-Punkte:	9
-> Präsenzzeit (h):	Stunden	TWS:	0 Stunden
-> Selbststudium (h):	Stunden		

Modulbestandteile 11881 Projektarbeit (Studienarbeit (PF) - 0 TWS)

Modulverantwortlicher

Inhalt Selbstständige Bearbeitung einer umfangreicheren Problemstellung aus einem Bereich der Luft- und Raumfahrttechnik. Die Arbeit kann theoretischer, experimenteller oder konstruktiver Natur sein. Im Vordergrund steht die Erarbeitung von Ergebnissen unter Anwendung wissenschaftlicher Methoden sowie die Präsentation der Ergebnisse. Das Projekt kann auch in Gruppen bearbeitet werden.

Qualifikationsziele Der Studierende erhält Einblick in aktuelle Forschungsarbeiten der Fakultät für Luft- und Raumfahrttechnik. Er ist vertraut mit den zur Bearbeitung solcher Fragestellungen erforderlichen wissenschaftlichen Methoden. Er ist in der Lage, eine Problemstellung aus diesem Bereich unter Anleitung zu analysieren, klar darzustellen und einen Lösungsweg aufzuzeigen.

Voraussetzungen Alle Fachmodule des Master-Studiengangs Luft- und Raumfahrttechnik, die für die Bearbeitung der jeweiligen Problemstellung erforderlich sind.

Verwendbarkeit Das Modul Projekt ist erforderlich für den Abschluss des Master-Studiengangs Luft- und Raumfahrttechnik. Der Abschluss der Projektarbeit ist Voraussetzung für den Beginn der Masterarbeit.

Weiterhin kann das Modul Projekt als Wahlpflichtmodul im Rahmen der Vertiefungsrichtung Physikalisch-Technische Modellierung in der Anwendung auf Luft- und Raumfahrttechnik des Studiengangs Mathematical Engineering M.Sc. eingebracht werden.

Leistungsnachweis Es werden sowohl die Vorgehensweise während der Bearbeitung wie auch die schriftliche Ausarbeitung der Arbeit mit einem Notenschein bewertet. Wird die Arbeit als Gruppenarbeit angefertigt, so muss der individuelle Anteil der einzelnen Bearbeiter/Bearbeiterinnen erkennbar sein.

Dauer und Häufigkeit

Das Modul dauert 2 Trimester, es beginnt im Frühjahrstrimester des 1. Master-Studienjahres.

Modul 1220 Quellencodierung und Kanalcodierung

zugeordnet zu: Wahlpflichtmodule Vertiefungsrichtung: Physikalisch-Technische Modellierung in der Anwendung auf Luft- und Raumfahrttechnik

Studiengang:	Mathematical Engineering	Modultyp:	Wahlpflicht
Workload gesamt (h):	150 Stunden	ECTS-Punkte:	5
-> Präsenzzeit (h):	60 Stunden	TWS:	5 Stunden
-> Selbststudium (h):	90 Stunden		

Modulbestandteile	12201	Quellencodierung und Kanalcodierung (Vorlesung (WP) - 3 TWS)
	12202	Quellencodierung und Kanalcodierung (Übung (WP) - 2 TWS)

Modulverantwortlicher Priv.-Doz. Dr.-Ing. Gerhard Staude

Inhalt	<ul style="list-style-type: none"> • Grundlagen: <ul style="list-style-type: none"> o Kanalkapazität, Codierung, Turbo-Prinzip o Multiple-Input Multiple-Output (MIMO) Kanalmodelle o Grundlagen von Orthogonalem Frequenzmultiplex (OFDM) • MIMO Kanalkapazität • Grundlegende MIMO-Übertragungsverfahren <ul style="list-style-type: none"> o Beamforming o Space-Time Trellis Codes o Sendeantennen-Diversity mit orthogonalen Space-Time Blockcodes o Spatial Multiplexing o Cyclic Delay Diversity o Nicht-kohärente MIMO-Übertragungsverfahren o Vergleich von MIMO Übertragungsverfahren o Einführung in das Konzept des Dirty Paper Coding o Spatial multiplexing mit räumlicher Signalverarbeitung am Empfänger oder Sender (Precoding) • Multiuser MIMO • MIMO in kommerziellen drahtlosen Kommunikationssystemen (WLAN, zellulärer Mobilfunk)
--------	---

Qualifikationsziele	<ul style="list-style-type: none"> • Grundkenntnisse der informationstheoretischen Grundlagen von MIMO Systemen • Kenntnis der Übertragungseigenschaften und Modellierung von Funkkanälen mit mehreren Antennen • Grundkenntnisse von Codierverfahren für drahtlose Kommunikationssysteme • Verständnis der grundlegenden MIMO-Übertragungsverfahren • Kenntnis der in kommerziellen Systemen angewendeten MIMO-Verfahren • Verständnis der praktischen Probleme bei der Nutzung von MIMO-Verfahren in kommerziellen Systemen
---------------------	---

- Fähigkeiten in der Anwendung von Matrizenrechnung am Beispiel von MIMO-Systemen
- Fähigkeiten in der Anwendung stochastischer Methoden am Beispiel von MIMO-Systemen

Voraussetzungen

- Mathematik A, B,C
- Wünschenswert sind Kenntnisse der Signalverarbeitung (z.B. Module „Signalverarbeitung und Informationsverarbeitung digitale Regelung und Sensornetze" oder „Signalverarbeitung und Übertragungssysteme der Hochfrequenztechnik" oder „Digitale Signalverarbeitung")
- Wünschenswert sind Kenntnisse der Mobilkommunikation
- Wünschenswert sind Kenntnisse der Kommunikationstechnik, wie sie in den Vorlesungen „Signale und Kommunikationssysteme" und „Kommunikationstechnik I" (BA-Modul „Kommunikationstechnik") und „Kommunikationstechnik II" (MA-Modul „Informationsverarbeitung und Kommunikationstechnik" oder „Kommunikationstechnik B") vermittelt werden

Verwendbarkeit

- Pflichtmodul für die Vertiefungsrichtung ME-VSK im Studiengang Mathematical Engineering (M. Sc.)
- Wahlpflichtmodul für die Vertiefungsrichtungen ME-EET, ME-Mechatronic und ME-PTM im Studiengang Mathematical Engineering (M. Sc.)
- Wahlpflichtmodul für den Masterstudiengang EIT in den Vertiefungsrichtungen EIT-KT und EIT-ES

Leistungsnachweis

Mündliche Modulprüfung von 30min Dauer (mP-30) oder schriftliche Prüfung von 60min Dauer (sP-60)

Dauer und Häufigkeit

Das Modul dauert 1 Trimester, beginnt jedes Studienjahr, Startzeitpunkt ist das HT im 1. Studienjahr (10tes Trimester)

Modul 1081 Raumfahrtantriebe

zugeordnet zu: Wahlpflichtmodule Vertiefungsrichtung: Physikalisch-Technische Modellierung in der Anwendung auf Luft- und Raumfahrttechnik

Studiengang:	Mathematical Engineering	Modultyp:	Wahlpflicht
Workload gesamt (h):	150 Stunden	ECTS-Punkte:	5
-> Präsenzzeit (h):	48 Stunden	TWS:	4 Stunden
-> Selbststudium (h):	102 Stunden		

Modulbestandteile 10811 Raumfahrtantriebe (Vorlesung, Übung (PF) - 4 TWS)

Modulverantwortlicher Prof. Dr.-Ing. Christian Mundt

Inhalt Die Studierenden erwerben im Modul Raumfahrtantriebe das Grundwissen zu Raumfahrtantrieben und deren vielfältigen Anwendungsgebiete.

- 1) Die Studierenden erhalten eine Einführung in die Bedeutung der Raumfahrtantriebe bei Problemstellungen aus dem Bereich der Luft- und Raumfahrttechnik.
- 2) Ausgehend von den theoretischen Grundlagen, werden praktische Probleme diskutiert bis hin zu Fertigungsaspekten, Komponenten und operationellen Aspekten. Es werden z.B. behandelt:

- Flüssigkeitsraketenantriebe
- Feststoffraketen
- Hybridraketen
- Luftatmer
- Elektrische Antriebe
- Zukunftskonzepte

- 3) Nach Möglichkeit werden in einer Exkursion Industriefirmen mit entsprechenden Produktionen besucht.

Qualifikationsziele

- 1) Die Studierenden können die Bedeutung der Raumfahrtantriebe bei technischen Problemstellungen hinsichtlich Machbarkeit, Technologie und zukünftigen Trends einordnen.
- 2) Die Studierenden können für einfache Anwendungsfälle Antriebskonzepte erstellen und berechnen.
- 3) Die Studierenden erwerben die Fähigkeit, für die jeweiligen Anwendungen sinnvolle Konfigurationen vorschlagen zu können.

Voraussetzungen Der Besuch der Vorlesung Aerothermodynamik, Raumfahrttechnik I und II wird empfohlen.

Verwendbarkeit	Voraussetzung für wissenschaftliche Grundlagenuntersuchungen und angewandte Forschung und Entwicklung auf dem Gebiet insbesondere von Flugkörper- und Raumfluggeräten.
Leistungsnachweis	Schriftliche Prüfung 75 Minuten oder mündliche Prüfung 30 Minuten
Sonstige Bemerkungen	Zuordnung zu den Studienschwerpunkten siehe Tabelle am Anfang des Dokumentes.
Dauer und Häufigkeit	Das Modul dauert ein Trimester, es findet im Wintertrimester des 2. Master-Studienjahres statt.

Modul 1082 Regelungstechnik

zugeordnet zu: Wahlpflichtmodule Vertiefungsrichtung: Physikalisch-Technische Modellierung in der Anwendung auf Luft- und Raumfahrttechnik

Studiengang:	Mathematical Engineering	Modultyp:	Pflicht
Workload gesamt (h):	150 Stunden	ECTS-Punkte:	5
-> Präsenzzeit (h):	48 Stunden	TWS:	4 Stunden
-> Selbststudium (h):	102 Stunden		

Modulbestandteile	10821	Regelungstechnik (Vorlesung (PF) - 2 TWS)
	10822	Regelungstechnik (Übung (PF) - 2 TWS)

Modulverantwortlicher Prof. Dr.-Ing. habil. Ferdinand Svaricek

Inhalt

Im Modul Regelungstechnik wird das in der Grundlagenvorlesung Steuer- und Regelungstechnik erworbene Grundwissen zur Analyse und Synthese linearer kontinuierlicher Regelungs- und Steuerungssysteme vertieft und erweitert:

1) Die Studierenden erhalten zunächst eine Einführung in die geometrische Stabilitätsanalyse mit Hilfe des Wurzelortskurvenverfahrens. Anschließend wird vermittelt, wie das WOK-Verfahren zur Synthese linearer dynamischer Regler eingesetzt werden kann.

2) Anschließend lernen die Studierenden verschiedene Methoden für die Modellierung, Beschreibung und Analyse des Verhaltens von dynamischen Systemen im Frequenzbereich kennen:

- Frequenzgang,
- Ortskurve und Bodediagramm,
- Phasenminimum- und Allpaßsysteme,
- Stabilitätsprüfung mit Hilfe des Nyquistverfahrens,
- Stabilitätsrand (Amplituden- und Phasenrand).

3) Dann wird die Beschreibung und Analyse dynamischer Eingrößensysteme im Zustandsraum behandelt. Neben der Vorstellung der grundlegenden Begriffe und Definitionen (Zustandsvariablen, Zustandsgleichung, Zustandstrajektorie, Steuer- und Beobachtbarkeit, Stabilität) werden auch elementare Methoden zur Analyse des dynamischen Verhaltens (Eigenwerte, Eigenbewegung, Stabilität) und der Steuer- und Beobachtbarkeit sowie wichtige Normalformen (Diagonal-, Regelungs- und Beobachtungsnormalform, Kalman-Zerlegung) vermittelt.

4) Die Studierenden werden dann mit den Grundlagen zur Synthese linearer Zustandsregler vertraut gemacht. Dabei werden im Einzelnen die folgenden Aspekte behandelt:

- Entwurf linearer Zustandsrückführungen,
- Zustandsbeobachter,

- Berücksichtigung von Störgrößen,
- erweiterte Regelungsstrukturen.

Qualifikationsziele

- 1) Die Studierenden können das dynamische Verhalten von Eingrößenregelkreise anhand der Wurzelortskurven beurteilen und durch Anpassung des Reglers gezielt verändern.
- 2) Die Studierenden sind in der Lage die Stabilität eines Regelkreis anhand der Ortskurve und des Bodediagramms des offenen Kreises zu überprüfen.
- 3) Die Studierenden erwerben die Fähigkeit, Zustandsraummodelle von technischen Systemen aus unterschiedlichen Fachdisziplinen aufzustellen und deren Eigenschaften zu analysieren.
- 4) Die Studierenden werden in die Lage versetzt, das dynamische Verhalten von Eingrößenregelkreise durch den Entwurf von linearen Zustandsrückführungen gezielt zu beeinflussen

Voraussetzungen

Vorausgesetzt werden Kenntnisse in „Höhere Mathematik“, „Technische Mechanik“, „Messtechnik“, „Experimentalphysik“, „Allgemeine Elektrotechnik“ und „Steuer- und Regelungstechnik“ des LRT-Bachelor Studiums.

Verwendbarkeit

Voraussetzung für wissenschaftliche Grundlagenuntersuchungen und angewandte Forschung und Entwicklung auf dem Gebiet der Steuer- und Regelungstechnik.

In diesem Studiengang:

- Voraussetzung für Teilnahme am Rechnerpraktikum „Regelungstechnik“
- Voraussetzung für Teilnahme am App. Praktikum „Regelungstechnik“
- Voraussetzung für das Modul „Moderne Methoden der Regelungstechnik“
- Voraussetzung für das Modul „Flugführungssysteme“
- Voraussetzung für das Modul „Dynamik und Regelung von Satelliten“
- Voraussetzung für das Modul „Filter und Schätzverfahren“

Leistungsnachweis

Schriftliche Prüfung 90 Minuten (30 Minute Fragenteil ohne Hilfsmittel und 60 Minuten Aufgabenteil mit allen Hilfsmitteln außer programmierbaren Taschenrechner) oder mündliche Prüfung 30 Minuten.

Sonstige Bemerkungen

Zuordnung zu den Studienschwerpunkten siehe Tabelle am Anfang des Dokumentes.

Literatur

- Lunze, J.: Regelungstechnik 1: Systemtheoretische Grundlagen, Analyse und Entwurf einschleifiger Regelungen. 5. Auflage. Berlin: Springer-Verlag, 2006.
- Lunze, J.: Regelungstechnik 2: Mehrgrößensysteme, Digitale Regelung. 3. Auflage. Berlin: Springer-Verlag, 2005.

- Unbehauen, H.: Regelungstechnik. Band I. 13. Auflage. Braunschweig: Vieweg und Sohn, 2005 .
- Unbehauen, H.: Regelungstechnik. Band II. 8. Auflage. Braunschweig: Vieweg und Sohn, 2000.

Dauer und Häufigkeit

Das Modul dauert ein Trimester, es findet im Wintertrimester des 1. Master-Studienjahres statt.

Modul 1281 Regelungstechnisches Seminar

zugeordnet zu: Wahlpflichtmodule Vertiefungsrichtung: Physikalisch-Technische Modellierung in der Anwendung auf Luft- und Raumfahrttechnik

Studiengang:	Mathematical Engineering	Modultyp:	Wahlpflicht
Workload gesamt (h):	150 Stunden	ECTS-Punkte:	5
-> Präsenzzeit (h):	60 Stunden	TWS:	5 Stunden
-> Selbststudium (h):	90 Stunden		

Modulbestandteile

Modulverantwortlicher Prof. Dr. rer. nat. habil. Claus Hillermeier

Inhalt

Das Seminar besteht aus Referaten, die von den Studierenden gehalten werden.
 Die Referate runden das vorhandene regelungstechnische Wissen der Studierenden ab und vertiefen wichtige regelungstechnische Konzepte. Die Zuordnung der jeweiligen Referatsthemen erfolgt im Einvernehmen mit den Studierenden.
 Liste möglicher Referatsthemen:

- Vermaschte Regelungen zur besseren Ausregelung von Störungen
- Modellbasierte Regelung (d.h. der Regler trägt in sich ein Modell der Regelstrecke) und Smith-Prädiktor
- Stabilitätsanalyse linearer Regelkreise (Vertiefung)
- Stabilitätsanalyse mittels Lyapunov-Funktionen
- Energie-angepasste Regelung / Regelung von "Port-Controlled-Hamiltonian-Systems"
- Intervallarithmetik in der Regelungstechnik
- Das Konzept der Eingangs-Ausgangs-Linearisierung nichtlinearer Systeme
- Das Konzept der Eingangs-Zustands-Linearisierung nichtlinearer Systeme

Qualifikationsziele

Die Studierenden haben sich im Rahmen der Vorbereitung ihres Referats intensiv mit einem regelungstechnischen Thema auseinandergesetzt und dadurch ein stark vertieftes Verständnis regelungstechnischer Denk- und Herangehensweisen gewonnen.
 - Die Studierenden sind in der Lage, einen verständlichen Fachvortrag über ein technisches Thema auszuarbeiten und vor einer technisch gebildeten Hörerschaft vorzutragen.

- Die Studierenden haben einen Überblick über ein Spektrum wichtiger Methoden der Regelungstechnik gewonnen.

Voraussetzungen

Vorausgesetzt werden Kenntnisse der Ingenieurmathematik sowie Kenntnisse im Umfang eines der folgenden Module, die an der UniBwM im Bachelor "Mathematical Engineering" bzw. im Bachelor "Elektrotechnik und Informationstechnik" bzw. im Bachelor "Luft- und Raumfahrttechnik" absolviert werden: "Modul Systemtheorie" oder "Modul Steuer- und Regelungstechnik" oder "Modul Regelungstechnik".

Verwendbarkeit

Verwendbar im Rahmen des Masterstudiengangs „Elektrotechnik und Informationstechnik“ für alle Vertiefungsrichtungen. Verwendbar im Rahmen des Masterstudiengangs „Mathematical Engineering“ für alle Vertiefungsrichtungen.

Leistungsnachweis

Die Leistungspunkte werden durch ein selbst gehaltenes Referat, eine mündliche Prüfung von ca. 20 Min Dauer sowie das Zuhören bei den Referaten der anderen Teilnehmer erworben. Die Note besteht zur Hälfte aus der Bewertung des selbst gehaltenen Referats und zur Hälfte aus der mündlichen Prüfung.

Literatur

- J. Lunze: "Regelungstechnik, Band 1 + 2", Springer Verlag, 2008,
- J. Slotine, W. Li: "Applied Nonlinear Control", Verlag Prentice Hall, 1991.

Dauer und Häufigkeit

Das Modul dauert 1 Trimester.
Das Modul beginnt jedes Studienjahr jeweils im Frühjahrstrimester. Als Startzeitpunkt ist das Frühjahrstrimester im 1. Studienjahr vorgesehen.

Modul 1084 Satellitennavigation I

zugeordnet zu: Wahlpflichtmodule Vertiefungsrichtung: Physikalisch-Technische Modellierung in der Anwendung auf Luft- und Raumfahrttechnik

Studiengang:	Mathematical Engineering	Modultyp:	Pflicht
Workload gesamt (h):	180 Stunden	ECTS-Punkte:	6
-> Präsenzzeit (h):	72 Stunden	TWS:	6 Stunden
-> Selbststudium (h):	108 Stunden		

Modulbestandteile	10841	Globale Satellitennavigationssysteme (Vorlesung (PF) - 1 TWS)
	10842	Globale Satellitennavigationssysteme (Übung (PF) - 1 TWS)
	10843	Differentielle GNSS-Verfahren (Vorlesung (PF) - 1 TWS)
	10844	Differentielle GNSS-Verfahren (Übung (PF) - 1 TWS)
	10845	Schätzverfahren der integrierten Navigation (Vorlesung (PF) - 1 TWS)
	10846	Schätzverfahren der integrierten Navigation (Übung (PF) - 1 TWS)

Modulverantwortlicher	Prof. Dr.-Ing. Bernd Eissfeller
-----------------------	---------------------------------

- Inhalt
- 1) Globale Satellitennavigationssysteme (GNSS)
 - Grundlagen: Referenzsysteme, Zeitsysteme, Satellitenorbits, Aufbau eines GNSS
 - gegenwärtige Satellitennavigationssysteme: NAVSTAR GPS (USA), GLONASS (Russland); Weltraumsegment, Bodensegment und Nutzersegment (Empfänger)
 - zukünftige Satellitennavigationssysteme: GALILEO (Europa), COMPASS (China); Abgrenzung zu den vorhandenen Systemen, GNSS Evolution Programme
 - Ergänzungssysteme: WAAS, EGNOS, MSAS, GAGAN, QZSS u.a.
 - Bestimmung von Position, Geschwindigkeit, Beschleunigung und Zeit: Einführung in die Auswertung von GNSS-Daten (Standardpositionierung mit Code-Strecken, Auswertung von Doppler- oder Phasenmessungen zur Geschwindigkeits- und Beschleunigungsbestimmung, Zeittransfer)
 - 2) Differentielle GNSS-Methoden (DGNSS)
 - Einführung, Motivation und Zielsetzung für DGNSS
 - Beobachtungsgleichungen, Fehlerbudget und Korrekturansätze
 - LAAS (lokale differentielle Systeme) und WAAS („wide area“ Systeme)
 - Hochpräzise Korrekturkonzepte
 - Ansätze im wissenschaftlichen Bereich
 - Militärisches DGNSS: JPALS, WAGE und Talon NAMATH
 - Anwendungsspektrum

3) Schätzverfahren der integrierten Navigation

- Systemkonzept der Integrierten Navigation
- Multisensorsysteme und Redundanzkonzepte
- Sensoren und Messwerte der Navigation
- Kalman Filter: Lineares dynamisches Fehlermodell, Beobachtungsgleichungen, Ableitung des Optimalschätzers, Algorithmus, Elementares Beispiel, numerisch stabile Formen
- Anwendung bei der GPS/INS Integration: Lose Kopplung (Loosely Coupling), Enge Kopplung (Tightly Coupling), Ultraenge Kopplung (Ultra - Tightly Coupling), Tiefe Kopplung (Deeply Coupling)
- Beispiele und Leistungsfähigkeit Integrierter Navigationssysteme in Schifffahrt, Luftfahrt, Landverkehr und Raumfahrt

Qualifikationsziele

Globale Satellitennavigationssysteme spielen in vielen Berufsfeldern, aber auch im privaten Bereich (Freizeit-Gestaltung) eine inzwischen sehr wichtige Rolle.

- Die Absolventen besitzen einen Überblick über die existierenden und zukünftigen (bzw. modernisierten) globalen Satellitennavigationssysteme (GNSS), sowohl über die wichtigen Grundlagen als auch über die Systemarchitektur und die Systemgliederung (Segmente).
- Weiterhin kennen sie Ergänzungssysteme und die Auswertemethodik. Die Anwendungen für zivile als auch militärische Nutzer sind ihnen bekannt.
- Sie haben durch die Lehrveranstaltung "Differenzielle GNSS-Verfahren" fundierte Kenntnisse über die Methoden zur Verbesserung konventioneller GNSS Positionierungs-Techniken, inkl. der heute verfügbaren und für die Zukunft geplanten Entwicklungen einschließlich der militärischen Systeme, erworben.
- Im Rahmen des Abschnitts "DGNSS-Methoden" haben sie sich das Verständnis für die Datenverarbeitung, Algorithmen sowie das Fehlerbudget der differentiellen GNSS-Technik, was als Voraussetzung für die Erarbeitung der Realisierungskonzepte angesehen werden kann, erarbeitet.
- Sie haben Grundkenntnisse über Schätzverfahren in hybriden Navigationssystemen erworben.
- Sie verstehen das Zusammenwirken der verschiedenen Messwerte und den grundlegenden Rechengang des Kalman Filters.
- Sie verstehen das Zusammenwirken der verschiedenen Sub-Systeme und die zugrunde liegenden Technologien.
- Sie haben einen Überblick über die Multisensornavigation in verschiedenen Anwendungsbereichen (Schifffahrt, Landverkehr, Luftfahrt, Raumfahrt) erhalten.

Voraussetzungen

Mathematik, Experimentalphysik, Messtechnik, Messtechnik und Regelungstechnik.

Verwendbarkeit

Erweiterung des Grundwissens im Gebiet "Satellitennavigation" um Kenntnisse der existierenden und zukünftigen Systeme sowie um die wichtigen Verfahren der differentiellen Positionierung, die im zivilen und militärischen Bereich zu Erzielung höherer Genauigkeiten sowie zur Verbes-

serung der Integrität eine hohe Bedeutung haben. Spezialkenntnisse auf dem (zivil und) militärisch wichtigen Gebiet der hybriden Navigation.

Leistungsnachweis

Schriftliche Prüfung 90 Minuten (Hilfsmittel: nicht-programmierbarer Taschenrechner) oder mündliche Prüfung 30 Minuten.

Sonstige Bemerkungen

Zuordnung zu den Studienschwerpunkten siehe Tabelle am Anfang des Dokumentes.

Literatur

- Brown R.G., Hwang P.Y.C.: Introduction to Random Signals and Applied Kalman Filtering. 3rd edition. New York: John Wiley & Sons, 1997.
- ESA (Hrsg): EGNOS - the European geostationary navigation overlay system. Noordwijk: ESA Publications Division, 2006.
- Hofmann-Wellenhof B.: GNSS - Global Navigation Satellite Systems. Wien: Springer-Verlag, 2008.
- Lawrence A.: Modern Inertial Technology - Navigation, Guidance and Control. Berlin: Springer-Verlag, 1998.
- Leick A.: GPS satellite surveying. New York: Wiley, 1995.
- Misra P., Enge P.: Global Positioning System - Signals, Measurements, and Performance. Second Edition. Lincoln, MA, USA: Ganga-Jamuna Press, 2006.
- Parkinson B.W., Spilker J.J. (Hrsg): Global Positioning System - Theorie and Applications, Volume 1. Progress in Astronautics and Aeronautics, Volume 163. Cambridge, 1996.
- Parkinson B.W., Spilker J.J. (Hrsg): Global Positioning System - Theorie and Applications, Volume 2. Progress in Astronautics and Aeronautics, Volume 164. Cambridge, 1996.
- Seeber G.: Satellite geodesy. Berlin: Verlag de Gruyter, 2003.
- Titterton D.H., Weston J.L.: Strapdown inertial navigation technology. AIAA, 2005.

Dauer und Häufigkeit

Das Modul dauert ein Trimester, es findet im Herbsttrimester des 1. Master-Studienjahres statt.

Modul 1085 Satellitennavigation II

zugeordnet zu: Wahlpflichtmodule Vertiefungsrichtung: Physikalisch-Technische Modellierung in der Anwendung auf Luft- und Raumfahrttechnik

Studiengang:	Mathematical Engineering	Modultyp:	Wahlpflicht
Workload gesamt (h):	210 Stunden	ECTS-Punkte:	7
-> Präsenzzeit (h):	96 Stunden	TWS:	8 Stunden
-> Selbststudium (h):	114 Stunden		

Modulbestandteile	10851	GNSS Nutzersegment (Vorlesung (PF) - 2 TWS)
	10852	GNSS Nutzersegment (Übung (PF) - 1 TWS)
	10853	Weltraumwetter (Vorlesung (PF) - 1 TWS)
	10854	Weltraumwetter (Übung (PF) - 1 TWS)
	10855	Satellitenkommunikation (Vorlesung (PF) - 2 TWS)
	10856	Satellitenkommunikation (Übung (PF) - 1 TWS)

Modulverantwortlicher Prof. Dr.-Ing. Bernd Eissfeller

Inhalt	<p>1) GNSS Nutzersegment</p> <ul style="list-style-type: none">• Empfängertechnik- und -technologien• geschichtliche Entwicklung• Komponenten eines GNSS Empfängers und ihre Bedeutung• analoge und digitale Baugruppen <p>Signalverarbeitung</p> <ul style="list-style-type: none">• Signalverarbeitung im GNSS Empfänger, Korrelation, DLL und PLL, Fehler, Multipath <p>Hardware- vs. Software-Empfänger</p> <ul style="list-style-type: none">• Konzepte• Unterschiede• Vor- und Nachteile <p>GNSS Empfänger - Übersicht</p> <ul style="list-style-type: none">• zivile Empfänger• militärische Empfänger <p>2) Satellitenkommunikation</p> <ul style="list-style-type: none">• Einführung und Hintergrund• Bahn- und Konstellationsaspekte• Raumtransport und Satellitenplattform• Grundlagen der Kommunikationstechnik: Link Bilanz, Modulation, Zugriffsverfahren (CDMA, FDMA, TDMA), Kodierung, Ausbreitungseffekte• Kommunikationsnutzlast• Bodenstationen, VSATs, Netze
--------	--

- Dienste der Satellitenkommunikation (INMARSAT, INTELSAT, INTERSPUTNIK, EUTELSAT, IRIDIUM, GLOBALSTAR, u.a.)
- Entwicklungsstand und Trends

3) Weltraumwetter

- Einführung in die Thematik
- Bedeutung des Weltraumwetters für Satellitensysteme und Bodeninfrastruktur auf der Erde
- Die Sonne als Antrieb für das Weltraumwetter (Phänomene und Überwachung)
- Die Ionosphäre (Aufbau, Phänomene und Beobachtung unter bes. Berücksichtigung der GNSS-basierten Datenverarbeitung)
- Systemtechnische Aspekte (Übersicht über die Auswirkungen des Weltraumwetters auf Teilsysteme von Raumfahrzeugen, Strahlungsanalysen und Schutzmaßnahmen).

Qualifikationsziele

Die Absolventen besitzen vertiefte Kenntnisse in zwei modernen Teilgebieten.

- Sie verstehen die Funktion eines GNSS Empfängers und sind sich über unterschiedliche Empfängerimplementierungen klar.
- Die Studierenden besitzen Grundkenntnisse über die Weltraumnutzung durch "Satellitenkommunikation".
- Sie verstehen das Zusammenwirken der verschiedenen Sub-Systeme und die zugrunde liegenden Technologien.
- Sie haben einen Überblick über die Multisensornavigation in verschiedenen Anwendungsbereichen (Schifffahrt, Landverkehr, Luftfahrt, Raumfahrt) erhalten.
- Sie verstehen den grundlegenden Designprozess der Satellitenkommunikation und sind in der Lage, solche Systeme zu bemessen.
- Sie haben praktische Erfahrungen in der Satellitenkommunikation durch die Inbetriebnahme einer VSAT Station und von Mobilterminals erworben.
- Die Studierenden kennen die Fähigkeiten und Grenzen sowie die wirtschaftliche Bedeutung der Satellitenkommunikation.
- Sie haben Kenntnisse über die Phänomene, Beobachtung und Vorhersage des Weltraumwetters sowie den Auswirkungen auf Satellitensysteme erworben.

Voraussetzungen

Mathematik, Experimentalphysik, Raumfahrttechnik.

Verwendbarkeit

Erweiterung des Grundwissens für die Gebiete Raumfahrttechnik und Satellitennavigation. Verständnis der Konzepte bei militärischen und zivilen GNSS. Erarbeitung von Spezialwissen für die Vorlesungen in den Schwerpunkten Flugführungssysteme und Autonome Systeme.

Leistungsnachweis

Schriftliche Prüfung 90 Minuten(Hilfsmittel: nicht-programmierbarer Taschenrechner) oder mündliche Prüfung 30 Minuten

Sonstige Bemerkungen

Dieses Modul kann auch als Munich-Aerospace-Partnermodul belegt werden.

Zuordnung zu den Studienschwerpunkten siehe Tabelle am Anfang des Dokumentes.

Literatur

- Kaplan E.D., Hegarty Ch. (Editor): Understanding GPS - Principles and Applications. Boston: Artech House Publishers, 2005.
- Borre K., Akos D.M., Bertelsen N., Rinder P., Jensen, Sören H.: A Software-Defined GPS and GALILEO Receiver. Boston: Birkhäuser, 2007.
- Lawrence A.: Modern Inertial Technology - Navigation, Guidance and Control. Berlin: Springer-Verlag, 1998.
- Titterton D.H., Weston J.L.: Strapdown inertial navigation technology. AIAA, 2005.
- Brown R.G., Hwang P.Y.C.: Introduction to Random Signals and Applied Kalman Filtering. 3rd edition. New York: John Wiley & Sons, 1997.
- Calcutt D., Tetley L.: Satellite Communications: Principles and Applications. London: Edward Arnold Verlag, 1994.
- Roddy D.: Satellite Communications. 2nd Edition. New York: McGraw-Hill, 1995.
- Richararia M.: Satellite Communication Systems: Design Principles. New York: McGraw-Hill, 1995.
- Maral G., Bousquets M.: Satellite Communications Systems, West Sussex: John Wiley & Sons, 1995.
- de Re E., Ruggieri M.: Satellite Communications and Navigation Systems. Springer Science, 2008.
- Dodel H., Eberle S.: Satellitenkommunikation. Berlin: Springer Verlag, 2007.

Dauer und Häufigkeit

Das Modul dauert ein Trimester, es findet im Herbsttrimester des 1. Master-Studienjahres statt.

Modul 1086 Satellitensysteme

zugeordnet zu: Wahlpflichtmodule Vertiefungsrichtung: Physikalisch-Technische Modellierung in der Anwendung auf Luft- und Raumfahrttechnik

Studiengang:	Mathematical Engineering	Modultyp:	Pflicht
Workload gesamt (h):	150 Stunden	ECTS-Punkte:	5
-> Präsenzzeit (h):	48 Stunden	TWS:	4 Stunden
-> Selbststudium (h):	102 Stunden		

Modulbestandteile	10861	Satellitensysteme (Vorlesung (PF) - 2 TWS)
	10862	Satellitensysteme (Übung (PF) - 2 TWS)

Modulverantwortlicher Prof. Dr.-Ing. Roger Förstner

Inhalt

In dieser Vorlesung werden die wichtigsten Subsysteme, aus denen ein Satellit aufgebaut ist, vertieft betrachtet. Nach einer Darstellung der verschiedenen Segmente (Boden-, Transfer-, Raumsegment) aus denen eine Raumfahrtmission besteht und deren Verknüpfungen, werden zunächst die wichtigsten technischen Aspekte verschiedener Klassen von Raumfahrtmissionen (Erdbeobachtung, Telekommunikation, Navigation, planetaren und interplanetaren Exploration) und ihr Einfluss auf den Entwurf von Satellitensystemen erarbeitet. Nachfolgend werden die Besonderheiten der Weltraumumgebung dargestellt. Es wird der Einfluss des Vakuums, der kosmischen Strahlung, des Sonnenwindes, der planetaren Atmosphären und Magnetfelder auf Raumfahrzeuge beleuchtet und mögliche designtechnische Lösungen vorgestellt. Es werden dann die wichtigsten Subsysteme von Satelliten im Einzelnen untersucht (Energieversorgung, Lage- und Bahnregelung, Antriebe, Struktur und Mechanismen, Thermalregelung, Datenverarbeitung, Kommunikation). Dabei werden zunächst die theoretischen Grundlagen erarbeitet, dann verschiedene technische Lösungen vorgestellt und abschließend gezeigt, wie eine erste qualitative und quantitative Auslegung des Subsystems vorgenommen werden kann.

Die Gliederung der Vorlesung sieht wie folgt aus:

- 1) Raumfahrtmissionen aus systemtechnischer Sicht
- 2) Einfluss der Weltraumumgebung auf Raumfahrzeuge
- 3) Satellitensubsysteme: Energieversorgung, Antriebssysteme, Lage- und Bahnregelung, Thermalregelung, Datenverarbeitung, Kommunikation, Mechanismen, Konfiguration und Struktur

Qualifikationsziele

Die Studierenden:

- Können die Besonderheiten verschiedener Raumfahrtmissionen aus systemtechnischer Sicht beurteilen.
- Können die Einflüsse der Weltraumumgebung auf das Design von Satellitensystemen einschätzen

- haben ein grundlegendes Verständnis für alle Subsysteme von Satelliten
- können für alle Subsysteme eine erste quantitative Auslegung durchführen

Voraussetzungen

Vorausgesetzt werden allgemeine ingenieurwissenschaftliche Grundlagen (Höhere Mathematik, Experimentalphysik, Technische Mechanik I-II, Strömungsmechanik, Thermodynamik, Allgemeine Elektrotechnik, Werkstoffkunde).

Verwendbarkeit

Voraussetzung für wissenschaftliche Grundlagenuntersuchungen, angewandte Forschung sowie Projektmanagement auf dem Gebiet der Raumfahrt.

Leistungsnachweis

Schriftliche Prüfung 90 Minuten

- 30 Minuten Frageteil: keine Hilfsmittel
- 60 Minuten Aufgabenteil: Skript, Formelsammlung, Taschenrechner

Sonstige Bemerkungen

Zuordnung zu den Studienschwerpunkten siehe Tabelle am Anfang des Dokumentes.

Literatur

- Ley, Wittman, Hallmann: Handbuch der Raumfahrttechnik
- Wertz J.R., Larson W.J.: Space Mission Analysis and Design

Dauer und Häufigkeit

Das Modul dauert ein Trimester, es findet im Wintertrimester des 1. Master-Studienjahres statt.

Modul 1293 Schaltungssimulation

zugeordnet zu: Wahlpflichtmodule Vertiefungsrichtung: Physikalisch-Technische Modellierung in der Anwendung auf Luft- und Raumfahrttechnik

Studiengang:	Mathematical Engineering	Modultyp:	Wahlpflicht
Workload gesamt (h):	150 Stunden	ECTS-Punkte:	5
-> Präsenzzeit (h):	60 Stunden	TWS:	5 Stunden
-> Selbststudium (h):	90 Stunden		

Modulbestandteile	12931	Schaltungssimulation (Vorlesung (WP) - 2 TWS)
	12932	Schaltungssimulation (Praktikum (WP) - 3 TWS)

Modulverantwortlicher Dr.-Ing. Roland Pfeiffer

Inhalt

Der Schwerpunkt der Vorlesung und des Praktikums liegt in der Analogtechnik und behandelt die folgenden Themen:

1. Vorlesung:

- mathematische Methoden der Schaltungssimulation unter besonderer Berücksichtigung des Schaltungssimulator PSPICE
- Erlernen der Grundeigenschaften analoger MOS-Schaltungen, insbesondere Verstärkerschaltungen
- Numerische Ausdrücke für die Grundeigenschaften, Kenngrößen
- Bandgap-Schaltungen, Mixerschaltungen, Oszillatorschaltungen als Vorbereitung für die erweiterten Simulationmöglichkeiten von PSPICE
- Einfluss des Layouts auf analoge Schaltungen, Mismatch, als Vorbereitung auf die Monte-Carlo-Analyse und Worst-Case-Analyse von PSPICE
- Zukünftige analoge MOS-Schaltungen: Probleme und Lösungen, Pre-Silicon Modelparameter

2. Praktikum

Intensives Kennenlernen des Schaltungssimulationsprogramms PSPICE

- Von einer Digitalschaltung zur Analogschaltung
- Vom Großsignalschaltbild (Transienten-Analyse) zum Kleinsignalersatzschaltbild (AC-Analyse)
- Versorgung von Analogschaltungen,
- OTA - ein OpAmp für Kondensatorlast
- Miller Operationsverstärker - ein OpAmp für Widerstandslast
- Erstellter OpAmp als Subcircuit
- Überprüfung durch geeignete PSPICE-Simulation der in der Vorlesung aufgestellten numerischen Ausdrücke

- Weitere Analyse-Arten von PSPICE:

- Temperaturanalyse: Drainstrom, Bandgapschaltung
- Rauschanalyse: Widerstand, MOS-Transistor, MOS-R-Inverterverstärker
- Fourieranalyse: MOS-R-Inverterverstärker, Differenzverstärker, Balancing von Mixerschaltungen
- Monte-Carlo-Analyse, Worst-Case-Analyse am Beispiel MOS-R-Inverterverstärker
- Transfer-Analyse, Sensitivity-Analyse am Beispiel MOS-R-Inverterverstärker
- ABM-Bauelemente (unter anderen Phase-Locked-Loop-Erstellung)
- Oszillator-Schaltungen (Ringoszillator)
- Parameter-Analyse
- Optimizer zur Schaltungs-Optimierung
- Smoke zur Schaltungs-Stress-Analyse
- Transmission Line
- Abändern von Bauteilen
- Sample-and-Hold
- Layouterstellung mit dem Layoutprogramm „Microwind“
- Simulation zukünftiger analoger CMOS-Schaltungen mittels Pre-Silicon MOS Modell-Parameter

Qualifikationsziele

Die Vorlesung gibt einen erweiterten Einblick in die Grundlagen der mathematische Methoden der Schaltungssimulation. Die Studierenden gewinnen zudem durch das Praktikum die Fähigkeit, mit Hilfe eines Simulationsprogramms auch aufwendige Schaltungen durch Simulation zu entwickeln und zu dimensionieren sowie ihre Funktionsfähigkeit zu verifizieren.
Gute Grundlage für Master-Arbeiten im Bereich des Schaltungsentwurfs.

Voraussetzungen

Grundkenntnisse im Bereich der elektronischen Bauelemente

Verwendbarkeit

Wahlpflichtmodul für den Masterstudiengang EIT mit allen Vertiefungsrichtungen,
Wahlpflichtmodul für den Masterstudiengang ME mit allen Vertiefungsrichtungen.

Leistungsnachweis

Vorlesung: Schriftliche Prüfung von 45 Minuten Dauer (sP-45) oder mündliche Prüfung von 15min Dauer (mP-15) am Trimesterende (sP-45 oder mP-15). Die Festlegung der Prüfungsart erfolgt zu Beginn des Moduls. Eine Wiederholungsprüfung wird am Ende des dritten Quartals angeboten. (2 ECTS-LP)

Praktikum: Teilnahmechein. Die regelmäßige Teilnahme an dem Praktikum mit Vor- und Nachbereitung ist für den Erhalt des Teilnahmecheins notwendig. (3 ECTS-LP)

Literatur

- Kurt Hoffmann: "Systemintegration vom Transistor zur großintegrierten Schaltung", ISBN-13: 978-3486578942 Oldenbourg Verlag,
- Behzad Razavi: "Design of Analog CMOS Integrated Circuits", ISBN-13: 978-0071188395 Mcgraw-Hill Higher Education Verlag,
- John Keown: "Orcad Pspice and Circuit Analysis", ISBN-13: 978-0130157959 Prentice-Hall Verlag,
- Oliver Hilbertz, Walter Motsch: "Benutzerunterstützung für das Simulationssystem PSpice (Version 8)", ISBN-13: 978-3826588167 Shaker Verlag,

Dauer und Häufigkeit

Das Modul dauert 1 Trimester.
Das Modul beginnt jedes Studienjahr jeweils im Frühjahrstrimester.
Als Startzeitpunkt ist das Frühjahrstrimester im 1. Studienjahr vorgesehen.

Modul 1087 Sensortechnik

zugeordnet zu: Wahlpflichtmodule Vertiefungsrichtung: Physikalisch-Technische Modellierung in der Anwendung auf Luft- und Raumfahrttechnik

Studiengang:	Mathematical Engineering	Modultyp:	Wahlpflicht
Workload gesamt (h):	150 Stunden	ECTS-Punkte:	5
-> Präsenzzeit (h):	48 Stunden	TWS:	4 Stunden
-> Selbststudium (h):	102 Stunden		

Modulbestandteile	10871	Sensortechnik für Autonome Systeme (Vorlesung (PF) - 2 TWS)
	10872	Sensortechnik für Autonome Systeme (Übung (PF) - 2 TWS)

Modulverantwortlicher Prof. Dr.-Ing. Hans-Joachim Wünsche

Inhalt

Die Studierenden erwerben im Modul „Sensortechnik für Autonome Systeme“ einen Überblick zur analogen und digitalen Meßtechnik, sowie detaillierte Einblicke in den Aufbau und die Verwendungsmöglichkeiten von Sensoren und von Sensorplattformen. Zunächst werden einige grundlegende Sensorprinzipien vorgestellt, worauf dann die wesentlichen internen und externen Sensorsysteme behandelt werden. Als Beispiel werden u.a. die im institutseigenen Fahrzeug eingebauten Sensorplattformen (Kamerasystem, LIDAR, Inertialplattform mit Dual GPS, ...) ausführlich erklärt.

Ausgehend von einem Überblick über die Entwicklung und den derzeitigen Stand der Meßtechnik, der Sensortechnik und von Meßplattformen werden die folgenden Themenkreise behandelt:

- Einleitung und kurze Wiederholung von: Wozu benötigen wir Sensoren, Beispiele für Sensoren in Robotern und (autonomen) Fahrzeugen, Einteilung von Sensoren. Statistische Kenngrößen und typische Messfehler einschl. deren mathematischer Beschreibung. Sensormodelle und Sensoreigenschaften.
- Messkette – von der Messgröße zum Messwert im Rechner Signalaufbereitung, Abtastung, Abtasttheorem, Aliasing, Analog-Digital-Wandler, Digitale Signalübertragung, Serielle Bussysteme, Digital-Analog-Wandler
- Grundlegende Sensorprinzipien; Positionssensoren: Grundlegende Sensorprinzipien und -effekte, wie Hall-Sensor, induktiver Sensor, kapazitiver Sensor, magnetoresistiver, piezoelektrischer und piezoresistiver Effekt. Interne Sensoren: Messung von Positionen und Geschwindigkeiten.
- Messung von Beschleunigungen: Verschiedene Prinzipien zur Messung von Beschleunigungen. MEMS Sensoren. Kompass Sensoren. Drehratenmessung: Coriolis Kraft Prinzip und Sagnac Effekt; Kreiselkompass, Vibrationskreisel, MEMS Kreisel, Faserkreisel und Ringlaser.

- Inertiale Messsysteme und inertielle Navigationssysteme: Inertiale Messsysteme (IMU): Plattform und Strap-down Technologie, Gimbal-Lock, typische Fehler. Inertiale Navigationssysteme (INS); Arten der Stützung: Zero Update, Magnetfeld, GNSS (GPS): lose, enge und sehr enge Kopplung. Satelliten-Navigations Systeme wie GPS, Glonass, Galileo.
- Externe Sensoren: Landmarken Navigation: Natürliche und künstliche Landmarken. Leuchttürme, Funkfeuer, VOR und DME. Hyperbelnavigation und coastal Navigation. Kraft-Momenten-Sensor, 3D-Space Mouse, Taktile Sensoren, Näherungssensoren
- Abstandsgebende Sensoren auf Basis Laufzeitmessung: Prinzip der Laufzeitmessung: Ultraschallsensoren, Radar und Lidar
- Bildgebende Sensoren: Video- und Infrarotkameras, HD (hochauflösende) 3D Lidarsysteme, optische time-of-flight Kameras. Grundlagen der Modellierung, Abbildungsgleichungen, homogene Koordinaten.
- Weiterführende Themen: Sensor-Timing, -Synchronisation und -Fusion. Out-of-sequence Messung.

Qualifikationsziele

Die Studierenden

- wissen aus welchen wesentlichen Elementen die Sensoren und Sensor-Plattformen eines autonomes System bestehen,
- verstehen die Funktionsweise der verwendeten Sensorsysteme,
- können die erlernten Kenntnisse im parallel stattfindenden Praktikum „Autonome Systeme“ beim Aufbau eines autonomen Modell-Fahrzeugs anwenden.

Voraussetzungen

Vorausgesetzt werden die im Modul "Messtechnik" vermittelten Kenntnisse, sowie gute Kenntnisse über physikalische Grundgesetze, Digital-Elektronik und Statistik.

Verwendbarkeit

Autonome, kognitive Systeme werden zukünftig immer stärker in unser Leben vordringen. Fahr- und Flugzeuge werden nicht nur im militärischen Bereich um Assistenzsysteme erweitert, die einen zunehmend autonomen Betrieb ermöglichen. Roboter, die ihre Umgebung über einfache Sensoren und bzw. über komplexe Sensorplattformen wahrnehmen und sich in ihr situationsgerecht verhalten, werden nicht nur Soldaten zur Hand gehen, sondern auch in Fabriken sowie im häuslichen Umfeld schwere, monotone, gefährliche oder ermüdende Aufgaben übernehmen.

Leistungsnachweis

Schriftliche Prüfung 75 Minuten oder mündliche Prüfung 30 Minuten

Sonstige Bemerkungen

Dieses Modul kann auch als Munich-Aerospace-Partnermodul belegt werden.

Zuordnung zu den Studienschwerpunkten siehe Tabelle am Anfang des Dokumentes.

Literatur

- Everett H.R.: Sensors for Mobile Robots. Wellesley: Peters, 1995.

Dauer und Häufigkeit

Das Modul dauert ein Trimester, es findet im Herbsttrimester des 1. Master-Studienjahres statt.

Modul 1243 Signal- und Informationsverarbeitung

zugeordnet zu: Wahlpflichtmodule Vertiefungsrichtung: Physikalisch-Technische Modellierung in der Anwendung auf Luft- und Raumfahrttechnik

Studiengang:	Mathematical Engineering	Modultyp:	Pflicht
Workload gesamt (h):	240 Stunden	ECTS-Punkte:	8
-> Präsenzzeit (h):	96 Stunden	TWS:	8 Stunden
-> Selbststudium (h):	144 Stunden		

Modulbestandteile	12431	Signalverarbeitung (Vorlesung (PF) - 3 TWS)
	12432	Signalverarbeitung (Übung (PF) - 1 TWS)
	12433	Informationsverarbeitung (Vorlesung (PF) - 3 TWS)
	12434	Informationsverarbeitung (Übung (PF) - 1 TWS)

Modulverantwortlicher	Priv.-Doz. Dr.-Ing. Gerhard Staude
-----------------------	------------------------------------

- | | |
|--------|--|
| Inhalt | <p>Modulteil Signalverarbeitung:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Charakterisierung von Signalen: <ul style="list-style-type: none"> Analoge und digitale Signal • Deterministische Signale und Zufallssignale • Darstellung zeitkontinuierlicher und zeitdiskreter Signale in Zeit- und Frequenzbereich: <ul style="list-style-type: none"> Fourier-Reihe Fourier-Transformation Laplace-Transformation Z-Transformation Zeitdiskrete Fourier-Transformation (DTFT) • Zeitdiskrete lineare zeitinvariante Systeme (LTI-Systeme) • Abtastung • Zufallssignale <ul style="list-style-type: none"> Zufallsvariablen Stochastische Prozesse • Grundlagen digitaler Filter • Adaptive Filter <ul style="list-style-type: none"> Minimum Mean Squared Error (MMSE) Filter, Wiener Filter Least Mean Squares (LMS) Algorithmus Recursive Least Squares (RLS) Algorithmus • Diskrete Fourier-Transformation (DFT), Fast Fourier Transform (FFT) <p>Modulteil Informationsverarbeitung:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Schnelle Faltung • Spektralanalyse von deterministischen Signalen und Zufallssignalen • Traditionelle und parametrische Spektralschätzung • Grundlagen der Sprach- und Bildverarbeitung |
|--------|--|

Qualifikationsziele	<ul style="list-style-type: none">• Verständnis der mit dem Übergang vom kontinuierlichen Signal zum zeit- und wertdiskreten Signal einhergehenden Veränderungen von Signaleigenschaften• Sicherer Umgang mit Schlüsseltechniken der digitalen Signalverarbeitung im Zeit- und Frequenzbereich• Beherrschung von Entwurfs- und Analyseverfahren digitaler Filter.
Voraussetzungen	<ul style="list-style-type: none">• Kenntnisse der Signal- und Systemtheorie• Kenntnisse der Wahrscheinlichkeitsrechnung und stochastischer Prozesse• Höhere Mathematik.
Verwendbarkeit	<ul style="list-style-type: none">• Pflichtmodul für die Vertiefungsrichtung "Kommunikationstechnik" im Studiengang EIT (M.Sc.)• Wahlpflichtmodul für die Vertiefungsrichtung "Energietechnische Systeme" im Studiengang EIT (M.Sc.)• Pflichtmodul für die Vertiefungsrichtung ME-VSK im Studiengang Mathematical Engineering (M.Sc.)• Wahlpflichtmodul für die Vertiefungsrichtungen ME-EET, ME-Mechatronik und ME-PTM im Studiengang Mathematical Engineering (M.Sc.)• Wahlpflichtmodul für das Anwendungsfach Elektrotechnik im Masterstudiengang INF (M.Sc.)• Dieses Modul kann nicht gleichzeitig mit dem Modul 1249 eingebracht werden
Leistungsnachweis	Schriftliche Prüfung von 90min Dauer (sP-90) oder mündliche Prüfung von 30min Dauer (mP-30) am Ende des Frühjahrstrimesters. Wiederholungsmöglichkeit am Ende des Herbsttrimesters. Die genaue Art der Prüfung wird zu Beginn des Moduls bekannt gegeben.
Literatur	<ul style="list-style-type: none">• K.-D. Kammeyer, K. Kroschel: Digitale Signalverarbeitung. B.G. Teubner.• A. Oppenheim, R. Schaffer: Discrete-Time Signal Processing. Prentice Hall
Dauer und Häufigkeit	Das Modul dauert 1 Trimester. Das Modul findet jedes Studienjahr im Wintertrimester statt. Als Startzeitpunkt ist das Wintertrimester im ersten Studienjahr vorgesehen.

Modul 1249 Signalverarbeitung und Übertragungssysteme der Hochfrequenztechnik

zugeordnet zu: Wahlpflichtmodule Vertiefungsrichtung: Physikalisch-Technische Modellierung in der Anwendung auf Luft- und Raumfahrttechnik

Studiengang:	Mathematical Engineering	Modultyp:	Pflicht
Workload gesamt (h):	150 Stunden	ECTS-Punkte:	5
-> Präsenzzeit (h):	60 Stunden	TWS:	5 Stunden
-> Selbststudium (h):	90 Stunden		

Modulbestandteile	12491	Grundlagen der Signalverarbeitung (Vorlesung (PF) - 1.5 TWS)
	12492	Grundlagen der Signalverarbeitung (Übung (PF) - 0.5 TWS)
	12493	Übertragungssysteme der Hochfrequenztechnik (Vorlesung (PF) - 2 TWS)
	12494	Übertragungssysteme der Hochfrequenztechnik (Übung (PF) - 1 TWS)

Modulverantwortlicher Prof. Dr.-Ing. habil. Stefan Lindenmeier

- Inhalt
- a) Lehrveranstaltung 1: Grundlagen der Signalverarbeitung:
- Charakterisierung von Signalen: Analoge und digitale Signale
 - Deterministische Signale und Zufallssignale
 - Darstellung zeitkontinuierlicher und zeitdiskreter Signale in Zeit- und Frequenzbereich:
 - Zeitdiskrete lineare zeitinvariante Systeme (LTI-Systeme)
 - Abtastung
 - Zufallssignale: Zufallsvariablen , Stochastische Prozesse
 - Grundlagen digitaler Filter
 - Diskrete Fourier-Transformation (DFT), Fast Fourier Transform (FFT)
- b) Lehrveranstaltung 2: Übertragungssysteme der Hochfrequenztechnik:
- Einführung in moderne Übertragungssysteme,
 - Mobile und fest installierte Funknetze für die Anwendungen Mobilkommunikation, Funkortung und Radar,
 - Kabelgebundene Übertragungssysteme,
 - Frontend-Architekturen,
 - Sender und Empfänger-Architekturen,
 - Merkmale der Funkübertragung vom Satelliten, zu Land, zu Schiff und unter Wasser,
 - Antennen für Funkverkehr, Funkortung und Radar,
 - Mehrwege-Wellenausbreitung im Reflexionsszenario,
 - Diversity-Verfahren zur Empfangverbesserung bei Mehrwege-Wellenausbreitung,

- Adaptive Antennengruppen und Frontendarchitekturen für Richtfunksysteme mit adaptiver Strahlformung, Intelligente Antennensysteme,
- Antennen und Frontendaufbau von Single Input Multiple Output (SIMO) und Multiple Input Multiple Output (MIMO)-Übertragungsstrecken.

Qualifikationsziele

a) Lehrveranstaltung: Grundlagen der Signalverarbeitung:

- Verständnis der mit dem Übergang vom kontinuierlichen Signal zum zeit- und wertdiskreten Signal einhergehenden Veränderungen von Signaleigenschaften,
- Sicherer Umgang mit Schlüsseltechniken zur Signaldarstellung und Interpretation im Zeit- und Frequenzbereich,

b) Lehrveranstaltung: Übertragungssysteme der Hochfrequenztechnik:

- Grundkenntnisse zum Aufbau von mobilen Kommunikationssystemen,
- Grundkenntnisse zum Aufbau von Systemen der Funkortung und der Radartechnik,
- Detailkenntnisse zum Aufbau von Sende-Empfängern, Frontend-Architekturen und deren Hochfrequenzschaltungen,
- Detailkenntnisse über die physikalische Übertragungsebene, Funkübertragung mit Mehrwege-Ausbreitung und Übertragungsleitungen, Mehrantennensysteme

Voraussetzungen

Kenntnisse der Signal- und Systemtheorie, Kenntnisse der Wahrscheinlichkeitsrechnung und stochastischer Prozesse, Höhere Mathematik

Kenntnisse in Hochfrequenztechnik und Theoretischer Elektrotechnik, wie sie z.B. in den Modulen "Hochfrequenztechnik I und II" sowie "Theoretische Elektrotechnik I und II" aus den jeweiligen B.Sc.-Studiengängen vermittelt werden Kenntnisse aus den Modulen "Mathematik A", "Mathematik B" und "Mathematik C" des B.Sc.-Studiengangs EIT.

Verwendbarkeit

Pflichtmodul in der Vertiefungsrichtung "Sicherheitstechnik" des M.Sc.-Studiengangs EIT, Wahlpflichtmodul in der Vertiefungsrichtung "Energietechnische Systeme" des M.Sc.-Studiengangs EIT, Wahlpflichtmodul für die Vertiefungsrichtungen ME-EET, ME-Mechatronik und ME-PTM des M.Sc.-Studiengangs "Mathematical Engineering"

Dieses Modul kann nicht gleichzeitig mit dem Modul 1243 eingebracht werden

Leistungsnachweis

Gesamtmodul: Schriftliche Prüfung von 90 min Dauer (sP-90) oder mündliche Prüfung von 30 min Dauer (mP-30). Die genaue Art der Prüfung wird zu Beginn des Moduls bekannt gegeben.

Literatur

Lehrveranstaltung: Übertragungssysteme der Hochfrequenztechnik

Meinke, Gundlach: "Taschenbuch der Hochfrequenztechnik", Springer Verlag, Berlin, 1986,

Zinke, Brunwig: "Hochfrequenztechnik 1 und 2", Springer Verlag, Berlin, 1993.

Lehrveranstaltung: Grundlagen der Signalverarbeitung

K.-D. Kammeyer, K. Kroschel: "Digitale Signalverarbeitung", B.G. Teubner,

A. Oppenheim, R. Schafer: "Discrete-Time Signal Processing", Prentice Hall.

Dauer und Häufigkeit

Das Modul dauert 1 Trimester.

Das Modul beginnt jedes Studienjahr jeweils im Wintertrimester.

Als Startzeitpunkt ist das Wintertrimester im 1. Studienjahr vorgesehen.

Modul 1286 Spezielle messtechnische Probleme

zugeordnet zu: Wahlpflichtmodule Vertiefungsrichtung: Physikalisch-Technische Modellierung in der Anwendung auf Luft- und Raumfahrttechnik

Studiengang:	Mathematical Engineering	Modultyp:	Wahlpflicht
Workload gesamt (h):	150 Stunden	ECTS-Punkte:	5
-> Präsenzzeit (h):	60 Stunden	TWS:	5 Stunden
-> Selbststudium (h):	90 Stunden		

Modulbestandteile	12861	Spezielle messtechnische Probleme (Seminar (WP) - 5 TWS)
-------------------	-------	--

Modulverantwortlicher	Prof. Dr. techn. Christian Kargel
-----------------------	-----------------------------------

Inhalt	<p>Das Seminar „Spezielle messtechnische Probleme" vertieft praxisnah das Verständnis für spezielle messtechnische Problemstellungen. Die Studierenden bearbeiten unter Anleitung eine bestimmte vorgegebene oder selbst vorgeschlagene Aufgabenstellung entweder als Einzelperson oder in Kleingruppen. Die Ergebnisse und Lösungen werden in der Seminargruppe vorgetragen und zur Diskussion gestellt</p>
--------	--

Qualifikationsziele	<ul style="list-style-type: none"> • Die Studierenden haben die in anderen Modulen erworbenen Kenntnisse vertieft und für bestimmte messtechnische Aufgabenstellungen praktische Lösungen erarbeitet. • Die Studierenden sind in der Lage, typische in der Praxis auftretende messtechnische Probleme zu analysieren und mithilfe von ingenieurwissenschaftlichem Denken und Handeln zu lösen. • Die Studierenden haben vertiefte Fertigkeiten bei der problemorientierten Auswahl von und dem praktischen Umgang mit Sensoren, Messgeräten, Messverfahren und Mess-Systemen erworben. • Durch die eigene Präsentation einer speziellen messtechnischen Problemstellung und die aktive Teilnahme an Fachdiskussionen zu anderen Themen haben die Studierenden grundlegende Arbeitsweisen zur Aufarbeitung von Fachthemen angewandt und Techniken erworben zur Vorstellung und Diskussion wissenschaftlich-technischer Themen einschließlich der korrekten Verwendung spezifischer Fachbegriffe. Diese Fähigkeiten können auch im Rahmen von studentischen Abschlussarbeiten nutzbringend eingesetzt werden.
---------------------	---

Voraussetzungen	<ul style="list-style-type: none"> • Kenntnisse der Elektrotechnik, Messtechnik, Mathematik und Physik. • Die erfolgreiche Bewältigung des Moduls „Sensorik und Messtechnik" wird als Voraussetzung empfohlen.
-----------------	--

Verwendbarkeit

- Wahlpflichtmodul für alle Studien- und Vertiefungsrichtungen.
 - Das Modul steht in thematischem Zusammenhang mit den Pflichtmodulen
 - o Digitale Bildverarbeitung,
 - o Sensorik und Messtechnik,
- sowie mit den Wahlpflichtfächern
- o Sensorik und Messtechnik, Praktikum
 - o Simulationswerkzeuge in der Sensorik und Messtechnik
 - o Sensornetze und digitale Mess-Systeme,
 - o Multisensorsysteme und Sensornetze.

Leistungsnachweis

- Die Benotung erfolgt anhand der erarbeiteten Lösungen und der eigenen Präsentation. Die Mitarbeit und Involvierung bei den Fachdiskussionen im Rahmen des Oberseminars fließen ebenfalls in die Benotung ein.

Literatur

Je nach Aufgabenstellung unterschiedlich. Wird individuell bekannt gegeben.

Dauer und Häufigkeit

Das Modul dauert ein Trimester.
Das Modul wird im Herbsttrimester und/oder Wintertrimester und/oder Frühjahrstrimester angeboten.
Als Startzeitpunkt ist das Wintertrimester im 1. Studienjahr vorgesehen.

Modul 1088 Statische und dynamische Beanspruchung von Werkstoffen

zugeordnet zu: Wahlpflichtmodule Vertiefungsrichtung: Physikalisch-Technische Modellierung in der Anwendung auf Luft- und Raumfahrttechnik

Studiengang:	Mathematical Engineering	Modultyp:	Pflicht
Workload gesamt (h):	150 Stunden	ECTS-Punkte:	5
-> Präsenzzeit (h):	48 Stunden	TWS:	4 Stunden
-> Selbststudium (h):	102 Stunden		

Modulbestandteile	10881	Statische und dynamische Beanspruchung von Werkstoffen (Vorlesung (PF) - 2 TWS)
	10882	Statische und dynamische Beanspruchung von Werkstoffen (Übung (PF) - 2 TWS)

Modulverantwortlicher Prof. Dr.-Ing. habil. Hans-Joachim Gudladt

Inhalt

- Im ersten Abschnitt des Moduls erhalten die Studenten eine grundlegende Einführung in die LEBM. Dabei werden die Grenzen der Anwendbarkeit im Hinblick auf duktil verformbare Werkstoffe wie z.B. Metalle, aufgezeigt. Es werden Kriterien angegeben die es erlauben, technische metallische Werkstoffe mittels der Bruchmechanik z.B. unter Berücksichtigung der Bruchzähigkeit zu qualifizieren. Zum Abschluss des Abschnitts wird das Versagen rissbehafteter Bauteile auf der Grundlage des sogenannten R-Kurvenkonzeptes behandelt. Dieses eröffnet den Studenten die Möglichkeit, sowohl für spröde Werkstoffe, wie Keramiken, als auch für duktile Werkstoffe, wie Metalle, das Materialversagen im Hinblick auf außen anliegende Kräfte und vorgegebene Risslängen für ein Bauteil rechnerisch abzuschätzen.
- Im 2. Abschnitt lernen die Studenten das Materialverhalten unter schwingender Beanspruchung kennen. Man spricht hier von sogenannter Materialermüdung. Dabei wird sowohl dem Aspekt der Gesamtlebensdauer als auch dem der Lebensdauer angerissener Bauteile breiter Raum gewidmet. Letzteres ist im Sinne des Leichtbaukonzeptes für die Bauteilauslegung unerlässlich. Die Studenten lernen dabei, auf der Basis der Bruchmechanik die Rißausbreitung als Funktion der äußeren Beanspruchung zu erfassen und können daraus die Lebensdauer eines Bauteils näherungsweise bestimmen.
- Im letzten Teil der Vorlesung wird auf den Einfluss der Mittelspannung und der Kerbgeometrie im Hinblick auf die Rissausbreitung eingegangen. Darüber hinaus wird das Verhalten der sogenannten kurzen Risse besprochen, die sich der klassischen Bruchmechanik entziehen.

Qualifikationsziele	<ul style="list-style-type: none">• Die Studenten gewinnen einen Einblick in das Materialverhalten von 1- und 2-phasigen Leichtmetallen sowohl unter monotoner als auch unter schwingender Belastung.• Sie lernen, mittels bruchmechanischer Hilfsmittel die Grenzen der Einsetzbarkeit von Werkstoffen zu bewerten.• Darüber hinaus wird ihnen das Handwerkszeug der linearelastischen Bruchmechanik (LEBM) mitgegeben, um die Lebensdauer von vorgeschädigten und rissbehafteten Bauteilen abschätzen zu können.
Voraussetzungen	Bachelor-Studium
Verwendbarkeit	Das erworbene Wissen ist Voraussetzung für die Bewertung vorgeschädigter Bauteile im Hinblick auf ihre weitere Verwendbarkeit. Darüber hinaus lassen sich mit Hilfe der entwickelten Lebensdauerkonzepte metallische Strukturwerkstoffe im Sinne des Leichtbaukonzeptes optimieren.
Leistungsnachweis	Schriftliche Prüfung 75 Minuten oder mündliche Prüfung 30 Minuten
Sonstige Bemerkungen	Dieses Modul kann auch als Munich-Aerospace-Partnermodul belegt werden. Zuordnung zu den Studienschwerpunkten siehe Tabelle am Anfang des Dokumentes.
Literatur	<ul style="list-style-type: none">• Broek D.: Elementary Engineering Fracture Mechanics. 5th rev. ed. Martinus Nijhoff Publishers, 1982.• Schwalbe K.-H.: Bruchmechanik metallischer Werkstoffe. Carl Hanser Verlag, 1980.• Heckel K.: Einführung in die technische Anwendung der Bruchmechanik. Carl Hanser Verlag, 1991.• Suresh S.: Fatigue of materials. Cambridge Solid State Science Series, 1991.
Dauer und Häufigkeit	Das Modul dauert ein Trimester, es findet im Wintertrimester des 1. Master-Studienjahres statt.

Modul 1208 Stochastische Schwingungen in Theorie und Praxis

zugeordnet zu: Wahlpflichtmodule Vertiefungsrichtung: Physikalisch-Technische Modellierung in der Anwendung auf Luft- und Raumfahrttechnik

Studiengang:	Mathematical Engineering	Modultyp:	Wahlpflicht
Workload gesamt (h):	90 Stunden	ECTS-Punkte:	3
-> Präsenzzeit (h):	36 Stunden	TWS:	3 Stunden
-> Selbststudium (h):	54 Stunden		

Modulbestandteile	12081	Stochastische Schwingungen in Theorie und Praxis (Vorlesung (PF) - 2 TWS)
	12082	Stochastische Schwingungen in Theorie und Praxis (Übung (PF) - 1 TWS)

Modulverantwortlicher Dr.-Ing. Ottmar Breuer

Inhalt Die Studierenden erwerben im Modul "Stochastische Schwingungen in Theorie und Praxis" das notwendige Grundwissen zur rechnerischen und messtechnischen Behandlung von realistischen mechanischen Anregungen, wie sie stochastische Schwingungen im Einsatzbereich von Luft- und Raumfahrtgerät aber auch im allgemeinen Fahrzeugbau darstellen.

Im Einzelnen werden folgende Inhalte vermittelt:

- Die Studierenden erhalten einen Überblick über die mechanischen Umweltbedingungen, denen Luft- und Raumfahrzeuge sowie bodengebundene Fahrzeuge im Betrieb ausgesetzt sind sowie eine Einordnung der Bedeutung stochastischer Signale im Mess- und Versuchswesen.
- Die Studierenden werden mit den mathematischen Grundlagen der statistischen Signalanalyse im Zeit- und Frequenzbereich sowie der Klassifizierung von Signaltypen vertraut gemacht. Insbesondere wird die Bedeutung von Signal- und Leistungsspektren zur Beurteilung realistischer Belastungen auf schwingungsfähige Strukturen den Studierenden quantitativ (RMS-Wert) vermittelt.
- Die Studierenden lernen das Antwortverhalten linearer Systeme bei stochastischer Erregung, Lösungsverfahren und wesentliche Unterschiede zu deterministischen Signalen kennen.
- Anhand praktischer messtechnischer Erfassung stochastischer Signale wird den Studierenden das wichtigste Messinstrument (FFT-Analysator), Messfehler und deren Vermeidung bei der digitalen Verarbeitung nähergebracht.
- Die Rolle der stochastischen Signale bei einer experimentellen Systemidentifikation und deren messtechnische Realisierung werden in Theorie und Praxis den Studierenden vermittelt.

Qualifikationsziele

- Die Studierenden verstehen, die Bedeutung der stochastischen Signale im Vergleich zu den deterministischen Signalen im realitäts-

nahen Betrieb von Luft- und Raumfahrzeugen sowie von Fahrzeugsystemen zu erfassen.

- Die Studierenden sind in der Lage, Signaltypen zu klassifizieren und dabei stochastische Signale durch ihre Mittelwerte quantitativ einzuordnen.
- Die Studierenden erwerben die Fähigkeit, die mathematischen Werkzeuge zur Behandlung von Signalen im Zeit- und Frequenzbereich sicher anzuwenden, sowie den Übergang zwischen den Bereichen zu beherrschen.
- Die Studierenden erwerben die Fähigkeit, anhand von Signal- und Leistungsspektren im Versuchswesen Belastungen der zu untersuchenden Struktur wie des Prüfaufbaus (elektrodynamischer Shaker, Hydraulikzylinder) abzuschätzen.
- Die Studierenden werden in die Lage versetzt, die zur Verarbeitung stochastischer Signale notwendige Messtechnik und ihre Fehlerquellen sowie deren Abhilfe zu verstehen.

Voraussetzungen

Vorausgesetzt werden Kenntnisse der Technischen Mechanik und der Strukturmechanik.

Verwendbarkeit

Das Modul erweitert die Schwingungsuntersuchung auf Zufallsschwingungen. Es gibt Einblick in die Methoden der Versuchstechnik der dynamischen Strukturprüfung in der Luft- und Raumfahrt sowie der messtechnischen Verarbeitung stochastischer Signale.

Leistungsnachweis

Mündliche Prüfung 30 Minuten (ohne Hilfsmittel)

Sonstige Bemerkungen

Dieses Modul kann auch als Munich-Aerospace-Partnermodul belegt werden.

Literatur

- Wirsching P. et al.: Random Vibrations. John Wiley&Sons, 1995.
- Böhme J.F.: Stochastische Signale. Teubner Studienbücher, 1998.

Dauer und Häufigkeit

Das Modul dauert ein Trimester, es findet im Wintertrimester des 2. Master-Studienjahres statt.

Modul 1333 Strömungssimulation in Labor und Computer

zugeordnet zu: Wahlpflichtmodule Vertiefungsrichtung: Physikalisch-Technische Modellierung in der Anwendung auf Luft- und Raumfahrttechnik

Studiengang:	Mathematical Engineering	Modultyp:	Pflicht
Workload gesamt (h):	150 Stunden	ECTS-Punkte:	5
-> Präsenzzeit (h):	60 Stunden	TWS:	4 Stunden
-> Selbststudium (h):	90 Stunden		

Modulbestandteile	13331	Großes Laborpraktikum Hydromechanik (Praktikum (PF) - 2 TWS)
	13332	Numerische Methoden der Strömungsmechanik (Vorlesung (PF) - 2 TWS)

Modulverantwortlicher Prof. Dr.-Ing. Andreas Malcherek

Inhalt	<p>Laborpraktikum (Dr.-Ing. Kulisch, Prof. Malcherek):</p> <ul style="list-style-type: none"> • Physikalische Eigenschaften von Flüssigkeiten • Hydrostatik • Messungen im physikalischen Modell • Ausfluss aus Öffnungen • Messüberfälle • Wehr, Überfall und Schützströmung • Saugheber • Pelton-Turbine • Pfeilerstau: Geschwindigkeitsverteilung und Sedimenttransport • Geschiebetransport in der Laborrinne • Abflussmessungen im Feld (Hachinger Bach) • Bestimmung der Schiffstabilität und Fahrdynamik • Aufnahme der Sohltopografie durch Echolot und Peilung • ADCP-Einsatz auf dem Boot (Donau) • Entnahme und Analyse von Sedimentproben <p>Numerische Methoden (Prof. Malcherek):</p> <ul style="list-style-type: none"> • Digitale Geländemodelle und Gittergenerierung • Dreidimensionale Strömungsmodelle (DNS, LES, RANS) • Tiefengemittelte Strömungsmodelle • Anfang- und Randbedingungen • Sohlrauheit und Sohlschubspannung • Turbulente Viskosität und Dispersion • Methoden des Postprocessings • Qualitätskriterien für numerische Verfahren • Numerische Diskretisierungsverfahren: FD, FE, FV • Lagrange- und Charakteristikenverfahren
--------	---

Qualifikationsziele In diesem Modul erwirbt man die Qualifikation, komplexe Strömungen, die nicht mehr mit 'Bleistift und Papier' berechenbar sind, entweder

durch Laborexperimente und Naturmessungen oder durch die Computersimulation zu untersuchen.

Voraussetzungen

Vorausgesetzt werden die Kenntnisse aus den Modulen Hydromechanik I - III (oder vergleichbare Kenntnisse).

Leistungsnachweis

Mündliche Prüfung 30 Minuten (mP-30).

Dauer und Häufigkeit

Das Modul dauert 1 Trimester.
Das Modul beginnt jedes Studienjahr jeweils im Wintertrimester.

Modul 1237 Systeme der Leistungselektronik

zugeordnet zu: Wahlpflichtmodule Vertiefungsrichtung: Physikalisch-Technische Modellierung in der Anwendung auf Luft- und Raumfahrttechnik

Studiengang:	Mathematical Engineering	Modultyp:	Pflicht
Workload gesamt (h):	180 Stunden	ECTS-Punkte:	6
-> Präsenzzeit (h):	72 Stunden	TWS:	6 Stunden
-> Selbststudium (h):	108 Stunden		

Modulbestandteile	12371	Systeme der Leistungselektronik I (Vorlesung (PF) - 3 TWS)
	12372	Systeme der Leistungselektronik II (Vorlesung (PF) - 3 TWS)

Modulverantwortlicher Prof. Dr.-Ing. Rainer Marquardt

Inhalt

- Anwendungsgebiete und Entwicklungstrends: Grundstrukturen Leistungselektronischer Systeme,
- Ansteuertechnik für Leistungshalbleiter: Anforderungen, Signalübertragungsarten, Energieversorgung, Störbeeinflussung und Zuverlässigkeit, Schaltungstechnik und Realisierung,
- Leistungsteile: Anforderungen, Elektrische Schnittstellen, Komponenten und Modularisierung, Sicherheit und Störfallbehandlung, EMV und Störaussendung, Passive Komponenten,
- Messwertverarbeitung: Anforderungen, Elektrische und nichtelektrische Messgrößen, Arten der Messwerterfassung, Arten der Messwertübertragung, Schnittstellen/Normung, Verfahren zur Störungsminderung,
- Leistungselektronische Systeme für Stromversorgungen,
- Leistungselektronische Systeme für Antriebszwecke,
- Leistungselektronische Systeme für die Energieübertragung und -verteilung.

Qualifikationsziele

- Kenntnisse über Anwendungsbereiche und typ. Eigenschaften leistungselektronischer Systeme,
- Selbständiges Erfassen der typischen Grundstrukturen,
- Selbständiges Erkennen technischer Probleme in Planung und Realisierung,
- Fähigkeiten zur Analyse und grundlegenden Dimensionierung leistungselektronischer Systeme.

Voraussetzungen

- Kenntnisse des Moduls "Grundlagen der Elektrotechnik",
- Kenntnisse der Module "Mathematik A", "Mathematik B" und "Mathematik C",
- Kenntnisse des Moduls "Leistungselektronik".

Verwendbarkeit

- Pflichtmodul in der Vertiefungsrichtung "Energietechnische Systeme" des Studiengangs Elektrotechnik und Informationstechnik (M.Sc.)
- Pflichtmodul in der Vertiefungsrichtung ME-Mechatronik des Studiengangs Mathematical Engineering (M.Sc.)
- Wahlpflichtmodul der Vertiefungsrichtungen "Kommunikationstechnik" und "Sicherheitstechnik" des Studiengangs Elektrotechnik und Informationstechnik (M.Sc.)
- Wahlpflichtmodul der Vertiefungsrichtungen ME-EET, ME-VSK und ME-PTM des Studiengangs Mathematical Engineering (M.Sc.)

Leistungsnachweis

Schriftliche Prüfung von 90min Dauer (sP-90) oder mündliche Prüfung von 30min Dauer (mP-30) am Ende des Moduls. Die genaue Art der Prüfung wird zu Beginn des Moduls bekannt gegeben.

Literatur

- Mohan: "Power Electronics", Wiley Verlag,
- A.Steimel: "Elektrische Triebfahrzeuge und Ihre Energieversorgung", Oldenburg Industrieverlag,
- K.Heumann: "Grundlagen der Leistungselektronik", Teubner Verlag.

Dauer und Häufigkeit

Das Modul dauert 2 Trimester.
Das Modul beginnt jedes Studienjahr jeweils im Herbsttrimester.

Modul 1247 Technologie der Halbleiter und Mikrosysteme

zugeordnet zu: Wahlpflichtmodule Vertiefungsrichtung: Physikalisch-Technische Modellierung in der Anwendung auf Luft- und Raumfahrttechnik

Studiengang:	Mathematical Engineering	Modultyp:	Pflicht
Workload gesamt (h):	180 Stunden	ECTS-Punkte:	6
-> Präsenzzeit (h):	72 Stunden	TWS:	6 Stunden
-> Selbststudium (h):	108 Stunden		

Modulbestandteile	12471	Grundlagen der Halbleitertechnologie (Vorlesung (PF) - 2 TWS)
	12472	Grundlagen der Halbleitertechnologie (Übung (PF) - 1 TWS)
	12473	Mikrosystemtechnik (Vorlesung (PF) - 2 TWS)
	12474	Mikrosystemtechnik (Übung (PF) - 1 TWS)

Modulverantwortlicher Prof. Dr.-Ing. Walter Hansch

Inhalt

Mikro-Chips (Integrierte Schaltkreise, ICs) bestimmen heute die Leistungsfähigkeit nahezu aller elektronischen Geräte. Hierbei können die Mikro-Chips entsprechend der geplanten Aufgaben spezielle Funktionen realisieren, wobei in der Kommunikations- und Informationstechnologie vorrangig ICs mit hohen Rechenleistungen oder Speicherkapazitäten notwendig sind. Zur kontinuierlichen Steigerung der Leistungsfähigkeit und auch aus ökonomischen Gründen werden dabei durch ständige Technologieverbesserungen die geometrischen Abmessungen der einzelnen Halbleiterbauteile kontinuierlich verkleinert, diese Entwicklung wird durch das sogenannte „Moore´sche Gesetz“ beschrieben. Die hierzu notwendigen, hochkomplexen, hochreproduzierbaren Technologien mit Nanometer-Präzision können in der Regel nur von wenigen großen Halbleiterfirmen bereit gestellt werden. Kleinere Unternehmen und Forschungsinstitute beliefern den Markt hingegen mit neuen, flexiblen Technologien und „maßgeschneiderten“ Mikrochips, welche unterschiedlichste und komplexe Aufgaben erfüllen können (das sogenannte „More than Moore“). Die hierzu notwendigen technologischen Verfahren basieren zwar auf den Entwicklungen der Großindustrie, stellen jedoch in vielen Details innovative Weiterentwicklungen zur Realisierung funktioneller Komponenten dar, wobei die notwendigen lateralen Abmessungen deutlich entspannter im Mikrometer- oder sogar im Millimeterbereich liegen können. Solche Mikrosysteme bilden auf einem Chip aus verschiedenen Einzelkomponenten ein System, das über Sensorik Informationen aus der Umwelt gewinnt, diese mittels Elektronik verarbeitet, Signale und Daten kommuniziert und aktive Rückmeldung an die Umgebung leisten kann. Die hierzu notwendigen technologischen Prozesse stellen höchste Ansprüche an die Entwicklerteams, die sich auf den Gebieten Mikrosystem- und Nanotechnik, Optik, Fluidik, Biologie, Medizin, Elektronik und kabelloser Kommunikationstechnik bewegen müssen.

- Im Teil 1 des Moduls (Technologie der Halbleiter) werden die jeweils aktuellen Herstellungsverfahren, deren mögliche technologische Weiterentwicklungen sowie deren prognostizierte Grenzen, behandelt. Der Schwerpunkt liegt auf der Diskussion der physikalisch-chemischen Grundlagen der Materialien und Prozesse zur Realisierung hochintegrierter Mikro-Chips.
- Im Teil 2 des Moduls (Mikrosystemtechnik) werden in Erweiterung von Teil 1 die Technologien zur Herstellung von Mikrosystemen behandelt. Schwerpunkt sind die Grundlagen unterschiedlicher Halbleitersensoren, deren mikrotechnische Herstellung, die elektronische Signalgewinnung, die Weiterverarbeitung des Signals durch weitere integrierte Komponenten, die Diskussion von Datenblättern.

Detaillierte Inhalte Teil 1: Geschichte und Märkte der Halbleiterindustrie; Halbleiterphysik: Kristalle, Defekte, Bandstrukturen, Ladungsträger; Herstellung von Siliziumwafern; Reinraumtechnik; Schichtabscheidung (Halbleiter, Isolatoren, Metalle) und Verfahren (Chemical Vapor Deposition, Sputtern), Schichtmodifikation (Dotieren, Implantation), Strukturierung: Lithographie (Deep-UV, EUV) und Geräte, Sub-Wellenlängenverfahren (Phasenschiebermasken, Optical Proximity); Spezialstrukturen (Planarisierung, trench-isolation, Damascene-Metallisierung); Schichtabtragung (Naß- und Trockenätzen, CMP); Gesamtprozesse (Logik, DRAM), Analytik und Prozeßüberwachung, Packaging, Trends und Perspektiven.

Detaillierte Inhalte Teil 2: Materialgrundlagen; Technologie: Silizium, Sonderprozesse für Mikrosysteme, Aufbau- und Verbindungstechnik; Kraftsensoren für Druck, Beschleunigung, : Elastizitätstheorie, piezoresistive, piezoelektrische und kapazitive Sensoren; Kontakttemperatursensoren: Thermiodioden und Thermotransistoren; Strahlungssensoren: Bolometer, Quantensensoren (CCDs), Teilchendetektoren; Magnetfeldsensoren: Hall-Sensoren, Feldplatten, AMR-Sensoren; Feuchtesensoren; Chemosensoren: ChemFETs, Pellistoren; Biosensoren: Enzym-Sensoren, DNS-Sensoren, Immuno-Sensoren, Biomedizinische Sensoren, Sensorimplantate; Smart-Sensors, Sensorsysteme;

Qualifikationsziele

Die Studierenden erhalten einen Überblick zu den technologischen Verfahren zur Herstellung hochintegrierter Halbleiterchips und Sensor-Chips der Mikrosystemtechnik. In Übungen lernen die Studierenden Berechnungen zu Prozeßparametern und Prozeßführungen sowie das Parameterdesign von Halbleitersensoren aufgrund physikalischer, chemischer oder biologischer Grundlagen. Im Vergleich mit Datenblättern kann die Leistungsfähigkeit von Mikrochips beurteilt werden.

Voraussetzungen

- Kenntnisse der Elektrotechnik, Physik und Mathematik aus dem Bachelor-Studiengang

Verwendbarkeit

- Pflichtmodul für die Vertiefungsrichtung Kommunikationstechnik im Studiengang EIT (M.Sc.)
- Wahlpflichtmodul für alle anderen Vertiefungsrichtungen des M.Sc.-Studiengangs EIT
- Pflichtmodul für die Vertiefungsrichtung ME-EET im Studiengang Mathematical Engineering (M.Sc.)

Leistungsnachweis

Leistungsnachweis: Schriftliche Prüfung 90 min oder mündliche Prüfung 30 min am Ende des zweiten Trimesters (sP-90 oder mP-30). Die genaue Prüfungsform wird zu Beginn der Lehrveranstaltung bekanntgegeben.

Literatur

D.Widmann, H.Mader, H. Friedrich: Technologie hochintegrierter Schaltungen; Springer, Berlin (1996),
J.D.Plummer, M.D.Deal, P.B.Griffin: Silicon VLSI Technology, Prentice Hall, 2000
A. Heuberger: "Mikrosystemtechnik", Springer Verlag,
W.Heywang; Sensorik, Springer Verlag, 1993

Dauer und Häufigkeit

- Das Modul dauert 2 Trimester.
- Der Modulteil 1 findet jedes Studienjahr jeweils im Wintertrimester statt, Modulteil 2 im folgenden Herbsttrimester.
- Als Startzeitpunkt ist das Wintertrimester des 1. Studienjahrs vorgesehen.

Modul 1245 Übertragungssysteme der Hochfrequenztechnik, Mobilkommunikation

zugeordnet zu: Wahlpflichtmodule Vertiefungsrichtung: Physikalisch-Technische Modellierung in der Anwendung auf Luft- und Raumfahrttechnik

Studiengang:	Mathematical Engineering	Modultyp:	Pflicht
Workload gesamt (h):	180 Stunden	ECTS-Punkte:	6
-> Präsenzzeit (h):	72 Stunden	TWS:	6 Stunden
-> Selbststudium (h):	108 Stunden		

Modulbestandteile	12451	Übertragungssysteme der Hochfrequenztechnik, (Vorlesung (PF) - 2 TWS)
	12452	Übertragungssysteme der Hochfrequenztechnik (Übung (PF) - 1 TWS)
	12454	Mobilkommunikation (Übung (PF) - 1 TWS)
	12455	Mobilkommunikation (Vorlesung (PF) - 2 TWS)

Modulverantwortlicher Prof. Dr.-Ing. habil. Stefan Lindenmeier

- Inhalt
- a) Lehrveranstaltung 1: Übertragungssysteme der Hochfrequenztechnik:
- Einführung in moderne Übertragungssysteme
 - Mobile und fest installierte Funknetze für die Anwendungen Mobilkommunikation, Funkortung und Radar
 - Kabelgebundene Übertragungssysteme
 - Frontend-Architekturen
 - Sender und Empfänger-Architekturen
 - Merkmale der Funkübertragung vom Satelliten, zu Land, zu Schiff und unter Wasser
 - Antennen für Funkverkehr, Funkortung und Radar
 - Mehrwege-Wellenausbreitung im Reflexionsszenario
 - Diversity-Verfahren zur Empfangsverbesserung bei Mehrwege-Wellenausbreitung
 - Adaptive Antennengruppen und Frontendarchitekturen für Richtfunksysteme mit adaptiver Strahlformung, Intelligente Antennensysteme
 - Antennen und Frontendaufbau von Single Input Multiple Output (SIMO) und Multiple Input Multiple Output (MIMO)-Übertragungstrecken
- b) Lehrveranstaltung 2: Mobilkommunikation:
- Frequenzbereiche von Rundfunkdiensten und Mobilfunkdiensten
 - Komponenten von Funkübertragungssystemen
 - Beschreibung des Mobilfunkkanals, insbesondere der Mehrwegeausbreitung
 - Zugriffs- und Modulationsverfahren
 - Digitale terrestrische Rundfunksysteme - Hörrundfunk DAB, DAB+ und DRM (Basisbandcodierung, Multiträgerprinzip-COFDM) - Digi-

taler TV-Rundfunk DVB-T, DVB-H, DVB-T2 (Digitalisierung von Videosignalen, Basisbandcodierung bei JPEG und MPEG mit DCT, Übertragungsmodi)

- Zellularer Mobilfunk: GSM (Systemarchitektur, Aufbau und Rahmenstruktur des GSM-Signals, Synchronisation und Verbindungsaufbau, Handover, Zeitmultiplexstruktur), HSCSD, EDGE, GPRS, DECT, TETRA, UMTS (Codemultiplex, Scrambling, Channelisation), HSDPA, UMTS-LTE, LTE-Advanced
- Wireless Short Range Communication: WLAN-Standards, HiperLAN/2, Bluetooth, ZigBee
- Satellitenkommunikation: Sat.-Rundfunksysteme für Audio- und Videoübertragung, Bidirektionale Satellitenkommunikation mit Schmalbandsystemen

Qualifikationsziele

- Grundkenntnisse zum Aufbau von Mobilfunksystemen
- Grundkenntnisse zum Aufbau von Systemen der Funkortung und der Radartechnik
- Detailkenntnisse zum Aufbau von Sende-Empfängern, Frontend-Architekturen und deren Hochfrequenzschaltungen
- Detailkenntnisse über die physikalische Übertragungsebene, Funkübertragung mit Mehrwege-Ausbreitung und Übertragungsleitungen, Mehrantennensysteme
- Detaillierte Kenntnisse zu digitalen Rundfunkdiensten
- Detaillierte Kenntnisse zu den derzeitigen und im Aufbau befindlichen zellularen Mobilfunkstandards
- Grundkenntnisse zu Wireless Short Range Communication
- Grundkenntnisse zur mobilen Satellitenkommunikation

Voraussetzungen

Kenntnisse in Hochfrequenztechnik und Theoretischer Elektrotechnik, wie sie z.B. in den Modulen "Hochfrequenztechnik I und II" sowie "Theoretische Elektrotechnik I und II" aus den jeweiligen B.Sc.-Studiengängen vermittelt werden.

Verwendbarkeit

- Pflichtmodul für die Vertiefungsrichtung "Kommunikationstechnik" im Studiengang EIT (M.Sc.)
- Wahlpflichtmodul für die Vertiefungsrichtungen "Energietechnische Systeme" und "Sicherheitstechnik" im Studiengang EIT (M.Sc.)
- Pflichtmodul für die Vertiefungsrichtung ME-VSK im Studiengang Mathematical Engineering (M.Sc.)
- Wahlpflichtmodul für die Vertiefungsrichtungen ME-EET, ME-Mechatronik und ME-PTM im Studiengang Mathematical Engineering (M.Sc.)

Leistungsnachweis

Schriftliche Prüfung von 90 min Dauer oder mündliche Prüfung von 30 min Dauer am Ende des Trimesters. Die Art der Prüfung wird zu Beginn des Trimesters angegeben.

Literatur

a) Lehrveranstaltung 1: Übertragungssysteme der Hochfrequenztechnik:

- Meinke, Gundlach: "Taschenbuch der Hochfrequenztechnik", Springer Verlag, Berlin, 1986,
- b) Lehrveranstaltung 2: Mobilkommunikation
- U. Reimers: "DVB - Digitale Fernsehtechnik", Springer, 2008
 - J. Schiller: "Mobilkommunikation", Pearson Studium, 2003.

Dauer und Häufigkeit

Das Modul dauert 2 Trimester.
Das Modul beginnt jedes Studienjahr jeweils im Wintertrimester.
Als Startzeitpunkt ist das Wintertrimester im 1. Studienjahr vorgesehen.

Modul 1091 Weltraumphysik

zugeordnet zu: Wahlpflichtmodule Vertiefungsrichtung: Physikalisch-Technische Modellierung in der Anwendung auf Luft- und Raumfahrttechnik

Studiengang:	Mathematical Engineering	Modultyp:	Pflicht
Workload gesamt (h):	150 Stunden	ECTS-Punkte:	5
-> Präsenzzeit (h):	48 Stunden	TWS:	4 Stunden
-> Selbststudium (h):	102 Stunden		

Modulbestandteile	10911	Weltraumphysik (Vorlesung (PF) - 2 TWS)
	10912	Weltraumphysik (Übung (PF) - 2 TWS)

Modulverantwortlicher Prof. Dr.-Ing. Roger Förstner

Inhalt

Die Studierenden erwerben im Modul Weltraumphysik die für die Auslegung von Raumflugmissionen wichtigen Zusammenhänge unterschiedlicher Zeit- und Koordinatensysteme kennen. Es werden Methoden der Bahnbestimmung (Winkel, Doppler- und Laufzeitverfahren) zur Bestimmung der Bahnelemente vorgestellt. Das Gravitationspotenzial eines ausgedehnten Körpers wird abgeleitet, das Mehrkörperproblem sowie die Grundlagen der Störungstheorie werden am Beispiel erdnaheer und geostationärer Bahnen behandelt; ebenso wichtige Berechnungsmethoden und missionstechnische Konzepte, wie die „Einflusssphäre“, „Patched Conics“ Methode und „Gravity Assist“ Manöver, die beim interplanetaren Bahntransfer Anwendung finden.

Die Vorlesung gliedert sich in:

- Bezugssysteme und Zeitreferenz
- Keplerbahn, Bahnelemente, Bahnübergänge
- Bestimmung von Satellitenbahnen
- Bahnstörungen
- Spezielle Satellitenbahnen
- Interplanetare Bahnen
- Interplanetarer Transfer

Qualifikationsziele

- Die Studierenden können die in der Vorlesung behandelten Themen der Weltraumphysik (Zeit- und Koordinatensysteme, Geopotenzial, Bahnmechanik, Bahnbestimmung, Bahntransfer) zeitgemäß einordnen.
- Die Studierenden lernen Berechnungsverfahren zur Bahnbestimmung im erdnaheer und im interplanetaren Raum anzuwenden und Messverfahren (wie Doppler- und Ranging-Verfahren) zu verstehen.
- Die Studierenden wissen die aus der Störungstheorie folgenden Auswirkungen auf Satellitenbahnen zu berechnen und deren Bedeutung für die Durchführung von Raumfahrtmissionen einzuschätzen.

- Die Studierenden erwerben die Fähigkeit, Berechnungen für Bahntransfer-Manöver im interplanetaren Raum vorzunehmen und dabei das Konzept der Einflussphären anzuwenden.

Voraussetzungen	Vorausgesetzt werden Kenntnisse in Höherer Mathematik sowie in der Regelungstechnik.
-----------------	--

Verwendbarkeit	Voraussetzung für wissenschaftliche Grundlagenuntersuchungen sowie angewandte Forschung und Entwicklung auf dem Gebiet der Dynamik und Lageregelung von Satelliten.
----------------	---

Leistungsnachweis	Schriftliche Prüfung 90 Minuten <ul style="list-style-type: none">• 30 Minuten Frageteil: keine Hilfsmittel• 60 Minuten Aufgabenteil: Skript, Formelsammlung, Taschenrechner
-------------------	---

Sonstige Bemerkungen	Die Vorlesung findet in klassischer Form mittels Beamerpräsentation, mündlichem Vortrag und Tafelanschrieb statt. In den Übungen werden typische Aufgaben interaktiv mit den Studenten durchgearbeitet und gelöst. Zuordnung zu den Studienschwerpunkten siehe Tabelle am Anfang des Dokumentes.
----------------------	--

Literatur	<ul style="list-style-type: none">• Curtis: Orbital Mechanics for Engineering Students• Steiner, Schagerl: Raumflugmechanik• Messerschmid, Fasoulas: Raumfahrtsysteme• Ley, Wittman, Hallmann: Handbuch der Raumfahrttechnik
-----------	---

Dauer und Häufigkeit	Das Modul dauert ein Trimester, es findet im Frühjahrstrimester des 1. Master-Studienjahres statt.
----------------------	--

Modul 1373 Werkstoffe der Elektrotechnik und der Halbleitertechnologie

zugeordnet zu: Wahlpflichtmodule Vertiefungsrichtung: Physikalisch-Technische Modellierung in der Anwendung auf Luft- und Raumfahrttechnik

Studiengang:	Mathematical Engineering	Modultyp:	Pflicht
Workload gesamt (h):	210 Stunden	ECTS-Punkte:	7
-> Präsenzzeit (h):	84 Stunden	TWS:	7 Stunden
-> Selbststudium (h):	126 Stunden		

Modulbestandteile	13731	Werkstoffe der Elektrotechnik (Vorlesung (PF) - 3 TWS)
	13732	Praktikum Halbleitertechnik (Praktikum (PF) - 4 TWS)

Modulverantwortlicher Prof. Dr.-Ing. Walter Hansch

Inhalt

Gegenstand der Vorlesung ist die Vermittlung von Grundwissen über den Aufbau von Werkstoffen, beginnend auf atomarer Ebene. Der Zusammenhang zwischen Mikrostruktur und physikalischen Eigenschaften der Materie wird gezeigt. Die mechanischen, elektrischen, optischen, thermischen und chemischen Eigenschaften der verschiedenen Arten von Werkstoffen sowie gängige Prüfverfahren werden vermittelt und durch fachpraktische Anteile wie Experimente und Übungen intensiviert. Des Weiteren erhält der Student /die Studentin einen Überblick sowohl über die Möglichkeiten zur gezielten Beeinflussung von Werkstoffen als auch über die Auswahl von Werkstoffen für verschiedene spezielle Anwendungen. Ein Hauptaugenmerk liegt dabei auf Werkstoffen, die in der Elektrotechnik Anwendung finden.

Im Praktikum werden den Studierenden Kenntnisse über die Laborarbeit unter Reinraumbedingungen vermittelt. Die Prozessierung der unterschiedlichen Werkstoffklassen mit Methoden der Halbleitertechnologie ist genauso Gegenstand des Praktikums wie die Kombination der unterschiedlichen Werkstoffe zu einen funktionsfähigen elektronischen Bauelement. Im Rahmen der einzelnen Teilprozesse wird den Studierenden praktisches Grundwissen über eine Reihe für die Elektrotechnik wichtiger Technologien, wie z.B. Vakuumtechnik, Fotolithografie, nass- und trockenchemische Prozesse, Abscheidung von Dünnschichten etc. vermittelt.

Qualifikationsziele

Der Student / die Studentin erwirbt während der Vorlesung Grundwissen der Werkstoffkunde und -technologie, das in allen Ingenieurwissenschaften breite Anwendung findet. Der Student / die Studentin erhält einen Überblick über typische Werkstoffe, die im Bereich der Elektrotechnik Anwendung finden. Der Student / die Studentin ist nach

Abschluss der Lehrveranstaltung in der Lage, Werkstoffe für spezifische Problemstellungen anhand ihrer Eigenschaften auszuwählen.

Im anschließenden Praktikum arbeiten die Studierenden selbst mit verschiedenen Werkstoffen, die in der Elektrotechnik Anwendung finden. Aus halbleitenden, isolierenden und metallischen Werkstoffen erstellen die Studenten eigenhändig ein Halbleiterbauelement und charakterisieren dieses.

Voraussetzungen	<ul style="list-style-type: none">• Der Stoff des Bachelormoduls Physik wird für Vorlesung und Praktikum vorausgesetzt.• Der Stoff des Pflichtmoduls Halbleitertechnologie wird für das Praktikum vorausgesetzt
-----------------	--

Verwendbarkeit	<ul style="list-style-type: none">• Pflichtmodul für die Vertiefungsrichtung ME-EET im Studiengang Mathematical Engineering (M.Sc.)• Wahlpflichtmodul für die Vertiefungsrichtungen ME-Mechatronik, ME-PTM und ME-VSK des Studiengangs Mathematical Engineering (M.Sc.)• Wahlpflichtmodul für alle Vertiefungsrichtungen des Studiengangs Elektrotechnik und Informationstechnik (M.Sc.) <p>Hinweis : Das Modul ist nur dann verwendbar, wenn keine der zugehörigen Lehrveranstaltungen im Rahmen eines anderen Moduls eingebracht wird!</p>
----------------	---

Leistungsnachweis	<ul style="list-style-type: none">• Nach der Vorlesung eine Prüfung, sP-60 (=40%)• Praktikum NoS: Eingangstest (=10%), Versuchsdurchführung (20%), Ausarbeitung (20%), Abschlussprüfung (10%)
-------------------	--

Literatur	<p>Ivers-Tiffée, v. Münch: Werkstoffe der Elektrotechnik, 10. Auflage, Teubner, 2007</p> <p>G. Fasching: Werkstoffe für die Elektrotechnik: Mikrophysik, Struktur, Eigenschaften, 4. Auflage, Springer, Wien, 2004</p>
-----------	--

Dauer und Häufigkeit	<p>Das Modul dauert 2 Semester.</p> <p>Das Modul findet jedes Studienjahr jeweils im Winter- und Frühjahrssemester statt.</p> <p>Als Startzeitpunkt ist das Wintersemester des 1. Studienjahrs vorgesehen.</p>
----------------------	--

Modul 1048 Aerothermodynamik

zugeordnet zu: Wahlpflichtmodule Vertiefungsrichtung: Moderne Verfahren sicherer Kommunikationssysteme

Studiengang:	Mathematical Engineering	Modultyp:	Wahlpflicht
Workload gesamt (h):	150 Stunden	ECTS-Punkte:	5
-> Präsenzzeit (h):	48 Stunden	TWS:	4 Stunden
-> Selbststudium (h):	102 Stunden		

Modulbestandteile 10481 Aerothermodynamik (Vorlesung, Übung (PF) - 4 TWS)

Modulverantwortlicher Prof. Dr.-Ing. Christian Mundt

Inhalt

Die Studierenden erwerben im Modul Aerothermodynamik das Grundwissen zu und das Verständnis der Aerothermodynamik mit den vielfältigen gekoppelten Wechselwirkungen die bei heißen und/oder sehr schnellen Strömungen auftreten.

1. Die Studierenden erhalten eine Einführung in die Bedeutung der Aerothermodynamik bei Problemstellungen aus dem Bereich der Luft- und Raumfahrttechnik. Insbesondere werden Anwendungen zum Atmosphäreneintritt und zu Raketen-/Staustrahlerströmungen vermittelt.
2. Ausgehend von einer Betrachtung von reibungsfreien Über-/Hyperschallströmungen unter Idealgasannahme werden schrittweise zusätzliche Kopplungen wie z.B.

- Reibungseffekte,
- Effekte von einfachen chemischen Reaktionen im Gleichgewicht und Nichtgleichgewicht

eingeführt und um Ansätze zur Beschreibung von Hochtemperaturgaseigenschaften erweitert.

3. Das erworbene Wissen wird durch die Anwendung auf insbesondere Erdwiedereintritt sowie Reichweitenflug von Flugkörpern erweitert.

Qualifikationsziele

- 1) Die Studierenden können die Bedeutung der Aerothermodynamik bei technischen Problemstellungen hinsichtlich Machbarkeit, Technologie und zukünftigen Trends einordnen.
- 2) Die Studierenden können für einfache Fälle mechanische und thermische Lasten abschätzen.
- 3) Die Studierenden erwerben die Fähigkeit, für die jeweiligen Anwendungen sinnvolle Konfigurationen vorschlagen zu können.
- 4) Die Studenten bekommen Einblick in einige Phänomene, die nicht direkt LRT zuzuordnen sind.

Universität der Bundeswehr München

Voraussetzungen	Der Besuch der Vorlesung Aerodynamik und/oder Gasdynamik wird empfohlen.
Verwendbarkeit	Voraussetzung für wissenschaftliche Grundlagenuntersuchungen und angewandte Forschung und Entwicklung auf dem Gebiet insbesondere von Wiedereintrittsfluggeräten.
Leistungsnachweis	Schriftliche Prüfung 75 Minuten oder mündliche Prüfung 30 Minuten
Sonstige Bemerkungen	Zuordnung zu den Studienschwerpunkten siehe Tabelle am Anfang des Dokumentes.
Dauer und Häufigkeit	Das Modul dauert ein Trimester, es findet im Wintertrimester des 2. Master-Studienjahres statt.

Modul 1290 Antennentechnik und EMV in der Kommunikationstechnik

zugeordnet zu: Wahlpflichtmodule Vertiefungsrichtung: Moderne Verfahren sicherer Kommunikationssysteme

Studiengang:	Mathematical Engineering	Modultyp:	Wahlpflicht
Workload gesamt (h):	150 Stunden	ECTS-Punkte:	5
-> Präsenzzeit (h):	60 Stunden	TWS:	5 Stunden
-> Selbststudium (h):	90 Stunden		

Modulbestandteile	12901	Antennentechnik (Vorlesung (WP) - 2 TWS)
	12902	Antennentechnik (Übung (WP) - 1 TWS)
	12903	EMV in der Kommunikationstechnik (Vorlesung (WP) - 2 TWS)

Modulverantwortlicher Prof. Dr.-Ing. habil. Stefan Lindenmeier

Inhalt Lehrveranstaltung a): **Antennentechnik (Prof. Hopf)**

Passive Antennen

- Antenne als Wellentypwandler zwischen Freiraumwelle und leitungsgeführter Welle,
- Dimensionierungsaspekte für elektrisch kurze Antennen im Sendefall über eine Leistungsbetrachtung,
- Rauschtemperatur des Außenraumes und fiktive Temperatur des Strahlungswiderstands,
- Rauschkenngößen von Verstärkern und Empfängern,
- Dimensionierungsaspekte für elektrisch kurze Antennen im Empfangsfall über eine Betrachtung des Signal-Rauschabstands,
- Prinzipien zur Erzeugung von Richtwirkung,
- Beispiele von Richtantennen für technisch eingesetzte Funkdienste,
- Überblick über Antennenberechnungsverfahren.

Aktive Antennen

- Definition der aktiven Antenne,
- Anwendbarkeit und Vorteile dieses Prinzips, erläutert an Beispielen technisch eingesetzter aktiver Antennen,
- Anforderungen an die Verstärker, Besonderheiten der Schaltungstechnik,
- Dimensionierungsaspekte des Verstärkers unter Berücksichtigung von Rauschen und nichtlinearen Verzerrungen für aktive Antennen bei Frequenzen mit hohem Außenrauschen (kHz- und MHz-Bereich), insbesondere rauscharme Gegenkopplungstechniken,
- Dimensionierungsaspekte unter Berücksichtigung von Rauschen und nichtlinearen Verzerrungen für aktive Antennen bei Frequenzen mit geringem Außenrauschen (GHz-Bereich), insbesondere "Figure of merit" bzw. G/T.

Besonderheiten von Antennen für mobilen Einsatz

- Problematik des Mehrwegeempfangs,
- Zwang zur Miniaturisierung,

- Anwendung statistischer Messverfahren zur Qualitätsermittlung.

Lehrveranstaltung b): **EMV in der Kommunikationstechnik (Prof. Reiter)**

- Kopplungsmechanismen bei ortsunabhängigen Strömen und Spannungen (Induktive, kapazitive und gemischt induktive u. kap. Kopplung, Impedanzkopplung),
- Leitungskopplung bei hochfrequenten Signalen (TEM-Wellen, Leitungstransformation, Skineffekt, Verkopplung von Leitungswellen, Leitungsbauformen, Schlitzleitungen, Drahtwellenleiter, Mantelwellen),
- Strahlungsgekoppelte Störeinkopplungen (Von der Leitungswelle zur Freiraumwelle, Feld-komponenten des Hertz'schen Dipols, Kenngrößen von Antennen, effektive Höhe und Absorptionsfläche im Empfangsfall, Kreisrahmenantenne, Breitbandantennen für die EMV-Messtechnik, Schnüffelsonden, Freifeldantennenmessungen, Numerische Berechnung elektromagnetischer Felder),
- Elektromagnetische Strahlenexposition (Grenzwerte, Messergebnisse zur elektromagnetischen Strahlungsbelastung),
- HF-Messgeräte für die EMV (HF-Störmessgeräte, bewertete Messungen, Suszeptibilitätsmessungen),
- Maßnahmen zur Sicherstellung der EMV (Schirmungsmaßnahmen, Verringerung von Verkopplungen).

Qualifikationsziele

Lehrveranstaltung a):

- Detaillierte Kenntnisse zu passiven Antennen und deren Dimensionierung,
- Detaillierte Kenntnisse zu aktiven Antennen und deren Dimensionierung,
- Grundkenntnisse zu Rauschvorgängen und zur Bedeutung des Außenrauschens,
- Grundkenntnisse über hochlineare rauscharme Verstärkerkonzepte,
- Grundkenntnisse zur speziellen Problematik von Mobilfunkkommunikation.

Lehrveranstaltung b):

- Detaillierte Kenntnisse zu Kopplungsmechanismen bei ortsunabhängigen Spannungen und Strömen,
- Detaillierte Kenntnisse zur Leitungs- und Strahlungskopplung,
- Grundkenntnisse zur Strahlungsexposition,
- Detaillierte Kenntnisse zu HF-Messgeräten für die EMV,
- Detaillierte Kenntnisse zu Maßnahmen zur Sicherstellung der EMV.

Voraussetzungen

Kenntnisse in Hochfrequenztechnik und Theoretischer Elektrotechnik, wie sie z.B. in den Modulen "Hochfrequenztechnik I und II" sowie "Theoretische Elektrotechnik I und II" aus den jeweiligen B.Sc.-Studiengängen vermittelt werden.

Verwendbarkeit

Wahlpflichtmodul aller Vertiefungsrichtungen des M.Sc.-Studiengangs

"Elektrotechnik und Informationstechnik" sowie des M.Sc.-Studiengangs
"Mathematical Engineering"

Leistungsnachweis

Schriftliche Prüfung von 90 Minuten Dauer (sP-90) oder mündliche Prüfung von 30 min Dauer (mP-30) mit gleichen Anteilen für Lehrveranstaltung a) und b). Die genaue Art der Prüfung wird zu Beginn des Moduls bekannt gegeben.

Literatur

Lehrveranstaltung a):

- K. Fujimoto, J.R. James: "Mobile Antenna Systems Handbook - Chapter 5"; Artech House, 1994,
- Meinke, Gundlach: "Taschenbuch der Hochfrequenztechnik - Kap. N"; Springer Verlag, Berlin, 1986.

Lehrveranstaltung b):

- E. Habiger: "Elektromagnetische Verträglichkeit", Hüthig Verlag, Heidelberg, 1998,
- A. Weber: "EMV in der Praxis", Hüthig Verlag, Heidelberg; 1996.

Dauer und Häufigkeit

Das Modul dauert 1 Trimester.
Das Modul beginnt jedes Studienjahr jeweils im Herbsttrimester.

Modul 1049 Antriebskomponenten

zugeordnet zu: Wahlpflichtmodule Vertiefungsrichtung: Moderne Verfahren sicherer Kommunikationssysteme

Studiengang:	Mathematical Engineering	Modultyp:	Wahlpflicht
Workload gesamt (h):	150 Stunden	ECTS-Punkte:	5
-> Präsenzzeit (h):	48 Stunden	TWS:	4 Stunden
-> Selbststudium (h):	102 Stunden		

Modulbestandteile	10491	Antriebskomponenten (Vorlesung (PF) - 2 TWS)
	10492	Antriebskomponenten (Übung (PF) - 2 TWS)

Modulverantwortlicher Prof. Dr.-Ing. Reinhard Niehuis

Inhalt

Die Studierenden erwerben im Modul Antriebskomponenten ein vertieftes Grundlagenwissen über Turbomaschinen für den Einsatz in Luftfahrzeugen und anderen Bereichen wie z.B. der Energietechnik:

- Die Studierenden erhalten eine Einführung in die verschiedenen Arten und Typen von Turbomaschinen sowie deren Anwendungsgebiete.
- Ausgehend von der zweidimensionalen, inkompressiblen und reibungsfreien Gitterströmung und der Beschreibung der Profil- und Gittergeometrie werden Methoden zur Gitterauslegung vermittelt. Darauf aufbauend wird die Betrachtung der reibungsbehafteten Gitterströmung, der transsonischen Gitterströmung sowie das Zusammenwirken von Gittern und Stufen und die dadurch verursachten Strömungsverluste behandelt.
- Darauf aufbauend wird auf die dreidimensionale Strömung in Turbomaschinen eingegangen. Ausgehend vom charakteristischen Strömungsbild werden Sekundärströmungsphänomene sowie die dreidimensionalen Schaufelgitterinteraktionen umfassend behandelt.
- Die Studierenden werden mit der Auslegungsmethodik für Turbomaschinen vertraut gemacht, und es werden einfache Verfahren für den ersten Entwurf von Turbomaschinen vorgestellt. Darüber hinaus werden einige Auslegungsaspekte im Zusammenhang mit den speziellen strömungstechnischen Anforderungen erläutert und auf die besonderen Festigkeitsfragen für Bauteile in Turbomaschinen eingegangen.
- Das Modul schließt mit einer ausführlichen Darstellung der Betriebsbereiche und des Betriebsverhaltens abseits vom Auslegungspunkt, insbesondere bei Verdichtern und dessen Darstellung in Kennfeldern. Nach der Diskussion verschiedener grundsätzlicher Anlagencharakteristiken wird detailliert auf das Zusammenwirken von Turbomaschinen und Anlagen, die Regelung von Turbomaschinen sowie möglicher Betriebseinflüsse eingegangen.

Qualifikationsziele	<ul style="list-style-type: none">• Die Studierenden sollen ein vertieftes Verständnis der komplizierten Strömungsvorgänge in Turbomaschinen erwerben und die vielfältigen Auslegungsaspekte kennen lernen.• Die Studierenden erwerben die Fähigkeit, mithilfe des vermittelten Grundwissens verschiedene Bauweisen von Turbomaschinen und deren unterschiedlicher Anwendungsbereiche richtig einzuordnen und zu bewerten. Sie werden in die Lage versetzt, einfache Entwürfe und Vorprojektierungen selbst vorzunehmen.• Die Studierenden erhalten einen Überblick über Turbokomponenten in Flugtriebwerken, aber auch Turbokomponenten für andere Anwendungsbereiche wie zum Beispiel die Energietechnik oder die Verfahrenstechnik.• Die Studierenden sind in der Lage, das Betriebsverhalten von Turbokomponenten sowie deren Zusammenwirken mit anderen Komponenten bzw. Anlagen zu verstehen. Sie lernen dabei auch verschiedene Möglichkeiten zur Regelung von Turbomaschinen und die Auswirkungen von Betriebseinflüssen kennen.
Voraussetzungen	Vorausgesetzt werden Kenntnisse aus den Modulen "Strömungsmechanik", "Gasdynamik", "Thermodynamik" und "Antriebssysteme".
Verwendbarkeit	Voraussetzung für Auswahl und Projektierung von Antriebskomponenten für unterschiedliche Anwendungsbereiche, für wissenschaftliche Grundlagenuntersuchungen und angewandte Forschung und Entwicklung auf dem Gebiet der Flugantriebe und Turbomaschinen.
Leistungsnachweis	Schriftliche Prüfung 90 Minuten
Sonstige Bemerkungen	Zuordnung zu den Studienschwerpunkten siehe Tabelle am Anfang des Dokumentes.
Literatur	<ul style="list-style-type: none">• Cumpsty N.A.: Compressor Aerodynamics. Krieger Publishing Company, 2004 (engl.).• Fister W.: Fluidenergiemaschinen, Band 1 und 2. Berlin: Verlag Springer, 1984, 1986.• Scholz N.: Aerodynamik der Schaufelgitter. Karlsruhe: Verlag G. Braun, 1965.• Traupel W.: Thermische Turbomaschinen, Band 1 und 2. Berlin: Verlag Springer, 1977, 1982.
Dauer und Häufigkeit	Das Modul dauert 1 Trimester, es findet im Herbsttrimester des 1. Master- Studienjahres statt.

Modul 1179 Apparatives Praktikum Autonome Systeme

zugeordnet zu: Wahlpflichtmodule Vertiefungsrichtung: Moderne Verfahren sicherer Kommunikationssysteme

Studiengang:	Mathematical Engineering	Modultyp:	Wahlpflicht
Workload gesamt (h):	150 Stunden	ECTS-Punkte:	5
-> Präsenzzeit (h):	60 Stunden	TWS:	5 Stunden
-> Selbststudium (h):	90 Stunden		

Modulbestandteile	11791	Apparatives Praktikum: Autonome Systeme (Praktikum (PF) - 5 TWS)
-------------------	-------	---

Modulverantwortlicher	Prof. Dr.-Ing. Hans-Joachim Wünsche
-----------------------	-------------------------------------

Inhalt

Die Studierenden realisieren im Modul Praktikum Autonome Systeme einen kompletten, geschlossenen Regelkreis durch die visuelle Wahrnehmung der Umgebung und die Ableitung von Stellgrößen für Geschwindigkeit und Lenkung eines 1:5 Modellfahrzeuges, welche durch einen P, PI- oder PID-Regler umgesetzt werden sollen. Am Ende des Praktikums soll das Modellfahrzeug in der Lage sein, eine bestimmte Aufgabe vollautonom zu lösen. Ein Beispiel für eine solche Aufgabe wäre das Abfahren einer gut markierten Spur.

Das Praktikum ist als Gruppen-Projektarbeit über sechs Termine ausgelegt. Die gestellte Autonomieaufgabe soll mittels des am Institut verwendeten 4D-Ansatz gelöst werden. Dieser besteht im wesentlichen aus einer rekursiven Schätzung von Zustandsparametern durch ein sequentielles, erweitertes Kalman Filter (EKF), welcher auch verwendet wird, die erwarteten Messungen zu präzisieren. Daraus ergibt sich ein sequentieller Programmablauf aus Messung, Filterinnovation, Zustandsprädiktion und Fahrzeugregelung.

Im Folgenden werden nun die einzelnen Inhalte der sechs Termine erläutert:

Termin 1: Kennenlernen des Software-Rahmens (API), Homogene Koordinaten

Der Software-Rahmen ist eng gesteckt, um in der kurzen Zeit überhaupt ein komplettes Projekt abschließen zu können. Die Studenten haben die Aufgabe, nur die wesentlichen Teile des Filter-Prozesses auszufüllen. Ziel des ersten Termins ist es, den Programmablauf des Projektes zu verstehen, ohne dass eine konkrete Implementierung der Einzelaufgaben vorliegt. Zusätzlich werden durch homogene Koordinaten die Abbildungs-Geometrien der Kamera erläutert und erste Schritte in der C++-Programmierung unternommen.

Termin 2: Aufsetzen von Messfenstern

Als erster Schritt in der Bildverarbeitung werden Bildkanten-Messfenster auf einem synthetisch generierten Bildstrom aufgesetzt, z.B. das

Abfahren einer gekrümmten Fahrspur, erzeugt durch 3D-Computergrafik. Die dabei auftretenden Probleme, ein stabiles Tracking durchzuführen, sollen den Studenten bewusst werden. Ein Problem dabei besteht im sogenannten "Korrespondenzproblem", nämlich der Zuordnung gleicher Bildmerkmale unterschiedlicher Kamerabilder (räumlich oder zeitlich getrennt). Es gilt als eines der Hauptprobleme in der Bildverarbeitung.

Termin 3: Implementieren des 4D-Ansatzes

Termin 3 zeigt die Notwendigkeit von Modellannahmen zur Handhabung von Problemen wie dem Korrespondenzproblem. Hierzu wird der 4D-Ansatz verwendet. Beim Beispiel des Spurhaltens wird ein geometrisches Modell der Fahrspur verwendet (Klothoidenmodell), um geeignete Messmodelle von Bildkoordinaten zu Zustandsparametern (z.B. Fahrzeugablage) aufzustellen. Für die Prädiktion wird ein dynamisches Modell der Eigenbewegung verwendet, z.B. das Fahrzeug-Einspurmodell. Damit kann nun ein EKF formuliert werden, welcher eine Schätzung des augenblicklichen Zustandes liefert, sowie eine Prädiktion, um im darauf folgenden Bild die Messungen geeignet parametrieren zu können.

Termin 4: Auslegen eines P/PI/PID-Reglers

Ausgehend vom geschätzten Zustand des EKF, sollen die Studenten in diesem Termin Regler für die Fahrzeugführung entwerfen. Die Art des Reglers liegt im Ermessen der Studenten. Hauptsächlich soll die Querführung geregelt werden. Zu lösende Probleme sind: Fahrzeugidentifizierung als Regelstrecke, Einfluss von Abtastzeiten, Einfluss von unterschiedlichen Geschwindigkeiten und Ermittlung von Reglerparametern anhand von bekannten Verfahren.

Termin 5: Systemintegration

Dieser Termin hat die Herausforderung, alle Teilaufgaben zu einem funktionierenden Paket zusammenzuführen und zu optimieren.

Termin 6: Wettkampf

Im letzten Termin soll ein kleiner Wettkampf stattfinden. Das Abschneiden in diesem Wettkampf zählt dabei weniger zur Benotung als die gesamte Vorgehensweise während des Praktikums.

Zum Abschluss des Praktikums wird eine Ausarbeitung im Umfang von etwa 10 Seiten gefordert, in welcher die Studierenden ihre Vorgehensweise kurz beschreiben (ca. 2 Seiten/Termin).

Qualifikationsziele

Die Studenten haben

- einen geschlossenen Regelkreis implementiert,
- das Korrespondenzproblem in der Bildverarbeitung erkannt,
- Erfahrung bei der Anwendung eines Kalman Filters gesammelt,
- Erfahrung bei der Auslegung von Regelparametern gesammelt
- Erfahrung in der C++-Programmierung gesammelt,
- eine geschlossene Projektarbeit durchgeführt, in der Einzelaufgaben erfolgreich zusammenspielen.

Voraussetzungen	Notwendig sind gute Kenntnisse in Digitaler Regelungstechnik und Modernen Methoden der Regelungstechnik (vor allem Zustandsraumdarstellung und Zustandsregler). Vorausgesetzt werden ferner Kenntnisse, wie sie in den Modulen "Autonome Systeme" und "Filter- und Schätzverfahren" vermittelt werden.
Verwendbarkeit	Autonome, kognitive Systeme werden zukünftig immer stärker in unser Leben vordringen. Fahr- und Flugzeuge werden nicht nur im militärischen Bereich um Assistenzsysteme erweitert, die einen zunehmend autonomen Betrieb ermöglichen. Roboter, die ihre Umgebung wahrnehmen und sich in ihr situationsgerecht verhalten, werden nicht nur Soldaten zur Hand gehen, sondern auch in Fabriken sowie im häuslichen Umfeld schwere, monotone, gefährliche oder ermüdende Aufgaben übernehmen.
Leistungsnachweis	Benoteter Schein
Dauer und Häufigkeit	Das Modul dauert 1 Trimester, es findet im Wintertrimester des 2. Master-Studienjahres statt.

Modul 1180 Apparatives Praktikum Flugführungssysteme

zugeordnet zu: Wahlpflichtmodule Vertiefungsrichtung: Moderne Verfahren sicherer Kommunikationssysteme

Studiengang:	Mathematical Engineering	Modultyp:	Wahlpflicht
Workload gesamt (h):	150 Stunden	ECTS-Punkte:	5
-> Präsenzzeit (h):	48 Stunden	TWS:	4 Stunden
-> Selbststudium (h):	102 Stunden		

Modulbestandteile	11801	Apparatives Praktikum: Flugführungssysteme (Praktikum (PF) - 4 TWS)
-------------------	-------	--

Modulverantwortlicher	Prof. Dr.-Ing. Axel Schulte
-----------------------	-----------------------------

Inhalt

Die Studierenden erwerben im apparativen Praktikum „Flugführungssysteme“ praktische Kenntnisse und Fertigkeiten im Hinblick auf Auslegung, Beurteilung, Integration, Betrieb und Bedienung von Flugführungssystemen. Hierzu zählen im Einzelnen die folgenden Inhalte:

- Die Studierenden werden mit klassischen Flugführungssystemen im Flugsimulator vertraut gemacht. Hierzu zählen v.a. Anzeigeelemente wie die primäre Flugführungsanzeige und das Navigationsdisplay einschließlich HSI („Horizontal Situation Indicator“), konventionelle Bedienelemente einschließlich FCU („Flight Control Unit“), Autopilotenfunktionen und Einrichtungen zur Funknavigation.
- Die Studierenden lernen in Grundzügen die Durchführung eines Fluges gemäß IFR („Instrument Flight Rules“) unter Einsatz von klassischen Funknavigationshilfen (z.B. VOR, ILS). Dazu führen die Studierenden unter Anleitung selbstständig eine entsprechende Flugplanung durch und erfliegen dann diese Mission im Flugsimulator.
- Die Studierenden lernen Techniken zur Beurteilung von Systemen zur Cockpitautomation in der Praxis kennen und wenden diese im Rahmen von Flügen im Flugsimulator an. Hierzu zählen z.B. die Bestimmung der Beanspruchung des Piloten mittels Verfahren wie NASA-TLX („Task Load Index“) oder auch die Messung der Blickbewegungen des Piloten.
- Die Studierenden lernen moderne Konzepte zur Pilotenunterstützung in der praktischen Anwendung kennen. Hierzu zählen moderne Flugführungsanzeigen, wie 3D-Flugführungsanzeigen, Kartendisplays, wissensbasierte Assistenzsysteme, Spracherkennung, automatische Flugplanung.

Qualifikationsziele

- Die Studierenden verstehen die Anforderungen an Piloten am Arbeitsplatz Cockpit in Grundzügen.
- Die Studierenden verstehen die Bedienung wesentlicher Flugführungssysteme, wie primäre Flugsteuerung, Autopilot, Funknavigationsempfänger in Grundzügen.

- Die Studierenden erfahren in der Praxis mögliche Ursachen für erhöhte Beanspruchung des Piloten im Cockpit und können diese erklären und quantitativ im Simulator erfassen.
- Die Studierenden kennen exemplarisch Techniken zur Beurteilung von Mensch-Maschine-Schnittstellen im Cockpit, wie z.B. Beanspruchungsmessung, Blickbewegungsmessung.
- Die Studierenden kennen die Grundzüge von experimentellen Methoden im Zusammenhang mit Mensch-Maschine-Systemen.
- Die Studierenden sind sensibilisiert für Forschungsansätze bei der Gestaltung von Operateurarbeitsplätzen in der Luftfahrt.

Voraussetzungen

Kenntnisse in Flugführung und Navigation, Grundkenntnisse in Flugzeugautomation

Leistungsnachweis

Benoteter Schein

Dauer und Häufigkeit

Das Modul dauert ein Trimester, es findet im Wintertrimester des 2. Master-Studienjahres statt.

Modul 1181 Apparatives Praktikum Fluidodynamik

zugeordnet zu: Wahlpflichtmodule Vertiefungsrichtung: Moderne Verfahren sicherer Kommunikationssysteme

Studiengang:	Mathematical Engineering	Modultyp:	Wahlpflicht
Workload gesamt (h):	150 Stunden	ECTS-Punkte:	5
-> Präsenzzeit (h):	60 Stunden	TWS:	5 Stunden
-> Selbststudium (h):	90 Stunden		

Modulbestandteile 11811 Apparatives Praktikum: Fluidodynamik (Praktikum (PF) - 5 TWS)

Modulverantwortlicher Prof. Dr. rer. nat. habil. Christian Kähler

Inhalt Das Modul "Apparatives Praktikum Fluidodynamik" macht den Teilnehmern eine Reihe von Phänomenen der Strömungsmechanik erlebbar und die Anwendung typischer Messverfahren erfahrbar. Insgesamt etwa 8 Versuche aus der klassischen Windkanalmesstechnik sowie der berührungsfreien Laser-Messmethoden werden in kleinen Gruppen durchgeführt (die Liste kann durch neuere Entwicklungen variieren).

Die Themen lauten im Einzelnen:

- Windkanäle und Kanalqualifizierung
- Hitzdrahtmessung
- Zylinderumströmung
- Auftriebs- und Widerstandsbestimmung an einem Profil
- Versuche am Deltaflügel
- Schatten- und Schlierenmeßtechnik
- Particle Image Velocimetry
- Infrarotthermografie

- Qualifikationsziele
- Die Studierenden sind mit dem Aufbau und der Funktionsweise strömungs- und aerodynamischer Versuchsanlagen vertraut.
 - Die Studierenden kennen die Funktionsweise einfacher Messverfahren der Fluidodynamik und sind vertraut mit der Arbeitsweise zur Untersuchung strömungsmechanischer Phänomene.
 - Die Studierenden wissen die Grenzen der Messtechniken zu beurteilen sowie Messfehler und Einflussgrößen zu berücksichtigen.
 - Die Studierenden kennen repräsentative Techniken der Datenerfassung, der Dokumentation, der Datenreduktion sowie der graphischen Präsentation, wie sie wesentliche Teile der Labortätigkeit sind.
 - Die Studierenden erhalten eine anschauliche Vorstellung von vielen strömungsmechanischen Phänomenen (Transition, Ablösung, Grenzschichten) und erlernen, den Gültigkeitsbereich der Theorien aus der Strömungsmechanik zu erfassen.

Voraussetzungen

Grundkenntnisse aus Physik und Messtechnik sowie die Vorlesung "Strömungsmechanik".

Verwendbarkeit

Das Praktikum rundet die vorangegangene strömungsmechanische Ausbildung insofern ab, als es die Brücke zur praktischen Anwendung der gelernten Theorien schlägt. Die Studierenden können dann diesen Brückenschlag in anderen Situationen oder in anderen Fächern selbst besser bewerkstelligen, da sie anhand von Beispielen den Zusammenhang von Theorie und Experiment erfahren.

Leistungsnachweis

Benoteter Schein

Literatur

- Eckelmann H.: Einführung in die Strömungsmesstechnik. Teubner, 1997.
- Tropea C.; Yarin, A.L.; Foss, J.F.: Springer Handbook of Experimental Fluid Mechanics. Springer Verlag, 2007.

Dauer und Häufigkeit

Das Modul dauert 1 Trimester, es findet im Wintertrimester des 2. Master-Studienjahres statt.

Modul 1182 Apparatives Praktikum Leichtbau

zugeordnet zu: Wahlpflichtmodule Vertiefungsrichtung: Moderne Verfahren sicherer Kommunikationssysteme

Studiengang:	Mathematical Engineering	Modultyp:	Wahlpflicht
Workload gesamt (h):	150 Stunden	ECTS-Punkte:	5
-> Präsenzzeit (h):	60 Stunden	TWS:	5 Stunden
-> Selbststudium (h):	90 Stunden		

Modulbestandteile 11821 Apparatives Praktikum: Leichtbau (Praktikum (PF) - 5 TWS)

Modulverantwortlicher Prof. Dr.-Ing. Helmut Rapp

Inhalt

Die Studierenden erwerben im apparativen Praktikum „Leichtbau“ praktische Kenntnisse und Fertigkeiten im Hinblick auf den Aufbau und die Durchführung von Strukturversuchen. Hierzu zählen im Einzelnen die folgenden Inhalte:

- Die Studierenden werden mit klassischen Messtechniken bei Strukturversuchen vertraut gemacht, dazu gehören insbesondere die Verwendung von Kraft- und Wegsensoren sowie der Einsatz von Dehnungsmessstreifen.
- Innerhalb der Strukturversuche werden ausgewählte Inhalte aus den Modulen „Leichtbaustrukturen“ und „Strukturmechanik“ experimentell vertieft, dies betrifft insbesondere die Bereiche „Stabilität von Tragwerken“, „Krafteinleitung in dünnwandige Strukturen“ und „Modalanalyse“.
- Die Studierenden lernen klassische und moderne Einrichtungen zur Experimentellen Strukturmechanik kennen. Durch den Vergleich von Theorie und Experiment lernen sie, den Anwendungsbereich der theoretischen Verfahren und die zu erwartenden Ergebnisse besser zu beurteilen.

Qualifikationsziele

- Die Studierenden können Strukturversuche selbstständig definieren, aufbauen und durchführen.
- Die Studierenden verstehen die Anwendung und die Bedienung der wesentlichen im Strukturversuch eingesetzten Messverfahren bzw. Messgeräte.
- Die Studierenden lernen mögliche Fehlerquellen im Strukturversuch kennen und können den Einfluss dieser Fehler auf das erwartete Ergebnis abschätzen.
- Die Studierenden sind sensibilisiert gegenüber Ergebnissen aus theoretischen und experimentellen Untersuchungen und wissen, mit eventuellen Diskrepanzen zwischen Theorie und Experiment umzugehen bzw. sie zu interpretieren.

Voraussetzungen

Kenntnisse, wie sie in den Modulen „Leichtbau“, „Leichtbaustrukturen“ und „Strukturdynamik“ (Berechnung dünnwandiger Strukturen, Krafteinleitung in und Stabilität von Leichtbaustrukturen, Modalanalyse) vermittelt werden.

Leistungsnachweis

Benoteter Schein

Dauer und Häufigkeit

Das Modul dauert ein Trimester, es findet im Wintertrimester des 2. Master-Studienjahres statt.

Modul 1184 Apparatives Praktikum Raumfahrttechnik

zugeordnet zu: Wahlpflichtmodule Vertiefungsrichtung: Moderne Verfahren sicherer Kommunikationssysteme

Studiengang:	Mathematical Engineering	Modultyp:	Pflicht
Workload gesamt (h):	150 Stunden	ECTS-Punkte:	5
-> Präsenzzeit (h):	60 Stunden	TWS:	5 Stunden
-> Selbststudium (h):	90 Stunden		

Modulbestandteile	11841	Apparatives Praktikum: Raumfahrttechnik (Praktikum (PF) - 5 TWS)
-------------------	-------	---

Modulverantwortlicher	Prof. Dr.-Ing. Roger Förstner
-----------------------	-------------------------------

Inhalt

Die Studierenden erwerben im apparativen Praktikum „Raumfahrttechnik“ praktische Kenntnisse und Fertigkeiten zur Lageregelung von Raketen, Telekommunikation, Erzeugung von elektrischer Energie in Satelliten, Planung von Satellitenmissionen, Analyse von Strahlungsbelastungen und Untersuchung von Strukturschwingungen. Hierzu zählen im Einzelnen die folgenden Inhalte:

- Lageregelung einer starren Rakete anhand eines Simulationsprogramms (MATLAB/SIMULINK). Es werden dazu Stabilitätsuntersuchungen durchgeführt sowie der Einfluss der Aufschaltwerte des Reglers und die Wirkung von Seitenwinden auf die Bewegung der Rakete studiert.
- Strahlungsanalyse und Thermalhaushalt von Satelliten. Dazu gehören Grundlagen der Vakuumtechnik.
- Missionsanalyse und Energieversorgung mittels Solarzellen für Satelliten.
- Untersuchung von Strukturschwingungen durch Vibrationstests mit sinusförmiger und rauschförmiger Anregung (Random).

- Qualifikationsziele**
- Die Studierenden können Versuche zur Lageregelung, Energieversorgung, Missionsplanung, Strahlungsanalyse, zu Strukturschwingungen und zum Thermalhaushalt selbstständig definieren, aufbauen und durchführen.
 - Die Studierenden verstehen die Anwendung und die Bedienung der unterschiedlichen in den Versuchen eingesetzten Messverfahren bzw. Messgeräte.
 - Die Studierenden lernen mögliche Fehlerquellen in den Versuchen kennen und können den Einfluss dieser Fehler auf das erwartete Ergebnis abschätzen.
 - Die Studierenden sind sensibilisiert gegenüber Ergebnissen aus theoretischen und experimentellen Untersuchungen und wissen, mit eventuellen Differenzen umzugehen bzw. sie zu interpretieren.

Voraussetzungen	Grundlegende physikalische Kenntnisse auf dem Gebiet der Mechanik, der Thermodynamik und Elektrizitätslehre sowie in der Raumfahrtssystemtechnik.
Verwendbarkeit	Besseres Verständnis der vermittelten Studieninhalte und gleichzeitig praktische Vertiefung der erworbenen theoretischen Erkenntnisse.
Leistungsnachweis	Benoteter Schein
Dauer und Häufigkeit	Das Modul dauert ein Trimester, es findet im Wintertrimester des 2. Master-Studienjahres statt.

Modul 1185 Apparatives Praktikum Regelungstechnik

zugeordnet zu: Wahlpflichtmodule Vertiefungsrichtung: Moderne Verfahren sicherer Kommunikationssysteme

Studiengang:	Mathematical Engineering	Modultyp:	Pflicht
Workload gesamt (h):	150 Stunden	ECTS-Punkte:	5
-> Präsenzzeit (h):	48 Stunden	TWS:	4 Stunden
-> Selbststudium (h):	102 Stunden		

Modulbestandteile	11851	Apparatives Praktikum: Regelungstechnik (Praktikum (PF) - 4 TWS)
-------------------	-------	---

Modulverantwortlicher	Prof. Dr.-Ing. habil. Ferdinand Svaricek
-----------------------	--

Inhalt

Die Studierenden erwerben im apparativen Praktikum "Regelungstechnik" praktische Kenntnisse und Fertigkeiten im Hinblick auf Modellierung, Analyse, Auslegung, Realisierung und Betrieb von technischen Regelungssystemen. Hierzu zählen im Einzelnen die folgenden Inhalte:

- Die Studierenden lösen selbstständig vorgegebene Regelungsaufgaben und erproben und bewerten die entworfenen Regler in der Simulation und an den Versuchsanlagen.
- Innerhalb der Versuche werden ausgewählte Inhalte aus den Modulen "Regelungstechnik" und "Moderne Methoden der Regelungstechnik" experimentell vertieft. Dies betrifft insbesondere die Bereiche "Modellbildung", "Systemanalyse", "Reglerentwurf" und die "Reglererprobung".
- Die Studierenden lernen moderne Verfahren zur Identifikation des dynamischen Verhaltens von technischen Systemen und zum rechnergestützten Entwurf von linearen und nichtlinearen Reglern kennen.
- Durch den Vergleich von Theorie, Simulation und Experiment lernen sie, den Anwendungsbereich der verschiedenen Verfahren und die zu erwartenden Ergebnisse besser einzuschätzen.

- Qualifikationsziele**
- Die Studierenden können gegebene Regelungsaufgaben mit Hilfe von Matlab/Simulink und den entsprechenden Toolboxen lösen und die gefundenen Regelgesetze experimentell validieren.
 - Die Studierenden verstehen die Methode des modellbasierten Reglerentwurfs und sind in der Lage die einzelnen notwendigen Teilaufgaben (experimentelle/theoretische Modellbildung, Systemanalyse, Reglerentwurf, Reglererprobung) selbstständig durchzuführen.
 - Die Studierenden lernen den Einfluß von Faktoren wie nichtlineares Verhalten der Regelstrecke, Stellgrößenbeschränkungen, Meßfehler und Totzeiten in den Versuchen kennen und können den Einfluß dieser Effekte auf das zu erwartende Ergebnis abschätzen.

- Die Studierenden sind sensibilisiert gegenüber Ergebnissen aus theoretischen und experimentellen Untersuchungen und wissen, mit eventuellen Differenzen umzugehen bzw. sie zu interpretieren.

Voraussetzungen

Vorausgesetzt werden Kenntnisse, wie sie in den Modulen "Regelungstechnik" und "Moderne Methoden der Regelungstechnik" vermittelt werden.

Verwendbarkeit

Besseres Verständnis der vermittelten Studieninhalte und gleichzeitig praktische Vertiefung der erworbenen theoretischen Erkenntnisse.

Leistungsnachweis

Benoteter Schein

Dauer und Häufigkeit

Das Modul dauert ein Trimester, es findet im Wintertrimester des 2. Master-Studienjahres statt.

Modul 1186 Apparatives Praktikum Satellitennavigation, Erdbeobachtung

zugeordnet zu: Wahlpflichtmodule Vertiefungsrichtung: Moderne Verfahren sicherer Kommunikationssysteme

Studiengang:	Mathematical Engineering	Modultyp:	Pflicht
Workload gesamt (h):	150 Stunden	ECTS-Punkte:	5
-> Präsenzzeit (h):	48 Stunden	TWS:	4 Stunden
-> Selbststudium (h):	102 Stunden		

Modulbestandteile	11861	Erdbeobachtung (Praktikum (PF) - 2 TWS)
	11862	Satellitennavigation (Praktikum (PF) - 2 TWS)

Modulverantwortlicher Prof. Dr.-Ing. Bernd Eissfeller

- Inhalt** SATELLITENNAVIGATION (Positionsbestimmung mit GNSS und INS)
- **Standard-Positionierung:** Die Studierenden führen in Versuchen Einzelstationspositionierungen mit Pseudo-Streckenmessungen zu GPS und/oder GALILEO Satelliten (je nach Verfügbarkeit) durch. Die Vorbereitung und Durchführung dieser experimentellen GNSS Messungen erfolgt auf dem Gelände der UniBwM. Die Studierenden führen eine selbständige Auswertung des Datenmaterials durch.
 - **Differentielle GNSS-Positionierung:** Mit dem Ziel einer auf den Zentimeter genauen Positionsbestimmung planen die Studierenden einen geeigneten Messaufbau, führen die zugehörigen differentiellen Messungen unter Nutzung mindestens einer Referenzstation durch und werten ihre Messdaten mit einer geeigneten (zur Verfügung gestellten) wissenschaftlichen Auswertesoftware aus. Die Planung schließt eine Erfassung möglicher Sichthindernisse ("Elevationsmaske") ein.
 - **Inertiale Navigation:** Das komplementäre Fehlverhalten von inertialen Sensoren im Vergleich zur Satellitennavigation erfahren die Studierenden in einem experimentellen Aufbau unter Nutzung von low-cost sowie präzisen inertialen Messeinheiten. Dabei erfolgt eine selbständige Aufzeichnung und Prüfung des Driftverhaltens, der Temperatursensitivität, eine ad-hoc Bestimmung der Kreisel-Biasse und eine approximative Durchführung der Plattformausrichtung ("initial alignment, gyro compassing"). Die kombinierte Nutzung von GPS und INS (Sensor-Fusion) mit Hilfe eines integrierten Navigationssystems schließt diesen Praktikumsabschnitt ab.

ERDBEOBACHTUNG

- **Fernerkundungsexperiment:** Die Studierenden planen eine Gebiets- oder Objektaufnahme, führen eine Bildakquisition durch (vorbehaltlich technischer und finanzieller Realisierbarkeit; alternativ werden entsprechende Bilddaten bereitgestellt) und werten die gewonnenen Bilddaten aus. In diesem Zusammenhang erfolgt zunächst die

Herstellung eines Zusammenhangs zwischen Bild- und Weltkoordinaten (Geo-Referenzierung). Anschließend werden die Bilddaten in geeigneter Weise gefiltert und für die Merkmalsextraktion vorbereitet. Die Vektorisierung eines Gebietsausschnittes rundet diesen Praktikumsabschnitt ab.

- Radar- und Lasermethoden: Die Studierenden führen in diesem Abschnitt praktische Auswertungen von SAR-Bildern durch. Dies umfasst die Berechnung von Leistungsbudgets mit Hilfe der Radargleichung, die Analyse von SAR-Bildern hoher Auflösung und Bestimmung von SAR-spezifischen Effekten, das Prozessieren von SAR-Rohdaten und die Optimierung der Bildqualität, die Erstellung von Höhenmodellen und Bestimmung der Objekthöhen, die Unterdrückung des Speckle-Rauschens in SAR-Bildern und Extraktion von Kanten zur Verfolgung von Konturen, die genaue Koregistrierung von SAR-Bildern mit multisensoriellem Bildmaterial sowie die Erstellung eines Katalogs von charakteristischen Signaturen für unterschiedliche Zielklassen, z. B. Flughäfen, Seehäfen, Verkehrswege, Brücken, etc..

Qualifikationsziele

Die Studierenden müssen sich im Rahmen dieses Praktikums selbstständig mit bestimmten Aufgaben auseinandersetzen und erwerben damit vertiefende Detailkenntnisse aus den angeschnittenen Themenbereichen. Die Praktika sind in den meisten Fällen sorgfältig zu planen, um eine ordnungsgemäße Durchführung gewährleisten zu können. Es schließt sich eine intensive Aufbereitung bzw. Auswertung der Messungen bzw. des zur Verfügung gestellten Datenmaterials an. Neben dem Erwerb vertiefender fachlicher Qualifikationen und Kenntnisse ist die selbständige Organisation zur fachgerechten Problemlösung hervorzuheben.

Voraussetzungen

Kenntnisse aus der Mathematik, der Experimentalphysik und der Messtechnik.

Verwendbarkeit

Wesentliche Ergänzung zu den gehörten Vorlesungen in Satellitennavigation, Erdbeobachtung und Telekommunikation, die zu vertieften Kenntnissen in den Fachgebieten führt. Das Praktikum ist auf die Vorlesungsinhalte abgestimmt und behandelt insbes. Verfahren der Satellitennavigation, der allgemeinen Navigation (Inertialnavigation u.a.) und der Erdbeobachtung/Fernerkundung. Die erarbeiteten Kenntnisse sind gleichermaßen für zivile und militärische Anwendungen verwendbar.

Leistungsnachweis

Benoteter Schein

Dauer und Häufigkeit

Das Modul dauert 1 Trimester, es findet im Wintertrimester des 2. Master-Studienjahres statt.

Modul 1187 Apparatives Praktikum Thermodynamik

zugeordnet zu: Wahlpflichtmodule Vertiefungsrichtung: Moderne Verfahren sicherer Kommunikationssysteme

Studiengang:	Mathematical Engineering	Modultyp:	Pflicht
Workload gesamt (h):	150 Stunden	ECTS-Punkte:	5
-> Präsenzzeit (h):	60 Stunden	TWS:	5 Stunden
-> Selbststudium (h):	90 Stunden		

Modulbestandteile	11871	Apparatives Praktikum: Thermodynamik (Praktikum (PF) - 5 TWS)
-------------------	-------	--

Modulverantwortlicher	Prof. Dr.-Ing. Christian Mundt
-----------------------	--------------------------------

Inhalt

Die Studierenden erwerben im apparativen Praktikum "Thermodynamik" praktische Kenntnisse und Fertigkeiten im Hinblick auf den Aufbau und die Durchführung von Messungen an thermodynamischen Systemen. Hierzu zählen beispielsweise die folgenden Inhalte:

- Die Studierenden erhalten eine grundlegende Einführung in die Thermometrie, dazu gehört insbesondere die Verwendung von Thermoelementen und Widerstandsthermometern.
- Die Studierenden werden mit den Grundlagen der Thermographie bekannt gemacht unter Verwendung einer Infrarotkamera.
- Die Studierenden erwerben umfassende Kenntnisse in der Erfassung von Geschwindigkeits- und Temperaturfluktuationen hoch aufgelöst mittels der Hitzdrahtanemometrie.
- Je nach Option lernen die Studierenden in exemplarischer Weise komplexe Messsysteme kennen, wie die Erfassung der spektralen Infrarotstrahlung von Oberflächen, die Schlierenmesstechnik zur Abbildung von Dichteschwankungen, die Laser-Raman-Spektroskopie als berührungslose Temperaturmesstechnik.
- Das erworbene Wissen wird vertieft anhand weiterer (aero)thermodynamischer Apparaturen, die sich auf Fragestellungen wie die Energieumwandlung und dem Energietransport in Hochgeschwindigkeitsströmungen beziehen.

Qualifikationsziele

- Die Studierenden erwerben die Kompetenz, Messdaten z.B. zur Ermittlung der Temperatur qualitativ wie auch quantitativ zu bewerten.
- Die Studierenden lernen die diversen Fehlerquellen bei der Messdatenerfassung kennen und können den Einfluss dieser Fehler auf das erwartete Ergebnis abschätzen.
- Die Studierenden verstehen die Anwendung und die Bedienung der eingesetzten Messverfahren bzw. Messgeräte.
- Die Studierenden sind sensibilisiert gegenüber Ergebnissen aus theoretischen und experimentellen Untersuchungen und wissen, mit eventuellen Differenzen umzugehen bzw. sie zu interpretieren.

Voraussetzungen	Vorausgesetzt werden Kenntnisse, wie sie in den Modulen "Aerothermodynamik" und "Wärme- und Stofftransport" vermittelt werden.
Verwendbarkeit	Besseres Verständnis der vermittelten Studieninhalte und gleichzeitig praktische Vertiefung der erworbenen theoretischen Erkenntnisse.
Leistungsnachweis	Benoteter Schein
Dauer und Häufigkeit	Das Modul dauert ein Trimester, es findet im Wintertrimester des 2. Master-Studienjahres statt.

Modul 1282 Ausgewählte Kapitel der Sensorik und Messtechnik

zugeordnet zu: Wahlpflichtmodule Vertiefungsrichtung: Moderne Verfahren sicherer Kommunikationssysteme

Studiengang:	Mathematical Engineering	Modultyp:	Wahlpflicht
Workload gesamt (h):	150 Stunden	ECTS-Punkte:	5
-> Präsenzzeit (h):	60 Stunden	TWS:	5 Stunden
-> Selbststudium (h):	90 Stunden		

Modulbestandteile	12821	Ausgewählte Kapitel der Sensorik und Messtechnik (Seminar (WP) - 5 TWS)
-------------------	-------	--

Modulverantwortlicher	Prof. Dr. techn. Christian Kargel
-----------------------	-----------------------------------

Inhalt	<p>Das Seminar „Ausgewählte Kapitel der Sensorik und Messtechnik“ vertieft praxisnah das Verständnis für bestimmte Themengebiete der Sensorik und Messtechnik. Der Hauptfokus liegt dabei auf der Anwendung von Standardsoftwarepaketen wie MATLAB, LabVIEW, SigmaPlot, MultiSim, etc. zur Lösung von praktischen Aufgaben bzw. der Bearbeitung von Kleinprojekten. Die Erfahrungen und gewonnenen Kenntnisse können auch im Rahmen von anderen Lehrveranstaltungen wie z.B. „Sensorik und Messtechnik, Praktikum“ und „Digitale Bildverarbeitung, Praktikum“ sowie der eigenen studentischen Abschlussarbeit nutzbringend eingesetzt werden.</p>
--------	---

- | | |
|---------------------|---|
| Qualifikationsziele | <ul style="list-style-type: none"> • Die Studierenden haben die in anderen Modulen erworbenen Kenntnisse vertieft sowie auf bestimmte sensorische und messtechnische Aufgabenstellungen praktisch angewandt. • Die Studierenden haben vertiefte Fertigkeiten bei der problemorientierten Auswahl von und dem praktischen Umgang mit Standardsoftwarepaketen in den Bereichen Sensorik und Messtechnik. • Die Studierenden haben ihre Kenntnisse und Fertigkeiten im praktischen Umgang mit Standardsoftwarepaketen verbessert und können bestimmte Aufgabenstellungen zielgerichtet lösen. • Die Studierenden sind in der Lage, bestimmte sensorische und messtechnische Problemstellungen zu analysieren und mithilfe von ingenieurwissenschaftlichem Denken und Handeln zu lösen. • Die Studierenden haben Techniken zur Aufarbeitung von wissenschaftlich-technischen Fachthemen erworben und angewandt Diese Fähigkeiten können z.B. im Rahmen von studentischen Abschlussarbeiten nutzbringend eingesetzt werden. |
|---------------------|---|

Voraussetzungen	<ul style="list-style-type: none">• Kenntnisse der Elektrotechnik, Messtechnik, Mathematik und Physik.• Empfohlen wird die erfolgreiche Bewältigung des Moduls „Sensorik und Messtechnik“.
Verwendbarkeit	<ul style="list-style-type: none">• Wahlpflichtmodul für alle Studien- und Vertiefungsrichtungen• Das Modul steht in thematischem Zusammenhang mit den Pflichtmodulen<ul style="list-style-type: none">o Sensorik und Messtechnik,o Digitale Bildverarbeitung <p>sowie mit den Wahlpflichtfächern</p> <ul style="list-style-type: none">o Simulationswerkzeuge in der Sensorik und Messtechniko Sensorik und Messtechnik, Praktikumo Multisensorsysteme und Sensornetze
Leistungsnachweis	<ul style="list-style-type: none">• Die Benotung erfolgt anhand der erarbeiteten Lösungen und der eigenen Präsentation. Die Mitarbeit und Involvierung bei den Fachdiskussionen im Rahmen des Oberseminars fließt ebenfalls in die Benotung ein.
Literatur	Je nach Aufgabenstellung unterschiedlich. Wird individuell bekannt gegeben.
Dauer und Häufigkeit	Das Modul dauert ein Trimester. Das Modul wird im Herbsttrimester und/oder Frühjahrstrimester angeboten. Als Startzeitpunkt ist das Herbsttrimester im 1. Studienjahr vorgesehen.

Modul 1229 Auslandspraktikum I

zugeordnet zu: Wahlpflichtmodule Vertiefungsrichtung: Moderne Verfahren sicherer Kommunikationssysteme

Studiengang:	Mathematical Engineering	Modultyp:	Wahlpflicht
Workload gesamt (h):	150 Stunden	ECTS-Punkte:	5
-> Präsenzzeit (h):	100 Stunden	TWS:	5 Stunden
-> Selbststudium (h):	50 Stunden		

Modulverantwortlicher Prof. Dr.-Ing. Dieter Gerling

Inhalt

Im Auslandspraktikum soll eine Aufgabe aus einem begrenzten Problembereich unter Anleitung weitgehend selbständig mit bekannten Methoden bearbeitet werden. Im Auslandspraktikum sind die erzielten Ergebnisse systematisch zu entwickeln und zu erläutern. Es wird in der Regel individuell und weitgehend eigenständig durch die Studierenden bearbeitet, kann aber je nach Thema auch in Gruppen von bis zu drei Studierenden bearbeitet werden.

Qualifikationsziele

Die Studierenden können eine Aufgabe in einer fremden Umgebung weitgehend selbständig bearbeiten. Sie haben Erfahrung in der Entwicklung von Lösungsstrategien und in der Dokumentation ihres Vorgehens. Sie haben in einem speziellen Arbeitsgebiet der Elektrotechnik und Informationstechnik bzw. Mathematical Engineering internationale praktische Erfahrung gesammelt.

Arbeitsaufwand

Das Wahlpflichtmodul "Auslandspraktikum I" dauert 4 Wochen à 25 Wochenstunden. Die Vor- und Nachbereitungszeit umfasst 2 Wochen mit jeweils 25 Wochenstunden.

Voraussetzungen

Vorausgesetzt werden die allgemeinen Kenntnisse aus einem Bachelor-Studium im Bereich der „Elektrotechnik und Informationstechnik“ oder „Mathematical Engineering“ und ausreichende Sprachkenntnisse für das entsprechende Land.

Verwendbarkeit

Wahlpflichtmodul für alle Vertiefungsrichtungen des M.Sc.-Studiengangs "Elektrotechnik und Informationstechnik" und Wahlpflichtmodul für alle Vertiefungsrichtungen des M.Sc.-Studiengangs "Mathematical Engineering"

Leistungsnachweis

Es ist eine schriftliche Ausarbeitung zu erstellen und diese ist im Rahmen eines Kolloquiums zu präsentieren. Die Präsentation findet als Vortrag von ca. 15-20 Minuten Dauer statt. Die Präsentation wird benotet und geht mit 1/5 (entsprechend 1 Leistungspunkt) in die Modulnote ein.

Sonstige Bemerkungen

Es besteht **kein** Finanzierungsanspruch für einen Auslandsaufenthalt gegenüber einer Professur, Fakultät oder der Universität.

Literatur

keine

Dauer und Häufigkeit

Das Modul dauert 1 Trimester.
Das Modul beginnt jedes Studienjahr jeweils im Frühjahrstrimester.
Als Startzeitpunkt ist das Frühjahrstrimester im 1. Studienjahr vorgesehen.

Modul 1230 Auslandspraktikum II

zugeordnet zu: Wahlpflichtmodule Vertiefungsrichtung: Moderne Verfahren sicherer Kommunikationssysteme

Studiengang:	Mathematical Engineering	Modultyp:	Wahlpflicht
Workload gesamt (h):	150 Stunden	ECTS-Punkte:	5
-> Präsenzzeit (h):	100 Stunden	TWS:	5 Stunden
-> Selbststudium (h):	50 Stunden		

Modulbestandteile

Modulverantwortlicher Prof. Dr.-Ing. Dieter Gerling

Inhalt

Im Auslandspraktikum soll eine Aufgabe aus einem begrenzten Problemkreis unter Anleitung weitgehend selbständig mit bekannten Methoden bearbeitet werden. Im Auslandspraktikum sind die erzielten Ergebnisse systematisch zu entwickeln und zu erläutern. Es wird in der Regel individuell und weitgehend eigenständig durch die Studierenden bearbeitet, kann aber je nach Thema auch in Gruppen von bis zu drei Studierenden bearbeitet werden.

Qualifikationsziele

Die Studierenden können eine Aufgabe in einer fremden Umgebung weitgehend selbständig bearbeiten. Sie haben Erfahrung in der Entwicklung von Lösungsstrategien und in der Dokumentation ihres Vorgehens. Sie haben in einem speziellen Arbeitsgebiet der Elektrotechnik und Informationstechnik bzw. Mathematical Engineering internationale praktische Erfahrung gesammelt.

Arbeitsaufwand

Das Wahlpflichtmodul "Auslandspraktikum II" dauert 4 Wochen à 25 Wochenstunden. Die Vor- und Nachbereitungszeit umfasst 2 Wochen mit jeweils 25 Wochenstunden.

Voraussetzungen

Vorausgesetzt werden die allgemeinen Kenntnisse aus einem Bachelor-Studium im Bereich der „Elektrotechnik und Informationstechnik“ oder „Mathematical Engineering“ und ausreichende Sprachkenntnisse für das entsprechende Land.

Verwendbarkeit

Wahlpflichtmodul für alle Vertiefungsrichtungen des M.Sc.-Studiengangs "Elektrotechnik und Informationstechnik" und Wahlpflichtmodul für alle Vertiefungsrichtungen des M.Sc.-Studiengangs "Mathematical Engineering".

Leistungsnachweis

Es ist eine schriftliche Ausarbeitung zu erstellen und diese ist im Rahmen eines Kolloquiums zu präsentieren. Die Präsentation findet als Vortrag von ca. 15-20 Minuten Dauer statt. Die Präsentation wird benotet und geht mit 1/5 (entsprechend 1 Leistungspunkt) in die Modulnote ein.

Sonstige Bemerkungen

Es besteht **kein** Finanzierungsanspruch für einen Auslandsaufenthalt gegenüber einer Professur, Fakultät oder der Universität.

Literatur

keine

Dauer und Häufigkeit

Das Modul dauert 1 Trimester.
Das Modul beginnt jedes Studienjahr jeweils im Frühjahrstrimester.
Als Startzeitpunkt ist das Frühjahrstrimester im 1. Studienjahr vorgesehen.

Modul 1241 Automatisierungstechnik

zugeordnet zu: Wahlpflichtmodule Vertiefungsrichtung: Moderne Verfahren sicherer Kommunikationssysteme

Studiengang:	Mathematical Engineering	Modultyp:	Pflicht
Workload gesamt (h):	150 Stunden	ECTS-Punkte:	5
-> Präsenzzeit (h):	60 Stunden	TWS:	5 Stunden
-> Selbststudium (h):	90 Stunden		

Modulbestandteile	12411	Automatisierungstechnik (Vorlesung (PF) - 4 TWS)
	12412	Automatisierungstechnik (Übung (PF) - 1 TWS)

Modulverantwortlicher Prof. Dr. rer. nat. habil. Claus Hillermeier

Inhalt

- a) Thema „Modellbasierte Fehlerdiagnose“:
 - Diagnose von Fehlern in Regelstrecken mit Hilfe eines Modells der Strecke
 - Sensorüberwachung auf Basis von Beobachtern

- b) Thema „Digitale Regelkreise“:
 - Gerätetechnische Implementierung von Regelungen in Form von digitalen Regelkreisen
 - Abgetastete Regelstrecken als zeitdiskrete Systeme; Modellierung zeitdiskreter Systeme im Zeitbereich und im Frequenzbereich; Bestimmung ihres Eingangs- Ausgangs-Verhaltens
 - Eigenschaften zeitdiskreter Systeme wie Stabilität, Steuerbarkeit und Beobachtbarkeit
 - Umsetzung eines Reglers, der anhand eines zeitkontinuierlichen Modells der Regelstrecke entworfen wurde, in ein Programm, das auf einem Mikrocontroller abläuft; Analyse des entstehenden Regelkreises
 - Methodenspektrum zum Entwurf digitaler Regelungen auf Basis eines zeitdiskreten Streckenmodells

- c) Thema „Modellierung, Analyse und Steuerung ereignisgetriebener Systeme“:
 - Ereignisdiskrete Systeme als Modelle von technischen Prozessen (in Rechenanlagen, Fertigungsanlagen etc.) und Transportvorgängen
 - Die Automatisierung von Fertigungsprozessen, Gebäuden, Fahrzeugen etc. wird als Aufgabe formuliert, durch Steuerungsmechanismen geeignete Ereignisfolgen herbeizuführen
 - Modellierung von Prozessen, die automatisiert werden sollen, mit Hilfe von deterministischen Automaten und Petrinetzen, die jeweils mit Eingang und Ausgang versehen sind
 - Werkzeuge für die Analyse des Verhaltens ereignisdiskreter Systeme (bzw. Steuerstrecken), vor allem im Hinblick auf Lebendigkeit (d.h. die Vermeidung von deadlocks) und Sicherheit
 - Entwurf von Steuerungen ereignisdiskreter Systeme auf Basis von Automaten- und Petrinetz-Modellen; hierbei besondere Berücksichtigung von Sicherheitsanforderungen

Qualifikationsziele

a) Thema „Modellbasierte Fehlerdiagnose“:

- Die Studierenden können einfache Diagnosesysteme auf Basis von Beobachtern entwerfen. Sie verstehen, wie redundante Sensoren zur gegenseitigen Überwachung eingesetzt werden können.

b) Thema „Digitale Regelkreise“:

- Die Studierenden verstehen, wie Regelungen mit Hilfe moderner Gerätetechnik in Form von digitalen Regelkreisen realisiert werden.
- Die Studierenden können das dynamische Verhalten zeitdiskreter Systeme auf verschiedene Arten modellieren: Als Eingangs- Ausgangsmodell und als Zustandsraummodell im Zeitbereich sowie als Eingangs- Ausgangsmodell im Frequenzbereich.
- Die Studierenden verstehen die dynamischen Eigenschaften zeitdiskreter Systeme in Analogie zu zeitkontinuierlichen Systemen.
- Die Studierenden können ein Regelgesetz, das anhand eines zeitkontinuierlichen Streckenmodells entworfen wurde, auf einem Microcontroller umsetzen und den Einfluss der Abtastung auf die Regelgüte abschätzen.
- Die Studierenden sind in der Lage, mit an die Anwendung angepassten Methoden einen digitalen Regelkreis zu entwerfen und sein Verhalten zu analysieren.

c) Thema „Modellierung, Analyse und Steuerung ereignisgetriebener Systeme“:

- Die Studierenden sind in der Lage, technische Abläufe als ereignisdiskrete Systeme zu interpretieren und geeignet zu modellieren.
- Die Studierenden verstehen, inwiefern Prozessautomatisierung auf höheren Ebenen die Aufgabe der Steuerung ereignisdiskreter Systeme beinhaltet.
- Die Studierenden können das dynamische Verhalten ereignisdiskreter Systeme mittels geeigneter Analysemethoden untersuchen; insbesondere sind sie in der Lage, die Lebendigkeit (d.h. Deadlock-Freiheit) und Sicherheit solcher Systeme nachzuweisen.
- Die Studierenden beherrschen verschiedene Methoden, um Steuerungen bzw. Regelungen für ereignisdiskrete Systeme (d.h. für Vorgänge, die es zu automatisieren gilt) zu entwerfen. Besonderes Augenmerk liegt dabei auf Steuerungen, die die Einhaltung von Lebendigkeits- und Sicherheitsanforderungen gewährleisten.

Voraussetzungen

Vorausgesetzt wird die erfolgreiche Bewältigung der Module „Mathematik A“, „Mathematik B“, „Mathematik C“ und „Regelungstechnik“. Bei ME-Studierenden werden die mathematischen Grundmodule sowie das Modul „Systemtheorie“ vorausgesetzt.

Verwendbarkeit

- Pflichtmodul für EIT-Vertiefungsrichtung „Energietechnische Systeme“

- Pflichtmodul für die Vertiefungsrichtung ME-Mechatronik des Studiengangs Mathematical Engineering (M.Sc.)
- Wahlpflichtmodul für die EIT-Vertiefungsrichtungen „Kommunikationstechnik“ und „Sicherheitstechnik“
- Wahlpflichtmodul für die Vertiefungsrichtungen ME-EET, ME-VSK und ME-PTM des Studiengangs Mathematical Engineering (M.Sc.)

Leistungsnachweis

Schriftliche Prüfung von 90 min Dauer (sP-90) oder mündliche Prüfung von 30 min Dauer (mP-30) am Ende des Wintertrimesters. Wiederholungsmöglichkeit am Ende des Frühjahrstrimesters. Die genaue Art der Prüfung wird zu Beginn der Lehrveranstaltung bekannt gegeben.

Literatur

J. Lunze: Automatisierungstechnik, Oldenbourg Verlag, 2008 (begleitend)

M. Horn, N. Dourdourmas: Regelungstechnik, Pearson Studium Verlag, 2004 (begleitend)

J. Lunze: Regelungstechnik 2, Springer Verlag, 2008 (begleitend)

J. Moody, P. Antsaklis: Supervisory Control of Discrete Event Systems Using Petri Nets,

Kluwer Academic Publishers, 1998 (weiterführend)

Dauer und Häufigkeit

Das Modul dauert ein Trimester.

Das Modul beginnt jedes Studienjahr jeweils im Wintertrimester.

Als Startzeitpunkt ist das Wintertrimester im 1. Studienjahr vorgesehen.

Modul 1050 Autonome Systeme

zugeordnet zu: Wahlpflichtmodule Vertiefungsrichtung: Moderne Verfahren sicherer Kommunikationssysteme

Studiengang:	Mathematical Engineering	Modultyp:	Pflicht
Workload gesamt (h):	150 Stunden	ECTS-Punkte:	5
-> Präsenzzeit (h):	48 Stunden	TWS:	4 Stunden
-> Selbststudium (h):	102 Stunden		

Modulbestandteile 10501 Autonome Systeme (Vorlesung, Übung (PF) - 4 TWS)

Modulverantwortlicher Prof. Dr.-Ing. Hans-Joachim Wünsche

Inhalt

Die Studierenden erwerben im Modul Autonome Systeme einen detaillierten Einblick in den Aufbau eines autonomen Systems am Beispiel eines sich durch visuelle Information in seiner Umgebung autonom bewegenden Roboter-Fahrzeugs. Was ist der Unterschied zwischen einem geregelten System und einem (teil-)autonomen, kognitiven System? Warum sind Roboter heute noch "blind" und "dumm", was bedeutet Kognition für technische Systeme und was sind die wesentlichen technischen Herausforderungen?

Ausgehend von einem Überblick über die Entwicklung und den derzeitigen Stand autonomer kognitiver Systeme werden die folgenden Themenkreise behandelt:

- 1) Weltmodelle und Koordinatensysteme. Die Fähigkeit zur Bewegung als Bestandteil kognitiver Systeme. Dynamische Modelle der zugrundeliegenden Bewegungen, Steuergrößen, einfache Bewegungsfähigkeiten.
- 2) Perzeption: Wahrnehmung der Umgebung durch maschinelles Echtzeit-Sehen. Verfahren zur Extraktion von Merkmalen aus den Bildern einer Videokamera. Wahrnehmung mittels moderner 360° Laserscanner.
- 3) Dynamische Szenen aufgrund eigener und fremder Bewegungen. Rekursive Zustandschätzer als Grundlage des 4D-Ansatzes zur modellgestützten Interpretation dynamischer Szenen.
- 4) Wahrnehmung der Strasse und des Relativzustands des eigenen Fahrzeugs relativ zur Strasse. Fahrzeugführung entlang von Strassen. Anwendung Spurverlassens und Spurhalteassistent.
- 5) Objekterkennung. Aggregation von Merkmalen zu Objekthypothesen. Methoden zur Modellierung von Objekten. Aufstellung von (adaptiven) Formmodellen ruhender Objekte und zusätzlicher Bewegungsmodelle beobachteter, sich bewegender Objekte der Szene (wie z.B. anderer Fahrzeuge). Anwendung Staufahrassistent.
- 6) Situationsanalyse und Verhaltensentscheidung. Aggregation von Objekten zu Situationen. Was sind Manöver und Missionen. Generieren situations- und missionsgerechter Verhaltensentscheidungen. Zustandsautomaten zur Verhaltensentscheidung. Überholvorgänge und Abbiegen auf Querstrassen als einfache Ausprägungen Si-

tuationsgerechten Verhaltens. Sakkaden zur aktiven Steuerung der Blickrichtung, relevante Objekte.

Qualifikationsziele	<p>Die Studierenden</p> <ol style="list-style-type: none">1) wissen aus welchen wesentlichen Elementen ein autonomes System besteht und wie sich dieses von normalen (fern-)gesteuerten oder geregelten Systemen unterscheidet.2) verstehen die wesentlichen Schwierigkeiten beim Aufbau autonomer Systeme, und3) können die erlernten Kenntnisse im parallel stattfindenden Praktikum "Autonome Systeme" beim Aufbau eines autonomen Modell-Fahrzeugs anwenden: eine einfache "Fahrbahn" wird über eine ins Fahrzeug eingebaute Kamera ausgewertet. Im Wettbewerb optimieren Studenten-Teams ihre entwickelten Zustandsschätzer und -Regler zur Erzielung optimaler Rundenzeiten.
Voraussetzungen	<p>Notwendig sind gute Kenntnisse in Digitaler Regelungstechnik und Modernen Methoden der Regelungstechnik (vor allem Zustandsraumdarstellung und Zustandsregler). Vorausgesetzt werden ferner die im Modul „Sensortechnik“ vermittelten Kenntnisse sowie die des Moduls „Filter- und Schätzverfahren“. Sinnvoll ist die Kenntnis der im Modul „Prozessrechentchnik“ vermittelten Inhalte.</p>
Verwendbarkeit	<p>Autonome, kognitive Systeme werden zukünftig immer stärker in unser Leben vordringen. Fahr- und Flugzeuge werden nicht nur im militärischen Bereich um Assistenzsysteme erweitert, die einen zunehmend autonomen Betrieb ermöglichen. Roboter, die ihre Umgebung wahrnehmen und sich in ihr situationsgerecht verhalten, werden nicht nur Soldaten zur Hand gehen, sondern auch in Fabriken sowie im häuslichen Umfeld schwere, monotone, gefährliche oder ermüdende Aufgaben übernehmen.</p>
Leistungsnachweis	<p>Schriftliche Prüfung 75 Minuten oder mündliche Prüfung 30 Minuten</p>
Sonstige Bemerkungen	<p>Dieses Modul kann auch als Munich-Aerospace-Partnermodul belegt werden.</p> <p>Zuordnung zu den Studienschwerpunkten siehe Tabelle am Anfang des Dokumentes.</p>
Dauer und Häufigkeit	<p>Das Modul dauert 1 Trimester, es findet im Wintertrimester des 2. Master-Studienjahres statt.</p>

Modul 1337 Baudynamik und Erdbebeningenieurwesen

zugeordnet zu: Wahlpflichtmodule Vertiefungsrichtung: Moderne Verfahren sicherer Kommunikationssysteme

Studiengang:	Mathematical Engineering	Modultyp:	Wahlpflicht
Workload gesamt (h):	270 Stunden	ECTS-Punkte:	9
-> Präsenzzeit (h):	108 Stunden	TWS:	9 Stunden
-> Selbststudium (h):	162 Stunden		

Modulbestandteile	13371	Bauwerke unter Erdbebenbelastung (Vorlesung (PF) - 2 TWS)
	13372	Bodendynamik (Vorlesung (PF) - 1 TWS)
	13373	Dynamik der Baukonstruktionen (Vorlesung (PF) - 1 TWS)
	13374	Dynamik der Baukonstruktionen (Übung (PF) - 2 TWS)
	13375	Erdbebenschutzsysteme im Hoch- und Brückenbau (Vorlesung (PF) - 2 TWS)
	13376	Mathematische Methoden in der Dynamik (Vorlesung (PF) - 1 TWS)

Modulverantwortlicher	Prof. Dr.-Ing. habil. Norbert Gebbeken
-----------------------	--

Inhalt	<p>Dynamik der Baukonstruktionen (Prof. Marburg):</p> <ul style="list-style-type: none"> • Einmassenschwinger unter sprung- und stoßartiger Belastung • Selbsterregte und parametererregte Schwingungen • Schwinger mit mehreren Freiheitsgraden • Schwingungen von Maschinenfundamenten • Torsions- und Kippschwingungen • Eigenfrequenzen und Eigenformen • Erzwungene Schwingungen des Mehrmassenschwingers • Maßnahmen zur Schwingungsreduzierung - Windeinwirkung auf Bauwerke • Schwingungsprobleme bei Hochbauten und Brücken <p>Mathematische Methoden in der Dynamik (Prof. Apel):</p> <ul style="list-style-type: none"> • Numerische Verfahren und Begriffe <ul style="list-style-type: none"> - Einschrittverfahren und Mehrschrittverfahren - implizite und explizite Verfahren - Konvergenz und Stabilität - Schrittweitensteuerung • Angepasste Verfahren für Schwingungsprobleme <ul style="list-style-type: none"> - Newmark-Verfahren für Schwingungsprobleme - Houbolt-Verfahren - Wilson-Theta-Verfahren - Hilber-Hughes-Taylor-Verfahren
--------	--

Bodendynamik (Prof. Boley):

- Wellenausbreitung im Boden
- Dynamische Bodeneigenschaften
- Erschütterungsausbreitung und -reduktion
- Einbeziehung des Bodens in die Modellbildung
- Seismologische Grundlagen
- Geotechnisches Erdbebeningenieurwesen

Bauwerke unter Erdbebenbelastung (Prof. Gebbeken):

- Einführung in das Erdbebeningenieurwesen
- Erdbebennachweise mittels Antwortspektrum
- Methode der Kapazitätsbemessung
- Plastische Mechanismen bei der Erdbebenbemessung
- Planungs- und Konstruktionsgrundsätze
- Bestandsbeurteilung
- Praxisbeispiele

Erdbebenschutzsysteme (Prof. Mangerig)

- technische Möglichkeiten im Neu- und Bestandsbau
- spezielle Lagerungsmöglichkeiten im Hoch- und Brückenbau
- Praxisbeispiele aus dem In- und Ausland

Qualifikationsziele

Die Studierenden erwerben Grundlagenwissen über die dynamischen Eigenschaften des Bodens und kennen erschütterungsresistente Gründungstechniken. Sie erwerben vertiefte Kenntnisse über Schwingungen infolge aperiodischer Belastung sowie über selbst- und parametererregte Schwingungen. Weiterhin können die Studierenden die vermittelten Schwingungsmodelle und Lösungsstrategien auf konkrete Bauwerksschwingungen anwenden. Die Studierenden erwerben ein grundlegendes Verständnis für Beanspruchungen infolge Erdbeben und können die erworbenen Kenntnisse zum Antwortspektrenverfahren und zur Kapazitätsbemessung anwenden. Sie sind sensibilisiert bezüglich der Wirkung von Erdbeben auf bauliche Infrastruktur und kennen Verfahren zur Isolierung gegen Erdbebeneinwirkungen.

Voraussetzungen

Grundkenntnisse der Strukturmechanik, z.B. aus dem Modul "Tragwerksschwingungen und Erschütterungsschutz".

Verwendbarkeit

Anspruchsvolle Bauprojekte im In- und Ausland.

Leistungsnachweis

Schriftliche Prüfung 150 Minuten oder mündliche Prüfung 45 Minuten.

Dauer und Häufigkeit

Das Modul dauert 1 Trimester.
Das Modul beginnt jedes Studienjahr jeweils im Frühjahrstrimester.

Modul 1353 Betriebsfestigkeit

zugeordnet zu: Wahlpflichtmodule Vertiefungsrichtung: Moderne Verfahren sicherer Kommunikationssysteme

Studiengang:	Mathematical Engineering	Modultyp:	Wahlpflicht
Workload gesamt (h):	90 Stunden	ECTS-Punkte:	3
-> Präsenzzeit (h):	36 Stunden	TWS:	3 Stunden
-> Selbststudium (h):	54 Stunden		

Modulbestandteile	13531	Betriebsfestigkeit (Vorlesung (PF) - 2 TWS)
	13532	Betriebsfestigkeit (Übung (PF) - 1 TWS)

Modulverantwortlicher Prof. Dr.-Ing. habil. Hans-Joachim Gudladt

Inhalt

In diesem Modul erhalten die Studierenden eine Übersicht über experimentelle und rechnerische Methoden zur Bestimmung des Schädigungsverhaltens von Strukturwerkstoffen, die einer betriebsnahen Beanspruchung ausgesetzt waren.

Den Studenten wird eine Übersicht über das grundsätzliche Schädigungsverhalten von Strukturwerkstoffen der Luft- und Raumfahrt vermittelt. Dabei werden sogenannte Lastkollektive generiert, die eine betriebsnahe Beanspruchung simulieren, der das Bauteil ausgesetzt ist. Die Lastkollektive werden in Bezug auf ihren Schädigungsgrad quantifiziert. In vielen Fällen wird als Schädigungsgröße der Schwingungsriss im Material charakterisiert. Mit Hilfe geeigneter Detektionsverfahren werden diese Risse im Bauteil erkannt und ihre weitere Entwicklung beobachtet. Geeignete, z. T. lineare Schadensakkumulationsverfahren (Palmgren/Miner) ermöglichen es, das Schädigungsverhalten rechnerisch zu erfassen und entsprechende Restlebensdauer-Werte zu bestimmen. Mit Hilfe des „örtlichen Konzeptes“ und unter Verwendung des „Spannungsintegral-Konzeptes“ lassen sich letztendlich Lebensdauervorhersagen für beliebige Bauteilgeometrien durchführen. Die Bewertung beruht auf statistischen Grundlagen, die im Rahmen der Vorlesung unter dem Aspekt der Lebensdauervorhersage vermittelt werden.

Qualifikationsziele

- Die Studierenden sind nach erfolgreichem Bestehen des Moduls befähigt, einfache Bauteile in Bezug auf ihr Schädigungsverhalten zu beurteilen und in Kombination mit dem Modul „statische und dynamische Beanspruchung von Bauteilen“ für betriebsnah vorgeschädigte Proben durch entsprechende Berechnungsverfahren Restlebensdauerwerte zu bestimmen.
- Die Studenten werden damit in die Lage versetzt, Vorgaben für die Kontrolle und Einsatzbewertung hochbeanspruchter bauteilnaher Proben durchzuführen. Diese Fertigkeiten sind unabdingbar, um geeignete Sicherheitskonzepte in der Luft- und Raumfahrt und dem Fahrzeugbaus umzusetzen.

Voraussetzungen	Es wird das Bachelor-Studium von LRT sowie das Modul statische und dynamische Beanspruchung von Werkstoffen vorausgesetzt.
Verwendbarkeit	Das erworbene Wissen ist Voraussetzung für materialwissenschaftliche Untersuchungen und Entwicklung neuer Werkstoffe auf sämtlichen Gebieten der Luft- und Raumfahrttechnik. Das Modul findet Anwendung in weiteren Lehrveranstaltungen, wie z.B. im Bereich Leichtbau/Strukturen.
Leistungsnachweis	Schriftliche Prüfung 60 Minuten oder mündliche Prüfung 30 Minuten
Literatur	<ul style="list-style-type: none">• Haibach E.: Betriebsfestigkeit . Verfahren und Daten zur Bauteilbewertung. Düsseldorf: VDI-Verlag GmbH, 1989.• Buxbaum O.: Betriebsfestigkeit - Sichere und wirtschaftliche Bemessung schwingbruchgefährdeter Bauteile. Düsseldorf: Verlag Stahleisen mbH., 1988.• Schwalbe K-H.: Bruchmechanik metallischer Werkstoffe, München, Wien: Carl Hanser-Verlag, 1980.
Dauer und Häufigkeit	Das Modul dauert ein Trimester, es findet im Herbsttrimester des 1. Master-Studienjahres statt.

Modul 1335 Beurteilung/Ertüchtigung historischer Tragwerke

zugeordnet zu: Wahlpflichtmodule Vertiefungsrichtung: Moderne Verfahren sicherer Kommunikationssysteme

Studiengang:	Mathematical Engineering	Modultyp:	Wahlpflicht
Workload gesamt (h):	150 Stunden	ECTS-Punkte:	5
-> Präsenzzeit (h):	84 Stunden	TWS:	6 Stunden
-> Selbststudium (h):	66 Stunden		

Modulbestandteile	13351	Beurteilung und Ertüchtigung historischer Tragwerke (Vorlesung (PF) - 2 TWS)
	13352	Beurteilung und Ertüchtigung historischer Tragwerke (Übung (PF) - 2 TWS)
	13353	Beurteilung und Ertüchtigung historischer Tragwerke (Praktikum (PF) - 2 TWS)

Modulverantwortlicher Prof. Dr.-Ing. Stefan Holzer

Inhalt

Tragwerke, die mehr als ca. 60-80 Jahre alt sind, sind als historische Tragwerke anzusprechen. Ein großer Teil der Infrastruktur Europas besteht aus historischen Tragwerken. Für solche Tragwerke existieren meist keine zuverlässigen Planunterlagen, so dass die erste Aufgabe in der Dokumentation der Konstruktion und ihres Ist-Zustandes liegt. Zur Beurteilung historischer Tragwerke ist Hintergrundwissen über deren Konstruktion unabdingbar. Die Vorlesung behandelt die Konstruktionsarten historischer Holztragwerke (Systeme und deren Entwicklungsgeschichte, zimmermannsmäßige Anschlüsse, historische Verbindungsmittel), die Konstruktion gewölbter Strukturen (Gewölbe und Kuppeln im Hochbau: Naturstein-, Backstein- und Holzgewölbe; gewölbte Brücken) und die Konstruktion historischer Mauerwerkswände und Gründungen. Die Materialeigenschaften historischer Werkstoffe sind ebenfalls Gegenstand der Vorlesung.

Historische Tragwerke verdanken ihre Konstruktion nicht allein statischen Überlegungen, sondern sind stark durch die Randbedingungen des historischen Bauprozesses bedingt (keine Verfügbarkeit starker Hebezeuge, Notwendigkeit von Arbeitsplattformen, langsame Erhärtung historischer Mörtel, bauzeitliche Verformungen, leichtere Bearbeitbarkeit schlagfrischen Holzes, usw.). Daher handelt es sich oft um Tragwerke mit uneindeutiger Tragwirkung, so dass eine geeignete statische Modellbildung zur Schnittgrößenermittlung und Standsicherheitsbeurteilung schwieriger ist als bei modernen, ingenieurmäßig geplanten Tragwerken mit klaren Anschlüssen und statischen Systemen. In den Vorlesungen und in der Übung werden Techniken der statischen Modellbildung - mit Schwerpunkten bei zimmermannsmäßigen Holzkonstruktionen und bei gemauerten Bögen und Gewölben - vorgeführt und exemplarisch auf konkrete Beispiele angewendet.

Zur Standsicherheitsbeurteilung historischer Tragwerke gehört auch die Analyse der Schadens- und Reparaturgeschichte, um Schaden-

sursachen erkennen zu können und eine Aussage über die zeitliche Entwicklung der Standsicherheit treffen zu können. Speziell im denkmalgeschützten Kontext (historische Baudenkmäler) unterliegen Reparatur- und Ertüchtigungsmaßnahmen speziellen Randbedingungen, die in der Lehrveranstaltung anhand konkreter Objekte und aktueller Sanierungsmaßnahmen erläutert werden.

Grundprinzip der Lehrveranstaltung ist das Motto "Theoria cum praxi": Die Lehre findet nicht allein anhand von Fotos und Abbildungen im Hörsaal statt, sondern auch vor Ort am konkreten historischen Objekt, das im Rahmen der Lehrveranstaltung auch "in die Hand genommen" wird: Das Praktikum umfasst gegen Beginn des Trimesteres eine Exkursion zu beispielhaften historischen Tragwerken. Es folgt das Aufmaß eines Teiles eines historischen Tragwerks (2-3 halbe Tage, 35-km-Radius um die Universität). Im Nachgang dazu sind die entwicklungsgeschichtliche Einordnung, die Aufschlüsselung der Schadens- und Reparaturgeschichte, die zerstörungsfreie Materialprüfung und Zustandskartierung bis hin zur statischen Berechnung durchzuführen.

Als Resultat des Praktikums, welches in Kleingruppen (je 3-4 Studierende, je 2-3 Kleingruppen gleichzeitig je Objekt) durchgeführt und betreut wird, haben die Studierenden Pläne, eine kleine Baudokumentation (Text und Fotos) und Berechnungen als Gruppenleistung vorzulegen. Die Prüfung findet als mündliche Prüfung entweder in einem historischen Bauwerk oder an der Universität statt. Dabei haben die Studierenden zu dem realen Tragwerk oder zu konkreten Belegstücken aus solchen Konstruktionen Aussagen zu treffen. Alternativ kann eine schriftliche Prüfung von 90 min. Dauer angesetzt werden (Mitteilung über Art der Prüfung am Beginn des Trimesters).

Qualifikationsziele

Fähigkeit zur Beurteilung historischer Konstruktionen, besonders hinsichtlich Schäden, Tragverhalten und Standsicherheit. Kenntnis historischer Tragwerksformen. Methodenwissen: Aufmaß historischer Tragwerke, Zustandskartierung, zerstörungsfreie Prüfverfahren für historische Konstruktionen. Fähigkeit zur statischen Modellbildung und Analyse von historischen Holz- und Mauerwerkskonstruktionen (Statik zimmermannsmäßiger Holzkonstruktionen, Gewölbestatik). Kenntnis der Grundprinzipien der Ertüchtigung im Kontext des Denkmalschutzes. Fähigkeit zum Dialog mit Denkmalpflegern, Restauratoren und Nutzern historischer Bauwerke.

Voraussetzungen

Kenntnisse im Konstruktiven Ingenieurbau, in Baustatik und Baumechanik; grundlegende Fertigkeit im Zeichnen.

Leistungsnachweis

- Teilnahmeschein des Praktikums
- Schriftliche Prüfung 90 Minuten oder mündliche Prüfung 30 Minuten

Dauer und Häufigkeit

Das Modul dauert 1 Trimester.
Das Modul beginnt jedes Studienjahr jeweils im Frühjahrstrimester.

Modul 1846 Biomedizinische Informationstechnik 1

zugeordnet zu: Wahlpflichtmodule Vertiefungsrichtung: Moderne Verfahren sicherer Kommunikationssysteme

Studiengang:	Mathematical Engineering	Modultyp:	Wahlpflicht
Workload gesamt (h):	150 Stunden	ECTS-Punkte:	5
-> Präsenzzeit (h):	48 Stunden	TWS:	4 Stunden
-> Selbststudium (h):	102 Stunden		

Modulbestandteile	18461 18462 18463 18464	Biosignal-Messtechnik (Praktikum (PF) - 2 TWS) Biosignalverarbeitung (Vorlesung (WP) - 2 TWS) Modellierung menschlichen Verhaltens in Informationssystemen (Vorlesung (WP) - 2 TWS) Konzepte von Fahrerassistenzsystemen (Vorlesung (WP) - 2 TWS)
-------------------	----------------------------------	--

Modulverantwortlicher	Priv.-Doz. Dr.-Ing. Gerhard Staude
-----------------------	------------------------------------

Inhalt

Die Module Biomedizinische Informationstechnik 1 bis 3 erlauben einen Blick über den eigenen Gartenzaun hinaus und zeigen Möglichkeiten auf, das in den Grundlagenmodulen erworbene Ingenieurs-Know-How in den Bereichen Medizin, Life-Sciences und Mensch-Maschine-Interaktion einzusetzen. Das studentenzentrierte aktive Erleben der vermittelten Inhalte steht dabei im Mittelpunkt.

In den zugehörigen Lehrveranstaltungen werden wesentliche Problemfelder der Biomedizinischen Informationstechnik mit Fokus auf die zuverlässige Registrierung, Verarbeitung und Interpretation biomedizinischer Signale besprochen und anhand von Beispielen aus der Praxis illustriert. Zentrales Element ist die Lehrveranstaltung Biosignal-Messtechnik, die wahlweise durch eine (Biomedizinische Informationstechnik 1, 5 ECTS), zwei (Biomedizinische Informationstechnik 2, 8 ECTS) oder alle (Biomedizinische Informationstechnik 3, 11 ECTS) der drei zur Auswahl stehenden weiterführenden Lehrveranstaltungen

- Biosignalverarbeitung
- Modellierung menschlichen Verhaltens in Informationssystemen
- Konzepte von Fahrerassistenzsystemen

weiter vertieft wird. Das Modul Biomedizinische Informationstechnik 1 umfasst die Lehrveranstaltung Biosignal-Messtechnik sowie eine der drei weiterführenden Veranstaltungen.

Die Inhalte der Lehrveranstaltungen im Einzelnen:

a) Lehrveranstaltung Biosignal-Messtechnik (PD Dr. Staude)

In verschiedenen Lehreinheiten wird die Erfassung und Verarbeitung biologischer Signale unter Verwendung des Biopac-Student-Lab (www.biopac.com), der PhysioNet-Datenbank und MATLAB demonstriert. Teams von jeweils drei Studenten führen Messungen sowie

Auswertungen selbständig durch und erarbeiten so die einzelnen Lektionen in weitgehend freier Zeiteinteilung. In gemeinsamen Seminarveranstaltungen werden charakteristische Eigenschaften biologischer Signale erörtert und Techniken zur zuverlässigen Signalregistrierung erarbeitet. Schwerpunkte der Lehrveranstaltung sind:

- Überblick und Definition biomedizinischer Signale
- Anwendungsbeispiele aus Medizin, Biowissenschaften und Ambient-Assisted Living
- Physiologische Grundlagen biologischer Signalquellen
- Sensortechnik und Signalregistrierung
- Sicherheitstechnische Aspekte

b) Lehrveranstaltung Biosignalverarbeitung (PD Dr. Staude)

In der Lehrveranstaltung werden Aspekte der optimalen Signalaufbereitung und Digitalisierung erörtert und ausgewählte Methoden der Biosignalverarbeitung vorgestellt, die die Studierenden dann in einer MATLAB-Umgebung implementieren und auf ihre gemessenen Signale anwenden. Schwerpunkte der Lehrveranstaltung sind:

- Grundlagen der digitalen Signaldarstellung im Zeit- und Spektralbereich
- Signalaufbereitung und -vorverarbeitung
- Lineare und Nichtlineare Methoden zur Signalanalyse und Merkmalsextraktion
- Überwachungs- und Algorithmen
- Mustererkennung und Diagnoseunterstützung
- Kontextadaptive Strategien
- Expertensysteme und Künstliche Intelligenz

c) Lehrveranstaltung Modellierung menschlichen Verhaltens in Informationssystemen (Dr.-Ing. Michael Dambier)

Die Lehrveranstaltung befasst sich mit Konzepten der menschlichen Informationsverarbeitung und der menschlichen Physiologie und deren Abbildung in Informationssystemen. Ausgehend von Beispielen der Fahrermodellierung und der Modellierung menschlichen Verhaltens in Sicherheitssystemen werden grundlegende Modellierungsprinzipien und -vorgehensweisen erläutert. Die informationstechnischen Verfahren werden in den Beispieldomänen um menschliche Verhaltensaspekte erweitert. Schwerpunkte der Vorlesung sind:

- Grundlagen der Modellierung
- „Funktionsweise“ des Menschen
- Sensortechnologie
- Modellierung des Menschen als Regelement
- Modellierung von menschlichem Verhalten in Sicherheitssystemen

d) Lehrveranstaltung Konzepte von Fahrerassistenzsystemen (Dr. rer. nat. Dietrich Manstetten)

Die Lehrveranstaltung konzentriert sich auf den Kontext der Rolle des Menschen in der Fahrzeugführung und die zur Unterstützung dieser Aufgabe entwickelten technischen Systeme. Aktuelle Fahrerassistenzsysteme (Elektronisches Stabilitäts Programm ESP, Adaptive Cruise Control ACC, Notbremsysteme, Spurhalteunterstützung, Nacht-

sichtsysteme) werden aus Unfallforschung und Verkehrstheorie motiviert und im Detail erläutert. Die Implikationen für die sich ändernde Rolle des Fahrers werden dargestellt und anhand von informationstechnischen Technologien der Mensch-Maschine-Schnittstelle bzw. der Fahrerzustandserkennung konkretisiert. Schwerpunktthemen der Vorlesung sind:

- Aufgaben der Fahrzeugführung
- Beispiele für Fahrerassistenzsysteme
- Unfallforschung und Verkehrstheorie
- Umfelderkennung und Sensortechnologie
- Gestaltung der Mensch-Maschine Schnittstelle
- Ermittlung des Fahrerzustandes
- Modellierung des Fahrerverhaltens
- Systemtest mit Fahrsimulatoren und auf Teststrecken
- Der Weg zum Autonomen Fahren

Qualifikationsziele

Die Studierenden sollen im Rahmen des Moduls Biomedizinische Informationstechnik 1 folgende Kernkompetenzen erwerben:

- Grundlegendes methodisches Wissen zur zuverlässigen Registrierung und sicheren Verarbeitung biologischer Signale
- Kenntnis wesentlicher Eigenschaften, Besonderheiten und Anwendungsaspekte ausgewählter Biosignale wie EKG, EEG, EMG
- Fähigkeit zur interdisziplinären Umsetzung von Ingenieurwissen in den Bereichen Medizin, Biowissenschaften und Mensch-Maschine-Interaktion
- Sicherheit im selbständigen Erarbeiten von Problemlösungen im Team

Voraussetzungen

- Bereitschaft zur eigenmotivierten aktiven Mitarbeit in kleinen Teams
- Wegen der studentenzentrierten Ausrichtung muss die Teilnehmerzahl für diese Veranstaltung auf 21 beschränkt werden

Verwendbarkeit

- Wahlpflichtmodul für alle Vertiefungsrichtungen der Studiengänge Elektrotechnik und Informationstechnik (M. Sc.) und Mathematical Engineering (M. Sc.) sowie Informatik (M. Sc.) mit Anwendungsfach Elektrotechnik
- Vorbereitung von Masterarbeiten auf dem Gebiet der Biomedizinischen Informationstechnik

Hinweis: Das Modul ist nur dann verwendbar, wenn keine der zugehörigen Lehrveranstaltungen im Rahmen eines anderen Moduls eingebracht wird!

Leistungsnachweis

- Jährlich werden zwei Termine angeboten, an denen alle Teilveranstaltungen des Moduls gemeinsam geprüft werden. Voraussetzung

für die Zulassung zur Prüfung ist die regelmäßige Bearbeitung der Biosignal-Messtechnik Lehreinheiten im Labor mit Abgabe der Messprotokolle sowie, bei Belegung der Lehrveranstaltung Modellierung menschlichen Verhaltens in Informationssystemen, die Bearbeitung einer Hausaufgabe mit abschließender Ergebnispräsentation.

- Für das Modul Biomedizinische Informationstechnik 1 ist eine schriftliche Prüfung von 40 Minuten Dauer (sP-40) vorgesehen. Die Prüfungsergebnisse zur Lehrveranstaltung Biosignal-Messtechnik und der gewählten weiterführenden Lehrveranstaltung gehen zu gleichen Teilen in die Modulnote ein. Die Modulprüfung ist bestanden, wenn jeder der in die Modulnote eingehenden Lehrveranstaltungen mindestens mit „ausreichend“ (4.0) bewertet wurde.

Sonstige Bemerkungen

- Die Lehreinheiten des Praktikums Biosignal-Messtechnik werden von den Studierenden in weitgehend freier Zeiteinteilung aktiv im Versuchslabor erarbeitet.
- Die Lehrveranstaltungen Modellierung menschlichen Verhaltens in Informationssystemen und Konzepte von Fahrerassistenzsystemen werden in Absprache jeweils zu Blöcken zusammengefasst

Literatur

Biosignalverarbeitung:

Rangaraj M. Rangayyan: Biomedical Signal Analysis: A Case-Study Approach, Wiley-IEEE Press, 2002

Moody GB, Mark RG, Goldberger AL: PhysioNet: A Web-Based Resource for the Study of Physiologic Signals, Engineering in Medicine and Biology Magazine, Vol 20/3, pp. 70-75, 2001

Wolfgang Schweizer: MATLAB kompakt. 3. Auflage. München, Oldenbourg Verlag, 2008

Modellierung menschlichen Verhaltens in Informationssystemen:

H. J. Bungartz, S. Zimmer, M. Buchholz, D. Pflüger, „Modellbildung und Simulation - Eine anwendungsorientierte Einführung“. Verlag Springer, 2009.

B. Schneider, „Die Simulation menschlichen Panikverhaltens - Ein Agenten-basierter Ansatz“. Verlag Vieweg&Teubner, Wiesbaden, 2011.

Konzepte von Fahrerassistenzsystemen:

H. Winner, S. Hakuli, G. Wolf, „Handbuch Fahrerassistenzsysteme: Grundlagen, Komponenten und Systeme für aktive Sicherheit und Komfort“. Verlag Vieweg&Teubner, 2009

Dauer und Häufigkeit

- Das Modul dauert 2 Trimester.
- Das Modul beginnt jedes Studienjahr jeweils im Wintertrimester.

Modul 1847 Biomedizinische Informationstechnik 2

zugeordnet zu: Wahlpflichtmodule Vertiefungsrichtung: Moderne Verfahren sicherer Kommunikationssysteme

Studiengang:	Mathematical Engineering	Modultyp:	Wahlpflicht
Workload gesamt (h):	240 Stunden	ECTS-Punkte:	8
-> Präsenzzeit (h):	72 Stunden	TWS:	6 Stunden
-> Selbststudium (h):	168 Stunden		

Modulbestandteile	18461	Biosignal-Messtechnik (Praktikum (PF) - 2 TWS)
	18462	Biosignalverarbeitung (Vorlesung (WP) - 2 TWS)
	18463	Modellierung menschlichen Verhaltens in Informationssystemen (Vorlesung (WP) - 2 TWS)
	18464	Konzepte von Fahrerassistenzsystemen (Vorlesung (WP) - 2 TWS)

Modulverantwortlicher Priv.-Doz. Dr.-Ing. Gerhard Staude

Inhalt Die Module Biomedizinische Informationstechnik 1 bis 3 erlauben einen Blick über den eigenen Gartenzaun hinaus und zeigen Möglichkeiten auf, das in den Grundlagenmodulen erworbene Ingenieurs-Know-How in den Bereichen Medizin, Life-Sciences und Mensch-Maschine-Interaktion einzusetzen. Das studentenzentrierte aktive Erleben der vermittelten Inhalte steht dabei im Mittelpunkt.

In den zugehörigen Lehrveranstaltungen werden wesentliche Problemfelder der Biomedizinischen Informationstechnik mit Fokus auf die zuverlässige Registrierung, Verarbeitung und Interpretation biomedizinischer Signale besprochen und anhand von Beispielen aus der Praxis illustriert. Zentrales Element ist die Lehrveranstaltung Biosignal-Messtechnik, die wahlweise durch eine (Biomedizinische Informationstechnik 1, 5 ECTS), zwei (Biomedizinische Informationstechnik 2, 8 ECTS) oder alle (Biomedizinische Informationstechnik 3, 11 ECTS) der drei zur Auswahl stehenden weiterführenden Lehrveranstaltungen

- Biosignalverarbeitung
- Modellierung menschlichen Verhaltens in Informationssystemen
- Konzepte von Fahrerassistenzsystemen

weiter vertieft wird. Das Modul Biomedizinische Informationstechnik 2 umfasst die Lehrveranstaltung Biosignal-Messtechnik sowie zwei der drei weiterführenden Veranstaltungen.

Die Inhalte der Lehrveranstaltungen im Einzelnen:

a) Lehrveranstaltung Biosignal-Messtechnik (PD Dr. Staude)

In verschiedenen Lehreinheiten wird die Erfassung und Verarbeitung biologischer Signale unter Verwendung des Biopac-Student-Lab (www.biopac.com), der PhysioNet-Datenbank und MATLAB demonstriert. Teams von jeweils drei Studenten führen Messungen sowie

Auswertungen selbständig durch und erarbeiten so die einzelnen Lektionen in weitgehend freier Zeiteinteilung. In gemeinsamen Seminarveranstaltungen werden charakteristische Eigenschaften biologischer Signale erörtert und Techniken zur zuverlässigen Signalregistrierung erarbeitet. Schwerpunkte der Lehrveranstaltung sind:

- Überblick und Definition biomedizinischer Signale
- Anwendungsbeispiele aus Medizin, Biowissenschaften und Ambient-Assisted Living
- Physiologische Grundlagen biologischer Signalquellen
- Sensortechnik und Signalregistrierung
- Sicherheitstechnische Aspekte

b) Lehrveranstaltung Biosignalverarbeitung (PD Dr. Staude)

In der Lehrveranstaltung werden Aspekte der optimalen Signalaufbereitung und Digitalisierung erörtert und ausgewählte Methoden der Biosignalverarbeitung vorgestellt, die die Studierenden dann in einer MATLAB-Umgebung implementieren und auf ihre gemessenen Signale anwenden. Schwerpunkte der Lehrveranstaltung sind:

- Grundlagen der digitalen Signaldarstellung im Zeit- und Spektralbereich
- Signalaufbereitung und -vorverarbeitung
- Lineare und Nichtlineare Methoden zur Signalanalyse und Merkmalsextraktion
- Überwachungs- und Algorithmen
- Mustererkennung und Diagnoseunterstützung
- Kontextadaptive Strategien
- Expertensysteme und Künstliche Intelligenz

c) Lehrveranstaltung Modellierung menschlichen Verhaltens in Informationssystemen (Dr.-Ing. Michael Dambier)

Die Lehrveranstaltung befasst sich mit Konzepten der menschlichen Informationsverarbeitung und der menschlichen Physiologie und deren Abbildung in Informationssystemen. Ausgehend von Beispielen der Fahrermodellierung und der Modellierung menschlichen Verhaltens in Sicherheitssystemen werden grundlegende Modellierungsprinzipien und -vorgehensweisen erläutert. Die informationstechnischen Verfahren werden in den Beispieldomänen um menschliche Verhaltensaspekte erweitert. Schwerpunkte der Vorlesung sind:

- Grundlagen der Modellierung
- „Funktionsweise“ des Menschen
- Sensortechnologie
- Modellierung des Menschen als Regelement
- Modellierung von menschlichem Verhalten in Sicherheitssystemen

d) Lehrveranstaltung Konzepte von Fahrerassistenzsystemen (Dr. rer. nat. Dietrich Manstetten)

Die Lehrveranstaltung konzentriert sich auf den Kontext der Rolle des Menschen in der Fahrzeugführung und die zur Unterstützung dieser Aufgabe entwickelten technischen Systeme. Aktuelle Fahrerassistenzsysteme (Elektronisches Stabilitäts Programm ESP, Adaptive Cruise Control ACC, Notbremsysteme, Spurhalteunterstützung, Nacht-

sichtsysteme) werden aus Unfallforschung und Verkehrstheorie motiviert und im Detail erläutert. Die Implikationen für die sich ändernde Rolle des Fahrers werden dargestellt und anhand von informationstechnischen Technologien der Mensch-Maschine-Schnittstelle bzw. der Fahrerzustandserkennung konkretisiert. Schwerpunktthemen der Vorlesung sind:

- Aufgaben der Fahrzeugführung
- Beispiele für Fahrerassistenzsysteme
- Unfallforschung und Verkehrstheorie
- Umfelderkennung und Sensortechnologie
- Gestaltung der Mensch-Maschine Schnittstelle
- Ermittlung des Fahrerzustandes
- Modellierung des Fahrerverhaltens
- Systemtest mit Fahrsimulatoren und auf Teststrecken
- Der Weg zum Autonomen Fahren

Qualifikationsziele

Die Studierenden sollen im Rahmen des Moduls Biomedizinische Informationstechnik 2 folgende Kernkompetenzen erwerben:

- Grundlegendes methodisches Wissen zur zuverlässigen Registrierung und sicheren Verarbeitung biologischer Signale
- Kenntnis wesentlicher Eigenschaften, Besonderheiten und Anwendungsaspekte ausgewählter Biosignale wie EKG, EEG, EMG
- Fähigkeit zur interdisziplinären Umsetzung von Ingenieurwissen in den Bereichen Medizin, Biowissenschaften und Mensch-Maschine-Interaktion
- Sicherheit im selbständigen Erarbeiten von Problemlösungen im Team

Voraussetzungen

- Bereitschaft zur eigenmotivierten aktiven Mitarbeit in kleinen Teams
- Wegen der studentenzentrierten Ausrichtung muss die Teilnehmerzahl für diese Veranstaltung auf 21 beschränkt werden.

Verwendbarkeit

- Wahlpflichtmodul für alle Vertiefungsrichtungen der Studiengänge Elektrotechnik und Informationstechnik (M. Sc.) und Mathematical Engineering (M. Sc.) sowie Informatik (M. Sc.) mit Anwendungsfach Elektrotechnik
- Vorbereitung von Masterarbeiten auf dem Gebiet der Biomedizinischen Informationstechnik

Hinweis: Das Modul ist nur dann verwendbar, wenn keine der zugehörigen Lehrveranstaltungen im Rahmen eines anderen Moduls eingebracht wird!

Leistungsnachweis

- Jährlich werden zwei Termine angeboten, an denen alle Teilveranstaltungen des Moduls gemeinsam geprüft werden. Voraussetzung für die Zulassung zur Prüfung ist die regelmäßige Bearbeitung der Biosignal-Messtechnik Lehreinheiten im Labor mit Abgabe der Messprotokolle sowie, bei Belegung der Lehrveranstaltung Modellierung menschlichen Verhaltens in Informationssystemen, die Bearbeitung einer Hausaufgabe mit abschließender Ergebnispräsentation.
- Für das Modul Biomedizinische Informationstechnik 2 ist eine schriftliche Prüfung von 60 Minuten Dauer (sP-60) vorgesehen. Die Prüfungsergebnisse zur Lehrveranstaltung Biosignal-Messtechnik und der gewählten beiden weiterführenden Lehrveranstaltungen gehen zu gleichen Teilen in die Modulnote ein. Die Modulprüfung ist bestanden, wenn jede der in die Modulnote eingehenden Lehrveranstaltungen mindestens mit „ausreichend“ (4.0) bewertet wurde.

Sonstige Bemerkungen

- Die Lehreinheiten des Praktikums Biosignal-Messtechnik werden von den Studierenden in weitgehend freier Zeiteinteilung aktiv im Versuchslabor erarbeitet.
- Die Lehrveranstaltungen Modellierung menschlichen Verhaltens in Informationssystemen und Konzepte von Fahrerassistenzsystemen werden in Absprache jeweils zu Blöcken zusammengefasst.

Literatur

Biosignalverarbeitung:

Rangaraj M. Rangayyan: Biomedical Signal Analysis: A Case-Study Approach, Wiley-IEEE Press, 2002

Moody GB, Mark RG, Goldberger AL: PhysioNet: A Web-Based Resource for the Study of Physiologic Signals, Engineering in Medicine and Biology Magazine, Vol 20/3, pp. 70-75, 2001

Wolfgang Schweizer: MATLAB kompakt. 3. Auflage. München, Oldenbourg Verlag, 2008

Modellierung menschlichen Verhaltens in Informationssystemen:

H. J. Bungartz, S. Zimmer, M. Buchholz, D. Pflüger, „Modellbildung und Simulation - Eine anwendungsorientierte Einführung“. Verlag Springer, 2009.

B. Schneider, „Die Simulation menschlichen Panikverhaltens - Ein Agenten-basierter Ansatz“. Verlag Vieweg&Teubner, Wiesbaden, 2011.

Konzepte von Fahrerassistenzsystemen:

H. Winner, S. Hakuli, G. Wolf, „Handbuch Fahrerassistenzsysteme: Grundlagen, Komponenten und Systeme für aktive Sicherheit und Komfort“. Verlag Vieweg&Teubner, 2009

Dauer und Häufigkeit

- Das Modul dauert 2 Trimester.
- Das Modul beginnt jedes Studienjahr jeweils im Wintertrimester

Modul 1848 Biomedizinische Informationstechnik 3

zugeordnet zu: Wahlpflichtmodule Vertiefungsrichtung: Moderne Verfahren sicherer Kommunikationssysteme

Studiengang:	Mathematical Engineering	Modultyp:	Wahlpflicht
Workload gesamt (h):	330 Stunden	ECTS-Punkte:	11
-> Präsenzzeit (h):	96 Stunden	TWS:	8 Stunden
-> Selbststudium (h):	234 Stunden		

Modulbestandteile	18461	Biosignal-Messtechnik (Praktikum (PF) - 2 TWS)
	18462	Biosignalverarbeitung (Vorlesung (WP) - 2 TWS)
	18463	Modellierung menschlichen Verhaltens in Informationssystemen (Vorlesung (WP) - 2 TWS)
	18464	Konzepte von Fahrerassistenzsystemen (Vorlesung (WP) - 2 TWS)

Modulverantwortlicher Priv.-Doz. Dr.-Ing. Gerhard Staude

Inhalt Die Module Biomedizinische Informationstechnik 1 bis 3 erlauben einen Blick über den eigenen Gartenzaun hinaus und zeigen Möglichkeiten auf, das in den Grundlagenmodulen erworbene Ingenieurs-Know-How in den Bereichen Medizin, Life-Sciences und Mensch-Maschine-Interaktion einzusetzen. Das studentenzentrierte aktive Erleben der vermittelten Inhalte steht dabei im Mittelpunkt.

In den zugehörigen Lehrveranstaltungen werden wesentliche Problemfelder der Biomedizinischen Informationstechnik mit Fokus auf die zuverlässige Registrierung, Verarbeitung und Interpretation biomedizinischer Signale besprochen und anhand von Beispielen aus der Praxis illustriert. Zentrales Element ist die Lehrveranstaltung Biosignal-Messtechnik, die wahlweise durch eine (Biomedizinische Informationstechnik 1, 5 ECTS), zwei (Biomedizinische Informationstechnik 2, 8 ECTS) oder alle (Biomedizinische Informationstechnik 3, 11 ECTS) der drei zur Auswahl stehenden weiterführenden Lehrveranstaltungen

- Biosignalverarbeitung
- Modellierung menschlichen Verhaltens in Informationssystemen
- Konzepte von Fahrerassistenzsystemen

weiter vertieft wird. Das Modul Biomedizinische Informationstechnik 3 umfasst die Lehrveranstaltung Biosignal-Messtechnik sowie alle drei weiterführenden Veranstaltungen.

Die Inhalte der Lehrveranstaltungen im Einzelnen:

a) Lehrveranstaltung Biosignal-Messtechnik (PD Dr. Staude)

In verschiedenen Lehreinheiten wird die Erfassung und Verarbeitung biologischer Signale unter Verwendung des Biopac-Student-Lab (www.biopac.com), der PhysioNet-Datenbank und MATLAB demonstriert. Teams von jeweils drei Studenten führen Messungen sowie

Auswertungen selbständig durch und erarbeiten so die einzelnen Lektionen in weitgehend freier Zeiteinteilung. In gemeinsamen Seminarveranstaltungen werden charakteristische Eigenschaften biologischer Signale erörtert und Techniken zur zuverlässigen Signalregistrierung erarbeitet. Schwerpunkte der Lehrveranstaltung sind:

- Überblick und Definition biomedizinischer Signale
- Anwendungsbeispiele aus Medizin, Biowissenschaften und Ambient-Assisted Living
- Physiologische Grundlagen biologischer Signalquellen
- Sensortechnik und Signalregistrierung
- Sicherheitstechnische Aspekte

b) Lehrveranstaltung Biosignalverarbeitung (PD Dr. Staude)

In der Lehrveranstaltung werden Aspekte der optimalen Signalaufbereitung und Digitalisierung erörtert und ausgewählte Methoden der Biosignalverarbeitung vorgestellt, die die Studierenden dann in einer MATLAB-Umgebung implementieren und auf ihre gemessenen Signale anwenden. Schwerpunkte der Lehrveranstaltung sind:

- Grundlagen der digitalen Signaldarstellung im Zeit- und Spektralbereich
- Signalaufbereitung und -vorverarbeitung
- Lineare und Nichtlineare Methoden zur Signalanalyse und Merkmalsextraktion
- Überwachungs- und Algorithmen
- Mustererkennung und Diagnoseunterstützung
- Kontextadaptive Strategien
- Expertensysteme und Künstliche Intelligenz

c) Lehrveranstaltung Modellierung menschlichen Verhaltens in Informationssystemen (Dr.-Ing. Michael Dambier)

Die Lehrveranstaltung befasst sich mit Konzepten der menschlichen Informationsverarbeitung und der menschlichen Physiologie und deren Abbildung in Informationssystemen. Ausgehend von Beispielen der Fahrermodellierung und der Modellierung menschlichen Verhaltens in Sicherheitssystemen werden grundlegende Modellierungsprinzipien und -vorgehensweisen erläutert. Die informationstechnischen Verfahren werden in den Beispieldomänen um menschliche Verhaltensaspekte erweitert. Schwerpunkte der Vorlesung sind:

- Grundlagen der Modellierung
- „Funktionsweise“ des Menschen
- Sensortechnologie
- Modellierung des Menschen als Regelement
- Modellierung von menschlichem Verhalten in Sicherheitssystemen

d) Lehrveranstaltung Konzepte von Fahrerassistenzsystemen (Dr. rer. nat. Dietrich Manstetten)

Die Lehrveranstaltung konzentriert sich auf den Kontext der Rolle des Menschen in der Fahrzeugführung und die zur Unterstützung dieser Aufgabe entwickelten technischen Systeme. Aktuelle Fahrerassistenzsysteme (Elektronisches Stabilitäts Programm ESP, Adaptive Cruise Control ACC, Notbremsysteme, Spurhalteunterstützung, Nacht-

sichtsysteme) werden aus Unfallforschung und Verkehrstheorie motiviert und im Detail erläutert. Die Implikationen für die sich ändernde Rolle des Fahrers werden dargestellt und anhand von informationstechnischen Technologien der Mensch-Maschine-Schnittstelle bzw. der Fahrerzustandserkennung konkretisiert. Schwerpunkthemen der Vorlesung sind:

- Aufgaben der Fahrzeugführung
- Beispiele für Fahrerassistenzsysteme
- Unfallforschung und Verkehrstheorie
- Umfelderkennung und Sensortechnologie
- Gestaltung der Mensch-Maschine Schnittstelle
- Ermittlung des Fahrerzustandes
- Modellierung des Fahrerverhaltens
- Systemtest mit Fahrsimulatoren und auf Teststrecken
- Der Weg zum Autonomen Fahren

Qualifikationsziele

Die Studierenden sollen im Rahmen des Moduls Biomedizinische Informationstechnik 3 folgende Kernkompetenzen erwerben:

- Grundlegendes methodisches Wissen zur zuverlässigen Registrierung und sicheren Verarbeitung biologischer Signale
- Kenntnis wesentlicher Eigenschaften, Besonderheiten und Anwendungsaspekte ausgewählter Biosignale wie EKG, EEG, EMG
- Fähigkeit zur interdisziplinären Umsetzung von Ingenieurwissen in den Bereichen Medizin, Biowissenschaften und Mensch-Maschine-Interaktion
- Sicherheit im selbständigen Erarbeiten von Problemlösungen im Team

Voraussetzungen

- Bereitschaft zur eigenmotivierten aktiven Mitarbeit in kleinen Teams
- Wegen der studentenzentrierten Ausrichtung muss die Teilnehmerzahl für diese Veranstaltung auf 21 beschränkt werden.

Verwendbarkeit

- Wahlpflichtmodul für alle Vertiefungsrichtungen der Studiengänge Elektrotechnik und Informationstechnik (M. Sc.) und Mathematical Engineering (M. Sc.) sowie Informatik (M. Sc.) mit Anwendungsfach Elektrotechnik
- Vorbereitung von Masterarbeiten auf dem Gebiet der Biomedizinischen Informationstechnik

Hinweis: Das Modul ist nur dann verwendbar, wenn keine der zugehörigen Lehrveranstaltungen im Rahmen eines anderen Moduls eingebracht wird!

Leistungsnachweis

- Jährlich werden zwei Termine angeboten, an denen alle Teilveranstaltungen des Moduls gemeinsam geprüft werden. Voraussetzung

für die Zulassung zur Prüfung ist die regelmäßige Bearbeitung der Biosignal-Messtechnik Lehreinheiten im Labor mit Abgabe der Messprotokolle sowie, bei Belegung der Lehrveranstaltung Modellierung menschlichen Verhaltens in Informationssystemen, die Bearbeitung einer Hausaufgabe mit abschließender Ergebnispräsentation.

- Für das Modul Biomedizinische Informationstechnik 3 ist eine schriftliche Prüfung von 80 Minuten Dauer (sP-80) vorgesehen. Die Prüfungsergebnisse aller vier Lehrveranstaltungen gehen zu gleichen Teilen in die Modulnote ein. Die Modulprüfung ist bestanden, wenn jeder in die Modulnote eingehenden Lehrveranstaltungen mindestens mit „ausreichend“ (4.0) bewertet wurde.

Sonstige Bemerkungen

- Die Lehreinheiten des Praktikums Biosignal-Messtechnik werden von den Studierenden in weitgehend freier Zeiteinteilung aktiv im Versuchslabor erarbeitet.
- Die Lehrveranstaltungen Modellierung menschlichen Verhaltens in Informationssystemen und Konzepte von Fahrerassistenzsystemen werden in Absprache jeweils zu Blöcken zusammengefasst.

Literatur

Biosignalverarbeitung:

Rangaraj M. Rangayyan: Biomedical Signal Analysis: A Case-Study Approach, Wiley-IEEE Press, 2002

Moody GB, Mark RG, Goldberger AL: PhysioNet: A Web-Based Resource for the Study of Physiologic Signals, Engineering in Medicine and Biology Magazine, Vol 20/3, pp. 70-75, 2001

Wolfgang Schweizer: MATLAB kompakt. 3. Auflage. München, Oldenburg Verlag, 2008

Modellierung menschlichen Verhaltens in Informationssystemen:

H. J. Bungartz, S. Zimmer, M. Buchholz, D. Pflüger, „Modellbildung und Simulation - Eine anwendungsorientierte Einführung“. Verlag Springer, 2009.

B. Schneider, „Die Simulation menschlichen Panikverhaltens - Ein Agenten-basierter Ansatz“. Verlag Vieweg&Teubner, Wiesbaden, 2011.

Konzepte von Fahrerassistenzsystemen:

H. Winner, S. Hakuli, G. Wolf, „Handbuch Fahrerassistenzsysteme: Grundlagen, Komponenten und Systeme für aktive Sicherheit und Komfort“. Verlag Vieweg&Teubner, 2009

Dauer und Häufigkeit

- Das Modul dauert 2 Semester.
- Das Modul beginnt jedes Studienjahr jeweils im Wintersemester.

Modul 1310 Brücken- und Ingenieurbau

zugeordnet zu: Wahlpflichtmodule Vertiefungsrichtung: Moderne Verfahren sicherer Kommunikationssysteme

Studiengang:	Mathematical Engineering	Modultyp:	Pflicht
Workload gesamt (h):	150 Stunden	ECTS-Punkte:	5
-> Präsenzzeit (h):	72 Stunden	TWS:	5 Stunden
-> Selbststudium (h):	78 Stunden		

Modulbestandteile	13101	Betonbrücken (Vorlesung (PF) - 1 TWS)
	13102	Betonbrücken (Übung (PF) - 1 TWS)
	13103	Grundlagen des Brückenbaus (Vorlesung (PF) - 1 TWS)
	13104	Stahl- und Verbundbrücken (Vorlesung (PF) - 1 TWS)
	13105	Stahl- und Verbundbrücken (Übung (PF) - 1 TWS)

Modulverantwortlicher Prof. Dr.-Ing. Manfred Keuser

Inhalt

Im Modul Brücken- und Ingenieurbau werden zunächst in der Vorlesung Grundlagen des Brückenbaus (Prof. Mangerig/Prof. Keuser) die unabhängig vom Werkstoff geltenden Grundlagen für die Planung und die Berechnung von Brücken gelegt. Themenschwerpunkte bilden dabei die Einwirkungen aus Straßen-, Eisenbahn- und Fußgängerverkehr, aus Zwang (Temperatur, Setzungen etc.) und die außergewöhnlichen Einwirkungen (Anprall, Erdbeben), der Entwurf und die Berechnung von Brücken, die Brückenausrüstung (Lager, Fahrbahnübergänge) und die Gestaltung von Brücken.

In weiterführenden Lehrveranstaltungen werden dann die besonderen Gegebenheiten bei Stahl- und Stahlverbundbrücken (Prof. Mangerig) sowie Betonbrücken (Prof. Keuser) vorgestellt und in Übungen vertieft. Dies betrifft sowohl die Berechnung der Brückentragwerke als auch die aus unterschiedlichen Bauverfahren (Taktschieben, Freivorbau, Lehrgerüst, Montage mit Kran und/oder mit Hilfsstützen) resultierenden statisch-konstruktiven Aspekte.

Qualifikationsziele

Im Modul Brücken- und Ingenieurbau erwerben die Studierenden die Grundkenntnisse in der Objekt- und Tragwerksplanung von Straßen-, Eisenbahn- und Radwegbrücken. So sind sie in der Lage, aufbauend auf ihrem Grundlagenwissen einfache Brücken in Stahl-, Stahlverbund-, Stahlbeton- und Stahlbauweise planerisch und statisch-konstruktiv zu bearbeiten.

Voraussetzungen

Fundierte Grundkenntnisse in den Bereichen Statik, Werkstoffe und Bauchemie und konstruktiver Ingenieurbau (Stahlbau/Massivbau) sind Voraussetzung für eine erfolgreiche Teilnahme.

Verwendbarkeit

Das Modul ist Voraussetzung für das Modul Projekt Konstruktiver Ingenieurbau. Es bildet die Grundlage für eine Masterarbeit im Konstruktiven Ingenieurbau.

Leistungsnachweis

Schriftliche Prüfung 120 Minuten oder mündliche Prüfung 30 Minuten.

Dauer und Häufigkeit

Das Modul dauert 1 Trimester.
Das Modul beginnt jedes Studienjahr jeweils im Frühjahrstrimester.

Modul 1052 Chemische Thermodynamik

zugeordnet zu: Wahlpflichtmodule Vertiefungsrichtung: Moderne Verfahren sicherer Kommunikationssysteme

Studiengang:	Mathematical Engineering	Modultyp:	Pflicht
Workload gesamt (h):	150 Stunden	ECTS-Punkte:	5
-> Präsenzzeit (h):	48 Stunden	TWS:	4 Stunden
-> Selbststudium (h):	102 Stunden		

Modulbestandteile 10521 Chemische Thermodynamik (Vorlesung, Übung (PF) - 4 TWS)

Modulverantwortlicher Prof. Dr.-Ing. Christian Mundt

Inhalt

Die Studierenden erwerben im Modul Chemische Thermodynamik das Wissen zur Thermodynamik chemischer Reaktionen in unterschiedlicher Zusammensetzung im Wesentlichen bezogen auf Gleichgewichtszustände.

1. Die Studierenden erwerben Wissen über die Behandlung chemischer Umsetzungen sowohl in der Gasphase (homogen) als auch in mehrphasigen Gemischen (heterogen).

2. Ausgehend von einigen Grundlagenbetrachtungen (-> B.Sc. Vorlesung) werden beispielsweise folgende Gebiete behandelt:

- Affinität,
- Unterscheidung realer und idealer Systeme,
- Exergie und
- Mehrphasengleichgewichte.

3. Das erworbene Wissen wird durch die Anwendungen wie Verbrennungsvorgänge vertieft und durch kurze Betrachtungen zur Kinetik erweitert.

Qualifikationsziele

1) Die Studierenden können die Bedeutung der Chemischen Thermodynamik bei technischen Prozessen mit chemischen Umsetzungen hinsichtlich Machbarkeit, effizienter Prozessführung und Ökologie/Ökonomie erkennen.

2) Die Studierenden können für einfache Fälle quantitative Aussagen machen und komplexere abschätzen.

3) Die Studierenden erkennen die Bedeutung realer und idealer Betrachtungsweisen.

Voraussetzungen

Der Besuch der Vorlesung „Grundlagen der chem. Thermodynamik“ (B.Sc.) wird empfohlen.

Universität der Bundeswehr München

Verwendbarkeit	Voraussetzung für wissenschaftliche Grundlagenuntersuchungen und angewandte Forschung und Entwicklung auf dem Gebiet.
Leistungsnachweis	Schriftliche Prüfung 75 Minuten oder Mündliche Prüfung 30 Minuten
Sonstige Bemerkungen	Dieses Modul kann auch als Munich-Aerospace-Partnermodul belegt werden. Zuordnung zu den Studienschwerpunkten siehe Tabelle am Anfang des Dokumentes.
Dauer und Häufigkeit	Das Modul dauert ein Trimester, es findet im Herbsttrimester des 1. Master-Studienjahres statt.

Modul 1053 Computational Fluid Dynamics

zugeordnet zu: Wahlpflichtmodule Vertiefungsrichtung: Moderne Verfahren sicherer Kommunikationssysteme

Studiengang:	Mathematical Engineering	Modultyp:	Pflicht
Workload gesamt (h):	150 Stunden	ECTS-Punkte:	5
-> Präsenzzeit (h):	48 Stunden	TWS:	4 Stunden
-> Selbststudium (h):	102 Stunden		

Modulbestandteile	10531	Computational Fluid Dynamics (CFD) (Vorlesung (PF) - 2 TWS)
	10532	Computational Fluid Dynamics (CFD) (Übung (PF) - 2 TWS)

Modulverantwortlicher Prof. Dr.-Ing. habil. Markus Klein

Inhalt	<ul style="list-style-type: none"> • Beispiele von CFD Simulationen • Gittergenerierung, Gitter und ihre Eigenschaften • Behandlung inkompressibler Strömungen • Behandlung kompressibler Strömungen • Behandlung von turbulenten Strömungen (DNS, LES, DES, UR-ANS, Turbulenzmodelle) • Grundgleichungen der Fluidodynamik, Näherungen und mathematischer Charakter • Finite Differenzen Methode • Finite Volumen Methode • Zeitintegrationsverfahren für instationäre Strömungen • Eigenschaften finiter Approximationen • Lösungsverfahren für lineare Gleichungssysteme • Lösungsverfahren für die Navier-Stokes-Gleichungen inkompressibler Strömungen • Randbedingungen
--------	--

Qualifikationsziele	Die numerische Behandlung von strömungsmechanischen Problemstellungen ist für viele Bereiche der Luft- und Raumfahrt zu einem unentbehrlichen Standard-Werkzeug geworden. Die Vorlesung "Computational Fluid Dynamics (CFD)" macht die Studenten mit den Verfahren vertraut, mit denen sich der praktisch arbeitende Ingenieur konfrontiert sieht. Dazu gehören die eigentliche Berechnung inkompressibler und kompressibler Strömungen, sowie eine Einführung in die Theorie der Turbulenzmodellierung.
---------------------	--

Voraussetzungen	Kenntnisse in numerischer Mathematik (entsprechend den Inhalten des Bachelor- und Master-Moduls "Numerische Mathematik"). Vorlesung Strömungsmechanik.
-----------------	--

Verwendbarkeit	Das Modul kann in allen technisch orientierten Bereichen des LRT-Studiums verwendet werden.
Leistungsnachweis	Schriftliche Prüfung 75 Minuten (Hilfsmittel: selbst angefertigte Mitschrift aus der Vorlesung (1xDINA4 beidseitig beschrieben), kein Taschenrechner) oder mündliche Prüfung 30 Minuten (ohne Hilfsmittel)
Sonstige Bemerkungen	Zuordnung zu den Studienschwerpunkten siehe Tabelle am Anfang des Dokumentes.
Literatur	<ul style="list-style-type: none">• Blazek J.: Computational Fluid Dynamics: Principles and Applications. Elsevier, Amsterdam, 2001.• Ferziger J.H., Peric M.: Numerische Strömungsmechanik. Springer-Verlag, Berlin Heidelberg, 2007.• Hirsch Charles: Numerical Computation of Internal and External Flows. Vol. I&II. Butterworth Heinemann, 2007.• LeVeque Randall J.: Finite Volume Methods for Hyperbolic Problems. Cambridge Texts in Applied Mathematics. Cambridge University Press, 2002.
Dauer und Häufigkeit	Das Modul dauert ein Trimester, es findet im Herbsttrimester des 1. Master-Studienjahres statt.

Modul 1252 Digitale Bildverarbeitung

zugeordnet zu: Wahlpflichtmodule Vertiefungsrichtung: Moderne Verfahren sicherer Kommunikationssysteme

Studiengang:	Mathematical Engineering	Modultyp:	Pflicht
Workload gesamt (h):	150 Stunden	ECTS-Punkte:	5
-> Präsenzzeit (h):	60 Stunden	TWS:	5 Stunden
-> Selbststudium (h):	90 Stunden		

Modulbestandteile	12521	Digitale Bildverarbeitung (Vorlesung (PF) - 3 TWS)
	12522	Digitale Bildverarbeitung (Praktikum (PF) - 2 TWS)

Modulverantwortlicher Prof. Dr. techn. Christian Kargel

Inhalt

a.) Vorlesung „Digitale Bildverarbeitung“:

Bildgebende Mess-, Prüf- und Diagnoseverfahren sind heute bei einer Vielzahl von wissenschaftlichen und industriellen Applikationen unverzichtbar. Die Entwicklung, Implementierung und der praktische Einsatz sind ohne computergestützte (digitale) Verarbeitung undenkbar. Auch aus Kostengründen ist es notwendig, die bildgebenden Verfahren zunehmend rechnergestützt zu implementieren. Somit basieren die Visualisierung, Be- und Verarbeitung, Archivierung, Kompression und (Fern-)Übertragung von Bilddaten fast ausschließlich auf digitalen Verfahren. Hier werden in Erweiterung der herkömmlichen eindimensionalen (1D) Signalverarbeitung von zeitabhängigen Messsignalen, in erster Linie zweidimensionale (2D) Sensor- und Mess-Signale (=Bilder) betrachtet. Die Vorlesung „Digitale Bildverarbeitung“ behandelt genau diese Themengebiete und führt in herkömmliche Methoden der digitalen Bildverarbeitung ein. Querverweise zwischen unterschiedlichen Anwendungsgebieten zeigen Unterschiede und Gemeinsamkeiten auf (z.B. industrielle Bildverarbeitung versus medizinische Bildverarbeitung).

Diese Lehrveranstaltung bereitet in idealer Weise auf das Pflichtpraktikum „Digitale Bildverarbeitung“ vor.

b.) Praktikum „Digitale Bildverarbeitung“:

Die digitale Verarbeitung von Bildern gewinnt durch die rasant zunehmende Leistungsfähigkeit von digitalen Rechnern - insbesondere Mikroprozessoren und Signalprozessoren - und den technologischen Fortschritt bei der Entwicklung empfindlicher und hochauflösender Bildsensoren in vielen Anwendungsgebieten zunehmend an Bedeutung. Bildgebende Mess-, Prüf- und Diagnoseverfahren werden auf vielen Anwendungsgebieten eingesetzt (von der industriellen Applikation bis hin zur Medizin). Im eng mit der gleichnamigen Vorlesung verzahnten Praktikum „Digitale Bildverarbeitung“ wird die konkrete Anwendung von Methoden der digitalen Verarbeitung von zweidimensionalen Sensor- und Mess-Signalen (=Bildern) durchgeführt. Die in der

Vorlesung „Digitale Bildverarbeitung“ behandelten Themen werden anhand von ausgewählten Praktikumsübungen und Kleinprojekten mit MATLAB und/oder LabVIEW in die Tat umgesetzt. Zu den praktischen Übungen zählen beispielsweise:

- Bilddatenerfassung
- Bestimmung der Übertragungseigenschaften eines bildgebenden Systems (Impulsantwort und Modulationsübertragungsfunktion)
- Anwendung von Punktoperationen, lokalen und globalen Operationen
- Messtechnische Ermittlung des Signal-Rausch-Abstandes
- Lineare und nicht-lineare Filterung im Orts- und Ortsfrequenzbereich
- Bildsegmentierung
- Morphologische Operationen
- Geometrische Transformationen
- Extraktion von Kanten, Konturen und Eckpunkten sowie Bildausrichtung
- Objekterkennung und Merkmalsextraktion
- Bildrekonstruktion

Qualifikationsziele

a.) Vorlesung „Digitale Bildverarbeitung“:

- Die Studierenden sind in der Lage, das Gebiet der „digitalen Bildverarbeitung“ von anderen Gebieten mit Bezug zu Bilddaten (wie etwa der Computergraphik, Computeranimation, Informationsvisualisierung, etc.) abzugrenzen.
- Die Studierenden haben einen Überblick über wichtige bildgebende Systeme aus unterschiedlichen Anwendungsbereichen (Industrie, Medizin, etc.).
- Die Studierenden haben Detailkenntnisse über Methoden der digitalen Bildbe- und verarbeitung und besitzen die erforderlichen mathematischen Grundlagen.
- Die Studierenden kennen unterschiedliche Anwendungsgebiete der digitalen Bildverarbeitung und können die physikalischen sowie technischen Möglichkeiten und Limitierungen einschätzen.
- Die Studierenden sind in der Lage, einzelne Bildverarbeitungsmethoden sowie die Kombination aus mehreren Methoden zur Lösung bestimmter Aufgabenstellungen eigenständig zu entwerfen und zielgerichtet anzuwenden.

b.) Praktikum „Digitale Bildverarbeitung“:

- Die Studierenden besitzen vertiefte Kenntnisse und Fertigkeiten im praktischen Umgang mit kamera-basierten Bilderfassungssystemen und -komponenten, können diese anhand messtechnisch ermittelter Übertragungseigenschaften beschreiben und Aussagen über die Bildqualität treffen.

- Die Studierenden können mit Hilfe von Standard-Softwareprogrammen wie MATLAB und LabVIEW digitale, zweidimensionale Sensor- und Mess-Signalen aufnehmen.
- Die Studierenden können ihre theoretischen Kenntnisse über Methoden der digitalen Bildverarbeitung mit den Möglichkeiten von Standard-Softwareprogrammen wie MATLAB und LabVIEW verknüpfen um diese zur aufgabenorientierten Verarbeitung, Auswertung und Darstellung von zweidimensionalen Sensor- und Mess-Signalen anzuwenden.
- Die Studierenden sind in der Lage, in unterschiedlichen Anwendungsbereichen (Industrie, Medizin, etc.) vorkommende, praktische Problemstellungen der Bildverarbeitung eigenständig zu analysieren und Lösungen mit Hilfe von standardmäßig verfügbaren oder eigenständig modifizierten Methoden mithilfe von MATLAB und/oder LabVIEW zu erarbeiten.

Voraussetzungen

- Kenntnisse der Elektrotechnik, Physik und Mathematik. Kenntnisse über Signale und Systeme sowie Grundkenntnisse der analogen und digitalen Signalverarbeitung.

Verwendbarkeit

- Pflichtmodul für die Vertiefungsrichtung „Sicherheitstechnik“ des Masterstudiengangs EIT
- Wahlpflichtmodul für alle anderen Studien- und Vertiefungsrichtungen, z.B. ME, INF, CAE
- Das Modul steht in thematischem Zusammenhang mit den Lehrveranstaltungen
 - o Ausgewählte Kapitel der Sensorik und Messtechnik, Oberseminar,
 - o Spezielle messtechnische Probleme, Oberseminar.
 - o Simulationswerkzeuge in der Sensorik und Messtechnik, Praktikum

Leistungsnachweis

Für Vorlesung und Praktikum „Digitale Bildverarbeitung“: schriftliche Prüfung von 90 min Dauer (sP-90) oder mündliche Prüfung von 30 min Dauer (mP-30) am Ende des Herbsttrimesters. Wiederholungsmöglichkeit am Ende des Wintertrimesters. Die genaue Art der Prüfung wird zu Beginn der Lehrveranstaltung bekannt gegeben.

Literatur

- R.C. Gonzalez, R.E. Woods: Digital Image Processing Using MATLAB®, 2nd ed, Gatesmark Publishing, 2009.
- W. Georgi und E. Metin: Einführung in LabVIEW; Carl Hanser, 2012)
- R.C. Gonzalez, R.E. Woods: Digital Image Processing, 3rd ed. Upper Saddle River, NJ: Pearson Prentice Hall, 2008.
- B. Jähne: Digitale Bildverarbeitung, 6th ed. Heidelberg, Springer-Verlag, 2005.
- A. Erhardt: Einführung in die Digitale Bildverarbeitung - Grundlagen, Systeme und Anwendungen, Wiesbaden, Vieweg + Teubner, 2008.

Dauer und Häufigkeit

Das Modul dauert zwei Trimester.
Das Modul wird im Herbsttrimester und Wintertrimester angeboten.
Als Startzeitpunkt ist das Herbsttrimester im 2. Studienjahr vorgesehen.

Modul 1054 Dynamik und Regelung von Satelliten

zugeordnet zu: Wahlpflichtmodule Vertiefungsrichtung: Moderne Verfahren sicherer Kommunikationssysteme

Studiengang:	Mathematical Engineering	Modultyp:	Pflicht
Workload gesamt (h):	150 Stunden	ECTS-Punkte:	5
-> Präsenzzeit (h):	48 Stunden	TWS:	4 Stunden
-> Selbststudium (h):	102 Stunden		

Modulbestandteile	10541	Dynamik und Regelung von Satelliten (Vorlesung (PF) - 2 TWS)
	10542	Dynamik und Regelung von Satelliten (Übung (PF) - 2 TWS)

Modulverantwortlicher Prof. Dr.-Ing. Roger Förstner

Inhalt

In dieser Vorlesung wird das Gebiet der Dynamik und Regelung von Satelliten am Beispiel der gebräuchlichsten Methoden der Lageregelung (Spinstabilisierung, Gravitationsgradienten- und Dreiachsenstabilisierung) vertieft. Drehbewegungen und kinematische Zusammenhänge werden mit Hilfe von Richtungskosinusmatrix, Eulerwinkel-Drehmatrix und Quaternionen mathematisch dargestellt. Die Darstellung in verschiedenen gegeneinander bewegten Referenzsystemen wird abgehandelt, um die Ausrichtung von Satelliten in Umlaufbahnen beschreiben zu können. Mit Hilfe der Eulergleichung werden dann die dynamischen Gesetze von Drehbewegungen abgeleitet, Stabilitätsuntersuchungen werden durchgeführt und die Auswirkungen von Störmomenten, wie sie im erdnahen und geostationären Orbit wirken, werden analysiert. Die Funktionsweise von Aktuatoren wie Drallräder, Reaktionsräder, Elektromagneten und Kaltgassysteme in Regelkreisen werden behandelt.

Gliederung der Vorlesung:

- Einführung
- Lagekinematik
- Lagedynamik
- Kreiseldynamik
- Spin-Stabilisierung
- Gravitationsgradienten-Stabilisierung
- Dreiachsen-Stabilisierung
- Lagemanöver

Qualifikationsziele

Die Studierenden:

- können die Bedeutung der Dynamik und Lageregelung von Satelliten mit ihren Nutzungsmöglichkeiten zeitgemäß einordnen.
- haben ein Verständnis der Lagekinematik und -dynamik von Satelliten

- kennen die verschiedenen Lageregelungskonzepte für Satelliten sowie deren Besonderheiten und Einsatzbereiche.

Voraussetzungen

Vorausgesetzt werden Kenntnisse, wie sie in den Bachelor- und Master-Modulen der „Höheren Mathematik“, der „Technischen Mechanik“ sowie der „Werkstoffkunde“ vermittelt werden.

Verwendbarkeit

Voraussetzung für wissenschaftliche Grundlagenuntersuchungen, angewandte Forschung sowie Projektmanagement auf dem Gebiet der Raumfahrt.

Leistungsnachweis

Schriftliche Prüfung 90 Minuten

- 30 Minuten Frageteil: keine Hilfsmittel
- 60 Minuten Aufgabenteil: Skript, Formelsammlung, Taschenrechner

Sonstige Bemerkungen

Die Vorlesung findet in klassischer Form mittels Beamerpräsentation, mündlichem Vortrag und Tafelanschrieb statt. In den Übungen werden typische Aufgaben interaktiv mit den Studenten durchgearbeitet und gelöst.

Zuordnung zu den Studienschwerpunkten siehe Tabelle am Anfang des Dokumentes.

Literatur

- Steiner, Schagerl: Raumflugmechanik
- Hughes P.C.: Spacecraft Attitude and Dynamics

Dauer und Häufigkeit

Das Modul dauert ein Trimester, es findet im Wintertrimester des 2. Master-Studienjahres statt.

Modul 1298 Elektrische Antriebe für die Satellitentechnik

zugeordnet zu: Wahlpflichtmodule Vertiefungsrichtung: Moderne Verfahren sicherer Kommunikationssysteme

Studiengang:	Mathematical Engineering	Modultyp:	Pflicht
Workload gesamt (h):	180 Stunden	ECTS-Punkte:	6
-> Präsenzzeit (h):	144 Stunden	TWS:	6 Stunden
-> Selbststudium (h):	36 Stunden		

Modulbestandteile	12981	Elektrische Antriebe für die Satellitentechnik (Vorlesung (WP) - 2 TWS)
	12982	Seminar elektrische Antriebe für die Satellitentechnik (Seminar (WP) - 2 TWS)
	12983	Projekt elektrische Antriebe für die Satellitentechnik (Projekt (WP) - 2 TWS)

Modulverantwortlicher Prof. Dr.-Ing. Jochen Schein

Inhalt	<ul style="list-style-type: none"> • Grundlegende Begriffe der Antriebstechnik: Geschichte der Antriebstechnik, Was ist Schub, Raketengleichung von Tsiolkowski, Definition spezifischer Impuls, deltaV. • Anwendungen der Grundlagen: Mehrstufige- Raketen, Orbitale und Flugbahnen. • Chemische Antriebstechnik: Funktionsprinzip, Unterscheidungen der Systeme. • Elektrische Antriebstechnik: Plasma - 4th state of Matter, Glimmentladung bis zur Bogenentladung, physikalische Prozesse in einem elektrodengebundenen Plasma, Begriff der Temperatur; Elektrothermische Antriebe (Resistojet und arcjet: Funktionsprinzip und Unterscheidungen der Systeme); Elektrostatische Antriebe (Ionenthruster, MPD und Hall: Funktionsprinzip und Unterscheidungen der Systeme); Miniaturisierung von Systemen, Anwendungen und Probleme. • Anwendung abhängig von Missionsparametern. • Lernziele sind: Plasmaphysikalisches Verständnis, verstehen und erlernen von Grundbegriffen der Antriebstechnik. selbstständige Berechnung und Dimensionierung einfacher elektrischer Antriebssysteme
--------	--

Qualifikationsziele	<p>Der/die Student,-in soll nach erfolgreichem Besuch dieses Kurses in der Lage sein, die Probleme der Antriebstechnik als Teil eines Gesamtsystems zu sehen und einzuordnen. Er soll mit Grundbegriffen der Satellitenantriebstechnik umgehen können und die Unterschiede verschiedener Systeme erkennen und bewerten. Der Satellitenantrieb als Beispiel für eine technologische Entwicklung, die durch bestimmte Randparameter, wie Gewicht, Lebensdauer, Energieverbrauch, Schubanforderungen, eingegrenzt wird, ist typisch für eine industrielle Entwicklung. Es sollen die Grundlagen dafür gelegt werden eine solche Aufgabe zu lösen, und das bestmögliche System für eine bestimmte Anwendung zu finden. Dieser Studiengang erweitert das physikalische</p>
---------------------	---

Basiswissen der Studenten in den Bereich der Plasmaphysik, und erweitert den Horizont der EIT Studenten in Bezug auf die Transparenz der Ingenieurwissenschaften. Es wird gezeigt, wie sehr die Elektrotechnik auch z. B. Teil der Raumfahrttechnik ist.

Voraussetzungen

keine

Verwendbarkeit

Pflichtmodul für die Vertiefungsrichtung ME-EET sowie Wahlpflichtmodul für die Vertiefungsrichtungen ME-M, ME-PTM, ME-VSK des M.Sc.-Studiengangs ME. Wahlpflichtmodul für alle Vertiefungsrichtungen des M.Sc.-Studiengangs EIT.

Leistungsnachweis

Schriftliche Prüfung 90 Minuten (sP-90) oder mündliche Prüfung 30 Minuten (mP-30) sowie Notenschein (NS)

- Referat (Seminar),
- Übungsprojekt (Projekt),
- Take home exam (Vorlesung)

Literatur

- R. G. Jahn: "Physics of Electrical Propulsion", Dover Publications, 2006

Dauer und Häufigkeit

Das Modul dauert 2 Trimester.
Das Modul beginnt jedes Studienjahr jeweils im Herbsttrimester.
Als Startzeitpunkt ist das Herbsttrimester im 1. Studienjahr vorgesehen.

Modul 1385 Empfänger und Messtechnik für digitale Kommunikationssysteme

zugeordnet zu: Wahlpflichtmodule Vertiefungsrichtung: Moderne Verfahren sicherer Kommunikationssysteme

Studiengang:	Mathematical Engineering	Modultyp:	Wahlpflicht
Workload gesamt (h):	150 Stunden	ECTS-Punkte:	5
-> Präsenzzeit (h):	60 Stunden	TWS:	5 Stunden
-> Selbststudium (h):	90 Stunden		

Modulverantwortlicher Priv.-Doz. Dr.-Ing. Gerhard Staude

Inhalt

- Mehrträgerübertragungssysteme auf Basis von orthogonalem Frequenzmultiplex (OFDM)
- Grundlagen von OFDM wie Signalgenerierung, Spektrum, Eigenschaften der FFT, etc.
- Modellierung der Störgrößen des Übertragungskanals
- Orthogonalitätsverlust am Empfänger
- Empfängeraufbau und grundlegende Komponenten
- Zeit- und Frequenzsynchronisation
- Kanalschätzung und Entzerrung
- Einflüsse von realen Oszillatoren und Verstärkern auf das Empfangssignal
- Spektrale Auswirkungen von Clipping und Spitzenwertreduktion
- Übertragung von OFDM Signalen über Mehrantennensysteme
- Qualitätsmessung für Sendesignale und Messvorschriften
- Einflüsse von Störgrößen auf die Signalqualität
- Exemplarische Betrachtung von WirelessLAN IEEE 802.11n

Qualifikationsziele

- Überblick über standardisierte digitale Übertragungsverfahren
- Prinzipaufbau digitaler Empfänger
- Modellierung von Übertragungskanal und Störgrößen
- Grundlegende Empfangsalgorithmen
- Grundlagen der Empfänger messtechnik

Voraussetzungen

- Module Mathematik A, Mathematik B und Mathematik C.
- Grundkenntnisse von Systemtheorie und Kommunikationstechnik wie sie in den Lehrveranstaltungen Signale und Kommunikationssysteme sowie Kommunikationstechnik I (BA-Modul „Kommunikationstechnik“) und Kommunikationstechnik II (MA-Modul „Informationsverarbeitung und Kommunikationstechnik“ oder „Kommunikationstechnik B“) vermittelt werden.

Verwendbarkeit

- Wahlpflichtfach in allen Vertiefungsrichtungen des Studiengangs "Elektrotechnik und Informationstechnik (M. Sc.)"
- Wahlpflichtmodul in allen Studienrichtungen des Studiengangs „Mathematical Engineering (M. Sc.)“

- Wahlpflichtmodul in allen Studienrichtungen des Studiengangs
„Computer Aided Engineering (M. Sc.)“

Leistungsnachweis

Schriftliche Prüfung von 60 min Dauer (sP-60) am Ende des Herbsttrimesters oder mündliche Prüfung von 30 min (mP-30). Wiederholungsmöglichkeit am Ende des Wintertrimesters. Die genaue Art der Prüfung wird zu Beginn des Moduls bekannt gegeben.

Literatur

- K.-D. Kammeyer: "Nachrichtenübertragung", Teubner.
- H. Meyr, M. Moeneclaey, S. Fechtel: "Digital Communication Receivers: Synchronization, Channel Estimation, and Signal Processing.", Wiley.

Dauer und Häufigkeit

Das Modul dauert ein Trimester und beginnt jedes Studienjahr jeweils im Herbsttrimester. Als Startzeitpunkt ist das Herbsttrimester im 2. Studienjahr vorgesehen.

Modul 1055 Erdbeobachtung

zugeordnet zu: Wahlpflichtmodule Vertiefungsrichtung: Moderne Verfahren sicherer Kommunikationssysteme

Studiengang:	Mathematical Engineering	Modultyp:	Wahlpflicht
Workload gesamt (h):	150 Stunden	ECTS-Punkte:	5
-> Präsenzzeit (h):	72 Stunden	TWS:	6 Stunden
-> Selbststudium (h):	78 Stunden		

Modulbestandteile	10551	Optische Fernerkundung (Vorlesung (PF) - 2 TWS)
	10552	Interferometrische SAR-Methoden (Vorlesung (PF) - 1 TWS)
	10553	Interferometrische SAR-Methoden (Übung (PF) - 1 TWS)
	10554	Radar- und Lasermethoden (Vorlesung (PF) - 2 TWS)

Modulverantwortlicher Prof. Dr.-Ing. Bernd Eissfeller

Inhalt

Optische Fernerkundung

(Prof.Dr. Helmut Mayer, Fakultät für Informatik)

Die Vorlesung Optische Fernerkundung legt zuerst Grundlagen der Bilderzeugung insbesondere in Bezug auf die Blickrichtungsabhängigkeit der Rückstrahlung. Dies führt zu optischen Sensoren auf Flugzeugen

und Satelliten im sichtbaren und im infraroten Bereich sowie zu Hyperspektralsensoren. Vor allem Erstere sind die Grundlage für die photogrammetrische Stereoauswertung, für die Eigenschaften und Produkte beschrieben werden, sowie für die geometrische Bildentzerrung (Orthophotogenerierung). Für die Auswertung der spektralen Information der Sensoren werden Techniken der überwachten und unüberwachten Klassifikation, wie z.B. Maximum Likelihood, Support Vector Machines (SVM) und Clusteranalyse vorgestellt. Als weitere Datenquelle für GIS werden sowohl luft- als auch bodengestützte Laserscanner eingeführt und es werden Orientierung, Systeme und Anwendungen präsentiert.

Radar- und Lasermethoden

(Honorarprofessor Dr. Helmut Süß, DLR, Oberpfaffenhofen)

- Einleitung und allgemeiner Überblick
- Maxwell'sche Gleichungen / Elektromagnetische Wellen an Grenzflächen
- Streuung elektromag. Wellen an künstlichen und natürlichen Objekten
- Radartechnik
- SAR-Prinzip
- SAR-Systeme
- SAR - Interferometrie (Überblick/Einführung)
- Lasermethoden

Interferometrische SAR-Methoden

(Honorarprofessor Dr. Helmut Süß, DLR, Oberpfaffenhofen)

- InSAR: Interferometrisches SAR (Generierung digitaler Höhenmodelle)
- Verwendung optischer Daten zur Höhenmodellierung (Exkurs)
- DInSAR: Differentielles interferometrisches SAR (Deformationsdetektion)
- PSInSAR/IPTA: Persistent Scatterer Methoden

Qualifikationsziele

- Die Absolventen besitzen grundlegende Kenntnisse über die Erdbeobachtung bzw. über moderne Fernerkundungsverfahren und -sensoren inkl. der synthetischen abbildenden Radarsysteme (SAR).
- Sie kennen die Systemtechniken und die wesentlichen Auswerteverfahren unter Anwendung der digitalen Datenverarbeitung.
- Ihnen sind die vielfältigen Anwendungen wie auch der militärischen Nutzung dieser Technologien (bspw. hyperspektrale Zielpunktidentifikation, militärische Radarfernerkundung) bekannt.
- Sie haben einen Einblick in die innovativen Verfahren der Phasenauswertung bei SAR mit ihren Möglichkeiten zur Ableitung digitaler Höhenmodelle aus Bildpaaren und zur Detektion von Oberflächenänderungen (Deformationsanalyse) mit Hilfe von Bild-Stapeln (Stacks) erhalten. Damit verstehen sie die Voraussetzungen, die notwendigen Planungsschritte und die gesamte Auswertekette, die zur Ableitung hochwertiger Geo-Endprodukte notwendig sind.
- Die Studierenden erhalten in der Vorlesung und Übung Optische Fernerkundung eine Übersicht über Sensoren und Techniken der optischen Fernerkundung. Ein Schwerpunkt liegt im Bereich der photogrammetrischen zwei- (2D) und dreidimensionale (3D) Erfassung von Objekten für Geoinformationssysteme (GIS), wie z.B. Straßen, Gebäude, Vegetation, aus Luftbildern. Es wird ein Überblick über verfügbare Sensorsystem für Flugzeuge und auf Satelliten gegeben. Es wird aufgezeigt, wie mittels überwachter oder unüberwachter Klassifikation die spektrale Bildinformation genutzt werden kann, um Objektarten, wie z.B. Wald, Wiese oder Siedlung, zu unterscheiden. Für alle Sensoren und Techniken wird die praktische Anwendbarkeit herausgehoben.

Voraussetzungen

Mathematik, Experimentalphysik, Messtechnik, Programmierkenntnisse.

Verwendbarkeit

Erweiterung des Grundwissens auf den Gebieten optische, multispektrale, hyperspektrale sowie Radar-Fernerkundung und anderer Erdbeobachtungsverfahren. Verständnis der Auswerteprozesse und Anwendungen bei der militärischen und zivilen Nutzung der Fernerkundung. Erarbeitung von Spezialwissen auf dem Gebiet der interferometrischen SAR-Verfahren bspw. zur Ableitung von digitalen Höhenmo-

dellen als wesentliche zivile und militärische Planungs- und Karten-
grundlage.

Leistungsnachweis

Einführung in die Erdbeobachtung und Interferometrische SAR-Methoden wird gemeinsam geprüft: schriftliche Prüfung 90 Minuten oder mündliche Prüfung 30 Minuten. Radar- und Lasermethoden: mündliche Prüfung 30 Minuten oder schriftliche Prüfung 60 Minuten. In die Gesamtmodulnote geht die Prüfung "Einführung in die Erdbeobachtung und Interferometrische SAR-Methoden" zu 2/3 und die Prüfung "Radar- und Lasermethoden" zu 1/3 ein.

Sonstige Bemerkungen

Dieses Modul kann auch als Munich-Aerospace-Partnermodul belegt werden.
Zuordnung zu den Studienschwerpunkten siehe Tabelle am Anfang des Dokumentes.

Literatur

- Albertz J.: Einführung in die Fernerkundung. Darmstadt: Wissenschaftliche Buchgesellschaft, 2001. (Standardlehrbuch für die Veranstaltung "Einführung in die Erdbeobachtung").
- Lillesand T.M., Kiefer R.W.: Remote Sensing and Image Interpretation. John Wiley & Sons Inc, 2008. (wichtige Ergänzung für die Veranstaltung "Einführung in die Erdbeobachtung?").
- Efford N.: Digital Image Processing. Addison-Wesley, 2000. (Ergänzungen für die Veranstaltung "Einführung in die Erdbeobachtung").
- CEOS - Committee on Earth Observation Satellites: The Earth Observation Handbook. ESA Special Publication SP-1315. June, 2008. (Online-Version: <http://www.eohandbook.com>).
- Borengasser M., Hungate W.S., Watkins R.: Hyperspectral Remote Sensing. Principles and Applications. CRC Press, 2007.
- Kalacska M.; Sanchez-Azofeifa G.A. (editors): Hyperspectral Remote Sensing of Tropical and Sub-Tropical Forests. CRC Press, 2008.
- Massonet D.; Souyris J.-C.: Imaging with Synthetic Aperture Radar. 1. Auflage, EPFL Press, 2008. (Lehrbuch für die Veranstaltungen "Radar- und Lasermethoden" sowie "Interferometrische SAR-Methoden?").
- Ferretti A., Monti-Guarnieri A., Prat, C., Rocca F. Massonet D.: InSAR Principles-Guidelines for SAR Interferometry Processing and Interpretation. ESA technical publication TM-19, February, 2007. (Standardlehrbuch für die Veranstaltung "Interferometrische SAR-Methoden").

Dauer und Häufigkeit

Das Modul dauert zwei Trimester, es beginnt im Wintertrimester des 1. Master-Studienjahres.

Modul 1366 Explorative Statistik

zugeordnet zu: Wahlpflichtmodule Vertiefungsrichtung: Moderne Verfahren sicherer Kommunikationssysteme

Studiengang:	Mathematical Engineering	Modultyp:	Wahlpflicht
Workload gesamt (h):	150 Stunden	ECTS-Punkte:	5
-> Präsenzzeit (h):	48 Stunden	TWS:	4 Stunden
-> Selbststudium (h):	102 Stunden		

Modulbestandteile	13661	Explorative Statistik (Vorlesung (WP) - 3 TWS)
	13662	Explorative Statistik (Übung (WP) - 1 TWS)

Modulverantwortlicher Prof. Dr. rer. nat. Dr.-Ing. Stefan Schäffler

Inhalt

Zuerst werden Grundlagen der deskriptiven Statistik erläutert. Dabei werden die zentralen Begriffe des Merkmals und Merkmalsträgers definiert und es wird geklärt, welche Möglichkeiten es zur Beschreibung auf Basis statistischer Kenngrößen gibt. Hierbei kommt es auch darauf an, Merkmale bzw. Merkmalsträger zu vergleichen und voneinander zu differenzieren. Der Teil liefert das statistische Handwerkzeug für die weiteren Methoden und Verfahren. Im zweiten Teil werden Methoden der explorativen Datenanalyse vorgestellt. Hierbei geht es vor allem um die interaktive statistische Graphik. Die statistische Graphik ermöglicht die visuelle Beschreibung und Untersuchung von gegebenen Daten. Die Graphiken beschreiben die mit Mitteln der deskriptiven Statistik aufbereiteten Daten. Ein Kernaspekt bei der Exploration stellt die Interaktivität dar. Dabei geht es vor allem um die unabdingbare spezielle softwaretechnische Unterstützung beim Prozess der Exploration der Daten. Verschiedene Techniken werden dazu vorgestellt. Mit dem letzten Teil werden Verfahren der explorativen Datenanalyse betrachtet. Wenn Merkmale aufgrund der beobachteten Daten auf latente Merkmale hin untersucht werden, kann die Faktorenanalyse Unterstützung liefern. Sollen dagegen Merkmalsträger auf Basis der beobachteten Daten gruppiert werden, ist die Clusteranalyse ein probates Mittel. Bei beiden Verfahren werden Strukturen in den Daten aufgedeckt. Im Gegensatz dazu wird beim letzten beschriebenen Verfahren der Regressionsanalyse ein hypothetisches Modell überprüft und auf seine Plausibilität untersucht. Alle drei Verfahren nutzen die beschriebenen explorativen Methoden und deskriptiven

Kenngößen. Sämtliche Inhalte werden parallel zur theoretischen Vermittlung rechnerisch und mit realen Anwendungsdaten geübt. Jeder Studierende erhält bestimmte Übungsaufgaben zur Datenanalyse, die er in Eigenarbeit durchführen und deren Ergebnisse er in einer kurzen Vorführung präsentieren soll.

Qualifikationsziele	<ul style="list-style-type: none">• Fähigkeit zur Klassierung von Daten anhand des Merkmalstyps.• Fähigkeit zur Beschreibung und Bestimmung von uni- und multivariaten Kenngößen von Merkmalsträgern und Merkmalen.• Fähigkeit zur uni- und multivariaten graphischen Darstellung von Merkmalen und Merkmalsträgern.• Fähigkeit zum Umgang mit fehlenden Werten in Daten.• Fähigkeit zur Anwendung von Techniken der interaktiven statistischen Graphik zur Exploration von Daten.• Fähigkeit anhand der gegebenen Daten und Fragestellung entsprechende Verfahren der explorativen Datenanalyse anzuwenden.• Fähigkeit zum Umgang mit anerkannter Software im Bereich der Datenanalyse.• Fähigkeit zur Interpretation der Ergebnisse aus Klassierung, Beschreibung, Kenngößenbestimmung, graphischen Darstellung, Exploration und Verfahrensanwendung.• Fähigkeit zur Einordnung und Bewertung der Klassierung, Beschreibung, Kenngößenbestimmung, graphischen Darstellung, Exploration und Verfahrensanwendung auf Basis des dafür notwendigen mathematischen Hintergrunds.• Fähigkeit zum Transfer auf reale Situationen.• Fähigkeit zur Präsentation eigener Datenanalyse-Ergebnisse.
Voraussetzungen	<ul style="list-style-type: none">• Kenntnisse<ul style="list-style-type: none">o in den Modulen „Mathematik A“, „Mathematik B“ und „Mathematik C“ odero im Modul „Mathematische Statistik“o in einer Programmiersprache (z.B. JAVA)
Verwendbarkeit	Wahlpflichtmodul in sämtlichen Vertiefungsrichtungen der Masterstudiengänge EIT, ME, CAE, INF.
Leistungsnachweis	Schriftlich Prüfung von 75 min Dauer (sP-75) oder mündliche Prüfung von 30 min Dauer (mP-30). Die genaue Art der Prüfung wird zu Beginn des Moduls bekannt gegeben.
Dauer und Häufigkeit	Häufigkeit des Angebots: jedes Studienjahr im WT. vorgesehener Startzeitpunkt innerhalb des Studiengangs im 1. Jahr im Masterstudiengang

Modul 1341 Faserverbundkonstruktionen

zugeordnet zu: Wahlpflichtmodule Vertiefungsrichtung: Moderne Verfahren sicherer Kommunikationssysteme

Studiengang:	Mathematical Engineering	Modultyp:	Wahlpflicht
Workload gesamt (h):	150 Stunden	ECTS-Punkte:	5
-> Präsenzzeit (h):	72 Stunden	TWS:	5 Stunden
-> Selbststudium (h):	78 Stunden		

Modulbestandteile

Modulverantwortlicher Prof. Dr.-Ing. habil. Norbert Gebbeken

Inhalt

Grundlagen der Faserverbundtechnologie (Prof. Gebbeken):

- Werkstoffgesetze und Materialmodelle
- Tragverhalten und Berechnung von inhomogenen Stäben und Balken
- Berechnung dickwandiger Bauteile
- Festigkeitsnachweis und Versagenskriterien

Netztheorie (Prof. Gebbeken):

- Auslegung und Optimierung von Laminaten
- Berechnung von Sandwichstrukturen
- Feuchte- und Temperatureinflüsse
- Berechnung geklebter Strukturen

Nachweismethodik bzgl. Lebensdauer und Schadenstoleranz (Prof. Gebbeken)

Qualifikationsziele

Die Studierenden kennen grundlegende Unterschiede zwischen isotropen und orthotropen sowie anisotropen Werkstoffgesetzen. Sie wissen um die Vor- und Nachteile der Faserverbundtechnologie, verstehen das Tragverhalten von Faserverbundkonstruktionen und können dieses analytisch und numerisch berechnen.

Voraussetzungen

Grundkenntnisse ebener Flächentragwerke, z.B. aus dem Modul Statik III

Verwendbarkeit

Moderne Werkstoffe wie Faserverbundwerkstoffe haben in der Bauindustrie in den letzten Jahren erheblich an Bedeutung gewonnen. Doch auch in anderen Ingenieurwissenschaften werden Faserverbundmaterialien eingesetzt. Dieses Modul vermittelt Grundlagen und zeigt Anwendungsmöglichkeiten auf.

Leistungsnachweis Schriftliche Prüfung 60 Minuten oder mündliche Prüfung 20 Minuten.

Sonstige Bemerkungen Das Modul wird nicht in jedem Studienjahr angeboten.

Dauer und Häufigkeit Das Modul dauert 1 Trimester.
Das Modul beginnt im Herbsttrimester.

Modul 1223 FEM in der Antriebstechnik

zugeordnet zu: Wahlpflichtmodule Vertiefungsrichtung: Moderne Verfahren sicherer Kommunikationssysteme

Studiengang:	Mathematical Engineering	Modultyp:	Wahlpflicht
Workload gesamt (h):	150 Stunden	ECTS-Punkte:	5
-> Präsenzzeit (h):	60 Stunden	TWS:	5 Stunden
-> Selbststudium (h):	90 Stunden		

Modulbestandteile	12231	FEM in der Antriebstechnik (Vorlesung (WP) - 2 TWS)
	12232	FEM in der Antriebstechnik (Übung (WP) - 3 TWS)

Modulverantwortlicher Prof. Dr.-Ing. Dieter Gerling

Inhalt	<ul style="list-style-type: none"> • Einführung in die Methode der Finiten Elemente (FEM), • Maxwell'sche Gleichungen, • Vorstellung verschiedener FEM-Software-Produkte (ANSYS, OPERA), • Berechnung des magnetischen Kreises von elektrischen Maschinen, • Berechnung von Temperaturverläufen in elektrischen Maschinen, • Modellbildung, • Erstellung des Gitternetzes, • Berücksichtigung nichtlinearer Materialeigenschaften, • Berechnung wichtiger Auslegungsgrößen (Induktion, Drehmoment, Erwärmung), • Anwendungsbeispiele: hochausgenutzte elektrische Maschinen für Elektrofahrzeuge (permanentmagneterregte Synchronmaschinen, geschaltete Reluktanzmaschinen).
--------	--

Qualifikationsziele	<ul style="list-style-type: none"> • Kenntnisse numerischer Berechnungsverfahren mit Hilfe der Methode der Finiten Elemente (FEM), • Einführung in spezielle FEM-Software-Produkte (ANSYS, OPERA), • Lösungsstrategien für elektromagnetische, thermische und akustische Problemstellungen, • Beurteilung und Darstellung der Ergebnisse aus numerischen Berechnungen.
---------------------	--

Voraussetzungen	Kenntnisse in „Elektrische Maschinen und Antriebe“, wie sie z.B. in einem der Module „Elektrische Maschinen und Antriebe (EIT)“, „Energietechnik B“ (EIT) oder „Elektrische Maschinen und Antriebe (ME)“ aus den jeweiligen B.Sc.-Studiengängen vermittelt werden.
-----------------	--

Verwendbarkeit	<p>Wahlpflichtmodul aus dem allgemeinen Wahlpflichtmodulkatalog nach den zugehörigen Modulhandbüchern für die Master-Studiengänge:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Elektrotechnik und Informationstechnik (M.Sc.) -
----------------	---

- Vertiefungsrichtungen „Energietechnische Systeme“,
„Kommunikationstechnik“ oder „Sicherheitstechnik“;
• Mathematical Engineering (M.Sc.) - Vertiefungsrichtung „Mechatronik“

Leistungsnachweis

Schriftliche Prüfung von 45 - 120 min. Dauer (sP-45-120) oder mündliche Prüfung von 15 - 40 min. Dauer (mP-15-40), kombinierbar mit Notenschein (NoS) oder Teilnahmechein (TS) oder Notenschein (NoS). Die genaue Art der Prüfung wird zu Beginn des Moduls bekannt gegeben.

Literatur

G. Dajaku: Vorlesungsskript „FEM in der Antriebstechnik“, UniBw München, EAA, 2010
W. Schätzing: „FEM für Praktiker - Band 4: Elektrotechnik“, 2. Auflage, Expert-Verlag, Renningen, 2009

Dauer und Häufigkeit

Das Modul dauert 1 Trimester.
Das Modul beginnt jedes Studienjahr jeweils im Frühjahrstrimester. Als Startzeitpunkt ist das Frühjahrstrimester im 1. Studienjahr vorgesehen.

Modul 1056 Filter- u Schätzverfahren

zugeordnet zu: Wahlpflichtmodule Vertiefungsrichtung: Moderne Verfahren sicherer Kommunikationssysteme

Studiengang:	Mathematical Engineering	Modultyp:	Wahlpflicht
Workload gesamt (h):	150 Stunden	ECTS-Punkte:	5
-> Präsenzzeit (h):	48 Stunden	TWS:	4 Stunden
-> Selbststudium (h):	102 Stunden		

Modulbestandteile	10561	Filter- und Schätzverfahren (Vorlesung (PF) - 2 TWS)
	10562	Filter- und Schätzverfahren (Übung (PF) - 2 TWS)

Modulverantwortlicher Prof. Dr.-Ing. Hans-Joachim Wünsche

Inhalt

Die Studierenden erwerben im Modul Filter- und Schätzverfahren einen detaillierten Einblick in Methoden zur optimalen Schätzung von nicht direkt oder nur schlecht messbaren Zustandsgrößen aus ver-rauschten Messgrößen.

Ausgehend von einer Wiederholung von Grundlagen der Stochastik werden Verfahren zur Filterung verrauschter Messdaten und zur Schätzung nicht messbarer Zustandsgrößen aus verrauschten Messdaten vorgestellt.

Im Einzelnen werden folgende Themen behandelt:

- 1) Einführung: Wiederholung zur Darstellung linearer, zeitdiskreter Systeme im Zustandsraum und zur Beobachtbarkeit. Auffrischung von Grundlagen der Stochastik und der Fehlermodellierung. Wahl von Koordinatensystemen.
- 2) Lineare Schätzer: Lineare Ausgleichsrechnung (mehr Gleichungen als Unbekannte) und lineare, gewichtete Ausgleichsrechnung. Hieraus Ableitung des Gauss-Markov-Schätzers sowie des rekursiven Gauss-Markov-Schätzers.
- 3) Wiederholung des Luenberger Beobachters im Zustandsraum
- 4) Kalman-Filter: Ausgehend vom regulären, diskreten Kalman Filter werden das erweiterte Kalman Filter sowie das stabilisierte Kalman Filter behandelt. Filter-Tuning, Genauigkeit, Vergleich mit dem Beobachter. Sequentielle Innovation.
- 5) Einführung in die Square Root Filter. Der UD-faktorierte Kalman Filter.
- 6) Unscented Kalman Filter.
- 7) Partikel filter
- 8) Spezielle Themen der Filter- und Schätztheorie:
 - Verarbeitung von Messwerten aus unterschiedlichen Zeitpunkten.
 - Zuordnung realer Messwerte zu vorhergesagten Messwerten (welcher Messwert gehört zu welchem Objekt?).
 - Datenfusion

Qualifikationsziele	<p>Die Studierenden</p> <ol style="list-style-type: none">1) kennen die wesentlichen Verfahren zur Filterung verrauschter Messdaten und zur Schätzung unbekannter Zustandsgrößen aus solchen Daten.2) verstehen die wesentlichen Unterschiede zwischen den einzelnen Verfahren und kennen ihre Vor- und Nachteile3) können die erlernten Kenntnisse im darauf folgenden Praktikum „Autonome Systeme“ beim Aufbau eines autonomen Modell-Fahrzeugs anwenden. Dabei wird eine einfache „Fahrbahn“ über eine ins Fahrzeug eingebaute Kamera erfasst, woraus über die erlernten Schätzverfahren der Bewegungszustand des Fahrzeugs geschätzt wird. Im Wettbewerb optimieren Studenten-Teams diese Zustandschätzer und dazu entwickelte Zustandsregler zur Erzielung optimaler Rundenzeiten.
Voraussetzungen	<p>Notwendig sind gute Kenntnisse der in den Modulen „Digitale Regelung“ und „Moderne Methoden der Regelungstechnik“ vermittelten Kenntnisse (vor allem zeitdiskrete Zustandsraumdarstellung), sowie Grundkenntnisse in Stochastik und höherer Mathematik.</p>
Verwendbarkeit	<p>Sehr viele ingenieurtechnische Aufgaben erfordern die Rekonstruktion oder Filterung von Daten aus verrauschten Sensordaten oder Messwerten. Anwendungen reichen von der Schätzung der Trajektorie von Flugkörpern oder der Bahn von Satelliten oder anderer Fahrzeuge bis zur Bestimmung der eigenen Lage z.B. über GPS Laufzeitmessungen.</p> <p>Darüberhinaus sind viele regelungstechnische Aufgaben erst nach Beobachtung oder Schätzung nicht direkt messbarer Zustandsgrößen lösbar, z.B. nach Schätzung der Position des eigenen Fahrzeugs oder Flugzeugs im 3D-Raum aus den 2D-Bildern einer on-board Kamera oder eines Laserscanners.</p>
Leistungsnachweis	<p>Schriftliche Prüfung 75 Minuten oder mündliche Prüfung 30 Minuten</p>
Sonstige Bemerkungen	<p>Dieses Modul kann auch als Munich-Aerospace-Partnermodul belegt werden.</p> <p>Zuordnung zu den Studienschwerpunkten siehe Tabelle am Anfang des Dokumentes.</p>
Dauer und Häufigkeit	<p>Das Modul dauert 1 Trimester, es findet im Herbsttrimester des 1. Master-Studienjahres statt.</p>

Modul 1348 Finite Methoden und Stoffgesetze Hochdynamik

zugeordnet zu: Wahlpflichtmodule Vertiefungsrichtung: Moderne Verfahren sicherer Kommunikationssysteme

Studiengang:	Mathematical Engineering	Modultyp:	Wahlpflicht
Workload gesamt (h):	150 Stunden	ECTS-Punkte:	5
-> Präsenzzeit (h):	60 Stunden	TWS:	4 Stunden
-> Selbststudium (h):	90 Stunden		

Modulbestandteile	13481	Numerische Simulationsverfahren (Vorlesung (PF) - 1 TWS)
	13482	Werkstoffcharakterisierung (Vorlesung (PF) - 1 TWS)
	13483	Laborpraktikum (Praktikum (PF) - 2 TWS)

Modulverantwortlicher Prof. Dr.-Ing. habil. Norbert Gebbeken

- Inhalt
- Werkstoffcharakterisierung (Prof. Hiermaier):
- Vorstellung ratenabhängiger Werkstoffeigenschaften
 - Anforderungen an einen gültigen Versuch zur Parameteridentifikation
 - Spezielle Probleme bei dynamischen Materialtests
 - Ratenabhängige Elastizität, Plastizität und Versagen bei uniaxialem Zug
 - Generalisierung im Hauptspannungsraum
 - Mathematische Modelle zur Beschreibung ratenabhängiger Plastizität
 - Phänomenologische Einführung in die Physik der Stoßwellen
 - Bedeutung des nichtlinearen Zusammenhangs zwischen Druck und Dichte für die Entstehung und Ausbreitung von Stoßwellen
 - Zerlegung des Spannungstensors in Deviator und Hydrostatischen Druck
 - Formulierung einer nichtlinearen Zustandsgleichung für Metalle
- Numerische Simulationsverfahren (Dr.-Ing. Martin Sauer):
- Wellenausbreitung als der Mechanismus zur Erreichung von Gleichgewichtszuständen in Statik und Dynamik
 - Notwendigkeit einer zeitaufgelösten Untersuchung bei dynamischen Belastungsarten
 - Beschreibung eines Deformationsprozesses in Festkörpern mittels Erhaltungsgleichungen und konstitutiver Gleichungen
 - Zeitabhängigkeit der zu lösenden Gleichungen
 - Diskretisierung der Gleichungen mit Finiten Elementen
 - Alternative Diskretisierung mit Finiten Differenzen
 - Optionen netzfreier Verfahren
 - Zeitliche Diskretisierung mit Finiten Differenzen
 - Implizite und explizite Zeitintegration: Vor- und Nachteile

Qualifikationsziele	Erkennen der Abhängigkeit mechanischer Eigenschaften von der Belastungsgeschwindigkeit. Fähigkeit, einen Materialtest von einem Validierungsversuch zu unterscheiden, d.h. Einsicht in die Notwendigkeit wohl definierter Spannungs- und Verzerrungszustände beim Versuch. Einblick in die Durchführung und typische Ergebnisse uniaxialer Zugversuche bei variierenden Verzerrungsraten. Fähigkeit einer Zuordnung von Termen in einfachen ratenabhängigen Modellen zum vorher experimentell identifizierten Verhalten. Verständnis der Stoßwelle als Welle mit sprunghafter Druckänderung, die im Festkörper nur auftritt, wenn ein nichtlinearer Zusammenhang zwischen Druck und Dichte besteht. Einsicht in die Notwendigkeit einer nichtlinearen Zustandsgleichung und deren Berücksichtigung durch die Zerlegung des Spannungstensors. Einsicht in Gemeinsamkeit und Unterschiede zwischen quasi-statischen und dynamischen Belastungen. Erkennen der Erhaltungsgleichungen für Masse, Impuls und Energie als Alternative zur bekannten Beschreibung von Gleichgewichtszuständen. Verständnis der Grundidee von Diskretisierung. Übertragung der bekannten Methoden räumlicher Diskretisierung auf den Aspekt der zeitlichen Auflösung. Fähigkeit, die gewonnenen Erkenntnisse in einem expliziten Solver anzuwenden.
Voraussetzungen	Kenntnisse der Kontinuumsmechanik und Werkstoffmodelle
Verwendbarkeit	Dieses Modul eröffnet allgemein auslegenden Ingenieuren ein breites Anwendungsgebiet im Bereich dynamisch belasteter Strukturen - insbesondere auch außerhalb des Bauingenieurwesens (z.B. in der Automobilindustrie bei Crash-Berechnungen oder in Bereichen des Maschinenbaus sowie der Luft- und Raumfahrtindustrie).
Leistungsnachweis	Mündliche Prüfung 30 Minuten oder schriftliche Prüfung 90 Minuten.
Dauer und Häufigkeit	Das Modul dauert 1 Trimester. Das Modul beginnt jedes Studienjahr jeweils im Wintertrimester.

Modul 1061 Flugsystemtechnik I

zugeordnet zu: Wahlpflichtmodule Vertiefungsrichtung: Moderne Verfahren sicherer Kommunikationssysteme

Studiengang:	Mathematical Engineering	Modultyp:	Pflicht
Workload gesamt (h):	150 Stunden	ECTS-Punkte:	5
-> Präsenzzeit (h):	48 Stunden	TWS:	4 Stunden
-> Selbststudium (h):	102 Stunden		

Modulbestandteile 10611 Flugsystemtechnik I (Vorlesung (PF) - 4 TWS)

Modulverantwortlicher Prof. Dr.-Ing. Peter Stütz

Inhalt

Nachdem im Bachelor-Modul „Luftfahrtsysteme“ das Gesamtsystem „Luftfahrt“ bestehend aus Luftfahrzeug, Betreiber, Nutzer und Öffentlichkeit skizziert und Luftfahrzeuge in ihren konfigurativen Merkmalen und wesentlichen, den Phänotyp bestimmenden Baugruppen beschrieben wurden, wird im Modul „Luftfahrtsysteme I“ detaillierter auf einzelne Teilsysteme eines Luftfahrzeuges eingegangen. Die Betrachtung erfolgt dabei sowohl von funktionaler als auch systemtechnischer Sicht. Die dabei vorgenommenen Betrachtungen gelten dabei sowohl für Flächenflugzeuge als auch Drehflügler.

Der erste Teil der Lehrveranstaltung befasst sich zunächst mit den Subsystemen, deren Aufgabe die Bereitstellung, Umformung und Weiterleitung verschiedener Energieformen ist. Dazu wird zunächst auf das

- Antriebssystem

und darauf auch die sogenannten Grundsysteme

- Hydraulik,
- Elektrik,
- Pneumatik und
- Kraftstoff

eingegangen. Anschließend wird das, darauf aufbauende

- Flugsteuerungssystem

behandelt.

Der zweite Teil der Lehrveranstaltung befasst sich dann mit dem generellen Design und der Analyse sogenannter Sicherheitskritischer Systeme. Um die Bedeutung und spezifischen Anforderungen im Luftfahrtbereich in dieser Hinsicht zu verstehen, wird zudem auf die grundlegenden luftfahrttechnischen Regularien und Definitionen sowie auf die Durchführung einer systematischen Sicherheitsbeurteilung in den einzelnen Phasen des System-Entwurfs von Luftfahrzeugen eingegangen. Als Einstieg in die Thematik erfolgt einleitend die Definition und Abgrenzung wichtiger Begriffe wie Sicherheit, Zuverlässigkeit und

Verfügbarkeit. Grundlegend für die weiteren Betrachtungen wird anschließend auf das Ausfallverhalten von Bauteilen, deren Ausfallwahrscheinlichkeiten, Ausfallraten und die mathematische Beschreibung mittels Weibull-Verteilungen eingegangen. Im Weiteren werden Designansätze zur Erhöhung der Sicherheit und Zuverlässigkeit, wie

- Redundanz und
- Diversität

vorgelegt sowie Analysemethoden wie

- Failure Hazard Analyses,
- Failure Mode and Effects Analysis,
- Fault Tree Analyses,
- Dependence Diagram
- Markov Analyses

diskutiert und an einem Beispiel angewendet.

Qualifikationsziele

- 1) Der/die Studierende hat vertiefte Kenntnisse der einzelnen Baugruppen und Subsysteme eines Luftfahrzeuges.
- 2) Der/die Studierende kennt Aufgaben und Leistungsgrenzen der grundlegenden Luftfahrzeugsysteme und kann unterschiedliche technische Varianten vergleichen.
- 3) Der/die Studierende ist in der Lage, Auswirkungen des Ausfalls bzw. der Fehlfunktion bestimmter Subsysteme und Komponenten hinsichtlich ihrer Relevanz für die Missionserfolg und insbesondere Flugsicherheit zu beurteilen.
- 4) Der/die Studierende kennt die Anforderungen und den Ablauf eines Safety Assessments in der Luftfahrt und kann die wesentlichen, dazu notwendigen Methoden anwenden.

Voraussetzungen

Luftfahrtsysteme

Verwendbarkeit

Es wird grundlegendes Fach- und Methodenwissen für die spätere Tätigkeit als System- und Entwicklungsingenieur vermittelt.

Leistungsnachweis

Schriftliche Prüfung 120 Minuten oder mündliche Prüfung 30 Minuten

Sonstige Bemerkungen

Zuordnung zu den Studienschwerpunkten siehe Tabelle am Anfang des Dokumentes.

Literatur

- Moir I.; Seabridge A.: Aircraft Systems; Wiley, 2008.
- Langton R. (Ed.); Aircraft Fuel Systems; Wiley, 2009.
- Birrolini; Zuverlässigkeit von Geräten und Systemen; Springer, Berlin, 1997
- SAE ARP 4761; Guidelines and Methods for Conducting the Safety Assessment Process on Civil Airborne Systems and Equipment

Dauer und Häufigkeit

Das Modul dauert ein Trimester, es findet im Herbsttrimester des 1. Master-Studienjahres statt.

Modul 1062 Flugsystemtechnik II

zugeordnet zu: Wahlpflichtmodule Vertiefungsrichtung: Moderne Verfahren sicherer Kommunikationssysteme

Studiengang:	Mathematical Engineering	Modultyp:	Pflicht
Workload gesamt (h):	150 Stunden	ECTS-Punkte:	5
-> Präsenzzeit (h):	48 Stunden	TWS:	4 Stunden
-> Selbststudium (h):	102 Stunden		

Modulbestandteile	10621	Flugsystemtechnik II (Vorlesung (PF) - 3 TWS)
	10622	Flugsystemtechnik II (Seminar (PF) - 1 TWS)

Modulverantwortlicher Prof. Dr.-Ing. Peter Stütz

Inhalt

Nachdem im Master-Modul "Flugsystemtechnik I" auf die Grundsysteme eines Luftfahrzeuges eingegangen wurde, vertieft das Modul "Flugsystemtechnik II" die Kenntnisse in weiteren, zum Großteil elektronisch dominierten Teilsystemen und Komponenten.

Da in heutigen Luftfahrzeugen die Vernetzung der einzelnen Subsysteme sowie der jeweiligen funktionalen Domänen in hohem Grade zunimmt, wird im ersten Teil der Lehrveranstaltung "Avionik" auf die IT-technische Infrastruktur eingegangen und dabei die

- Grundlagen eingebetteter Rechnersysteme und -strukturen,
- digitale Bussysteme sowie die sog.
- "Integrierte Modulare Avionik"

angesprochen.

Anschließend werden weitere, darauf aufbauende Subsysteme wie

- Kommunikations- und Datalinksysteme
- Missionssensorsysteme sowie
- Bewaffnung / ECM / ESM / DASS.

behandelt.

Abschließend werden durch die Studierenden ausgewählte Einzelthemen, die an den behandelten Inhalt angelagert sind, aufbereitet und in Form von Kurzpräsentationen vorgetragen.

Qualifikationsziele

- 1) Der/die Studierende hat vertiefte Kenntnisse der IT-technische Infrastruktur an Bord eines Luftfahrzeugs.
- 2) Der/die Studierende kennt Aufgaben und Leistungsgrenzen der wesentlichen Kommunikations- und Datalinksysteme als Schnittstelle zum Boden.
- 3) Der/die Studierende kennt die Stärken und Schwächen verschiedener Missionssensorsysteme, kann die unterschiedlichen techni-

schen Varianten vergleichen und hat vertiefte Kenntnisse über deren Funktionsprinzip.

Voraussetzungen

Luftfahrtsysteme, Flugsystemtechnik I

Verwendbarkeit

Es wird grundlegendes Fach- und Methodenwissen für die spätere Tätigkeit als System- und Entwicklungsingenieur vermittelt.

Leistungsnachweis

Benoteter Schein

Die Erstellung der Kurzpräsentationen erfolgt als Gruppenarbeit. Der Schein setzt sich zusammen aus der bewerteten Kurzpräsentation und einer weiteren mündlichen/schriftlichen Wissensabfrage.

Sonstige Bemerkungen

Dieses Modul kann auch als Munich-Aerospace-Partnermodul belegt werden.

Zuordnung zu den Studienschwerpunkten siehe Tabelle am Anfang des Dokumentes.

Literatur

- Moir; Seabridge; Civil Avionics Systems; Wiley, 2003.
- Tooley; Aircraft Digital Electronics and Computer Systems; Elsevier, 2007
- Flühr; Avionik und Flugsicherungstechnik; Springer, 2009

Dauer und Häufigkeit

Das Modul dauert ein Trimester, es findet im Wintertrimester des 2. Master-Studienjahres statt.

Modul 1063 Flugzeugaerodynamik

zugeordnet zu: Wahlpflichtmodule Vertiefungsrichtung: Moderne Verfahren sicherer Kommunikationssysteme

Studiengang:	Mathematical Engineering	Modultyp:	Pflicht
Workload gesamt (h):	150 Stunden	ECTS-Punkte:	5
-> Präsenzzeit (h):	48 Stunden	TWS:	4 Stunden
-> Selbststudium (h):	102 Stunden		

Modulbestandteile	10631	Flugzeugaerodynamik (Vorlesung (PF) - 2 TWS)
	10632	Flugzeugaerodynamik (Übung (PF) - 2 TWS)

Modulverantwortlicher Prof. Dr. rer. nat. habil. Christian Kähler

Inhalt	<ul style="list-style-type: none"> • Kompressible Strömung/Aerodynamik • Pfeilflügel • Hochauftriebshilfen • Reine Überschallaerodynamik • Theorie schlanker Körper • Aerodynamik des Triebwerkeinlaufs • Rumpfaerodynamik • Flügel-Rumpf-Kombination
--------	---

Qualifikationsziele	<p>Die Studierenden sind in der Lage, dem Einfluss der Kompressibilität auf die Profilaerodynamik Rechnung zu tragen.</p> <p>Die Studierenden beherrschen die Anwendung der Potentialgleichung bei kompressibler Strömung.</p> <p>Die Schwierigkeiten des Flügels in der Transonik sind den Studierenden bekannt.</p> <p>Die Studierenden wissen um die Auswirkung der Flügelpfeilung.</p> <p>Die Studierenden kennen die Varianten mechanischer Hochauftriebshilfen und deren potentialtheoretische Berechnungsmethodik.</p> <p>Den Studierenden ist die Berechnung von Strömungen an Verdichtungsstößen bzw. Expansionsfächern geläufig. Die Berechnung aerodynamischer Beiwerte an Profilen sowie die Grundzüge der Flächenregeln sind verstanden.</p> <p>Die Studierenden verstehen die Aerodynamik des Triebwerkeinlaufs.</p> <p>Die Studierenden können die Umströmung einfacher Rumpfgeometrien mit Hilfe der Potentialtheorie nachvollziehen und kennen die mit reibungsbehafteter Strömung verbundenen Probleme und Gegenmaßnahmen.</p>
---------------------	--

Voraussetzungen	Vorausgesetzt werden Kenntnisse aus den Modulen „Höhere Mathematik“, „Strömungsmechanik“ und „Grundlagen der Aerodynamik“
-----------------	---

Verwendbarkeit	Die Flugzeugaerodynamik stellt die Voraussetzung für die aerodynamische Auslegung von Fluggeräten in allen Machzahlbereichen zur Verfügung.
Leistungsnachweis	Schriftliche Prüfung 75 Minuten oder mündliche Prüfung 30 Minuten
Sonstige Bemerkungen	Die Vorlesung ist für die Beamer-Projektion konzipiert. In der Übung werden unter Einbeziehung der Studierenden Aufgaben vorgerechnet. Zuordnung zu den Studienschwerpunkten siehe Tabelle am Anfang des Dokumentes.
Literatur	<ul style="list-style-type: none">• Schlichting H., Truckenbrodt E.A.: Aerodynamik des Flugzeuges. Band 1. Springer Verlag, 2000.• Schlichting H., Truckenbrodt E.A.: Aerodynamik des Flugzeuges. Band 2. Springer Verlag, 2000.• Bertin J.J., Smith M.L.: Aerodynamics for Engineers. Prentice-Hall, 1989.• Anderson J.D.: Fundamentals of Aerodynamics. McGraw-Hill Book Company, 1984.
Dauer und Häufigkeit	Das Modul dauert 1 Trimester. Es findet im Wintertrimester des 1. Master-Studienjahres statt.

Modul 1064 Flugzeugentwurf

zugeordnet zu: Wahlpflichtmodule Vertiefungsrichtung: Moderne Verfahren sicherer Kommunikationssysteme

Studiengang:	Mathematical Engineering	Modultyp:	Pflicht
Workload gesamt (h):	150 Stunden	ECTS-Punkte:	5
-> Präsenzzeit (h):	60 Stunden	TWS:	5 Stunden
-> Selbststudium (h):	90 Stunden		

Modulbestandteile	10641	Flugzeugentwurf (Vorlesung, Übung (PF) - 5 TWS)
-------------------	-------	--

Modulverantwortlicher	Prof. Dr.-Ing. Peter Stütz
-----------------------	----------------------------

Inhalt

Das Modul "Flugzeugentwurf" liefert die Grundlagen für den konzeptionellen Vorentwurf von Flächenflugzeugen. Hierbei sollen die Studenten in die Lage versetzt werden, anhand vorgegebener Randbedingungen einen Basisentwurf zu generieren.

Im Einführungskapitel wird der Entwicklungsprozess als Teil des Produktlebensdauerzyklus dargestellt. Weiterhin werden die Interessen und Einflüsse sämtlicher an einem Projekt beteiligten Parteien beleuchtet. In diesem Zusammenhang wird auch auf relevante Zulassungsvorschriften eingegangen. Im weiteren Verlauf beschränken sich die Betrachtungen auf den Konzeptentwurf als Teil des Vorentwurfs.

Zunächst wird das Auslegungsdiagramm, in welchem die grundsätzlichen Entwurfsparameter "Schub/Gewichtsverhältnis" F/G über "Flächenbelastung" G/S aufgetragen sind, allgemein vorgestellt. Im weiteren Verlauf werden aus gestellten Leistungsanforderungen Grenzen des Auslegungsdiagramms entwickelt.

Im ersten Schritt werden die Punkteleistungen (Steigfähigkeit, Beschleunigungsfähigkeit, max. Fluggeschwindigkeit, Dienstgipfelhöhe, durchgehaltene und maximale Wenderaten) hergeleitet, sowie die daraus entstehenden Grenzen im Auslegungsdiagramm bestimmt.

Die Betrachtung der Missionsleistungen erfordert zunächst eine Darstellung möglicher Missionsarten, sowie die Gliederung einer Mission in Missionssegmente.

Im weiteren Verlauf werden Start- und Landestrecke betrachtet. Eine Aufteilung in Teilsegmente erlaubt die Abschätzung der benötigten Roll- und Gesamtstrecken. Anschließend werden die sich aus dieser Betrachtung ergebenden Grenzen im Auslegungsdiagramm bestimmt. Weitere Grenzen wie z.B. Böenlastvielfache, Mindeststeigwinkel bei Triebwerksausfall etc. werden behandelt und dem Auslegungsdiagramm hinzugefügt. Abschließend ergibt sich ein Auslegungsbereich möglicher Kombinationen der Parameter G/S und F/G in dem der Auslegungspunkt gewählt werden muss.

Anschließend an die Behandlung des Auslegungsdiagramms werden Reichweiten- und Warteflug, sowie die Reichweitenoptimierung behandelt.

Mithilfe der nun bekannten Zusammenhänge für Reichweiten-, Warte-, Steig- und Kurvenflug sowie einiger empirischer Ansätze für weitere Flugabschnitte wird mit der Fuel-Fraction-Methode eine Möglichkeit zur Bestimmung des Treibstoffbedarfs für eine vorgegebene Mission vorgestellt. Hiermit ergibt sich auch die Möglichkeit zur Bestimmung des Nutzlast-Reichweiten-Diagramms.

Durch iterative Anwendung der Fuel-Fraction-Methode ist nun eine Bestimmung der Abflugmasse für eine Auslegungsmission möglich. Somit können aus der Wahl des Auslegungspunkts die Größen für die Flügelfläche und den installierten Schub bestimmt werden.

Die bisherigen Betrachtungen hatten zum Ziel, die Grundlegenden Größen für die Erstellung einer Dreiseitenansicht zu bestimmen. In den weiteren Kapiteln werden die Auslegung von Flügel und Rumpf, die Dimensionierung von Leitwerk und Fahrwerk, sowie die Integration von Fahrwerk und Triebwerk behandelt. Hierbei wird insbesondere auf geometrische Randbedingungen sowie die Schwerpunktlage eingegangen.

Im nächsten Schritt wird die Bestimmung der Leermasse anhand von empirischen Formeln behandelt. Hierbei werden Teilmassen für einzelne Baugruppen bestimmt, so dass eine Festlegung des Gesamtschwerpunkts möglich wird.

Abschließend werden die bei einem Projekt entstehenden Kosten behandelt, welche für eine Wirtschaftlichkeitsprognose abgeschätzt werden müssen. Hierfür wird auf ein parametrisches Modell zurückgegriffen.

Qualifikationsziele

- 1) Der/die Studierende kennt den Produkt-Lebensdauerzyklus eines Luftfahrzeugs, sowie die Einbindung des Konzept- und Vorentwurfs.
- 2) Der/die Studierende kennt den Ablauf der Arbeitsschritte im Konzeptentwurf.
- 3) Der/die Studierende kennt die für den Konzeptentwurf wichtigen Auszüge der Zulassungsvorschriften.
- 4) Der/die Studierende kann die Punkteleistungen für ein Fluggerät berechnen und kennt die Einflüsse der konstruktiven Parameter.
- 5) Der/die Studierende kennt die unterschiedlichen Arten von Flugmissionen sowie die Unterteilung in Missionssegmente.
- 6) Der/die Studierende kann die Start- und Landestrecke berechnen und kennt die Einflüsse der konstruktiven Parameter.
- 7) Der/die Studierende kann die Reichweite einer Konfiguration sowie den reichweitenoptimalen Betriebspunkt bestimmen und daraus ein Nutzlast-Reichweitendiagramm erstellen.
- 8) Der/die Studierende kann mit Hilfe des Auslegungsdiagramms anhand vorgegebener Randbedingungen den optimalen Auslegungspunkt für eine Flugzeugkonfiguration bestimmen.
- 9) Der/die Studierende kennt die Grundlagen der Erstellung statistischer Formeln für die Massenabschätzung.
- 10) Der/die Studierende kann mit Hilfe der iterativen Anwendung der Fuel-Fraction-Methode das Abfluggewicht eines Konzeptes abschätzen, sowie die Sensitivitäten bezüglich der Eingangsparameter und der gestellten Anforderungen bestimmen.

- 11) Der/die Studierende kennt die Randbedingungen für die Auslegung von Flügel, Rumpf, Leitwerk und Fahrwerk sowie deren Integration.
- 12) Der/die Studierende kennt die Aufteilung der Gesamt- sowie der Betriebsleermasse in Teilmassen sowie Verfahren zur statistischen Leermasseabschätzung.
- 13) Der/die Studierende kennt die Aufteilung der bei einem Flugzeugprojekt entstehenden Kosten.

Voraussetzungen

Grundlagen der Flugmechanik und Luftfahrttechnik

Verwendbarkeit

Die Inhalte des Moduls liefern die Grundlagen zur Analyse und Synthese von Flächenflugzeugen.

Leistungsnachweis

Benoteter Schein
Die Übung erfolgt als Entwurfsaufgabe in Gruppenarbeit.
Der Schein setzt sich zusammen aus der bewerteten Gruppenarbeit und einer weiteren mündlichen/schriftlichen Wissensabfrage.

Sonstige Bemerkungen

Zuordnung zu den Studienschwerpunkten siehe Tabelle am Anfang des Dokumentes.

Literatur

- Anderson J.D.: Aircraft performance and design. Boston, 1999
- Fielding, J.P.: Introduction to aircraft design. Cambridge, 2003
- Howe, D.: Aircraft Conceptual Design. Suffolk, 2000
- Raymer, D.P.: Aircraft Design: A conceptual Approach. AIAA Education Series, 1992
- Roskam J.: Airplane Design. Parts I-VIII. Kansas, 1989
- Torenbeek, E.: Synthesis of subsonic Airplane Design. Delft, 1982

Dauer und Häufigkeit

Das Modul dauert ein Trimester, es findet im Frühjahrstrimester des 1. Master-Studienjahres statt.

Modul 1364 Fortgeschrittene Methoden der Regelungstechnik

zugeordnet zu: Wahlpflichtmodule Vertiefungsrichtung: Moderne Verfahren sicherer Kommunikationssysteme

Studiengang:	Mathematical Engineering	Modultyp:	Wahlpflicht
Workload gesamt (h):	180 Stunden	ECTS-Punkte:	6
-> Präsenzzeit (h):	72 Stunden	TWS:	6 Stunden
-> Selbststudium (h):	108 Stunden		

Modulbestandteile	13641	Fortgeschrittene lineare Regelung (Vorlesung (WP) - 2 TWS)
	13642	Fortgeschrittene lineare Regelung (Übung (WP) - 1 TWS)
	13643	Nichtlineare Systeme (Vorlesung (WP) - 2 TWS)
	13644	Nichtlineare Systeme (Übung (WP) - 1 TWS)

Modulverantwortlicher Prof. Dr.-Ing. habil. Felix Anritter

Inhalt Lehrveranstaltung a): Fortgeschrittene Lineare Regelung

- Im ersten Abschnitt der Vorlesung wird die Algebraischen Struktur linearer Systeme geklärt, dies erlaubt unter anderem die Parametrierung aller einen Regelkreis stabilisierenden Regler
- Aussagen über Prinzipielle Grenzen des Reglerentwurfs
- Der zweite Teil der Vorlesung beschäftigt sich mit der Formulierung von Anforderungen an einen geschlossenen Regelkreis mittels Funktionennormen. Durch die im ersten Abschnitt gewonnen Erkenntnisse können systemmatisch Regler entworfen werden, die neben der geforderten Stabilität des Regelkreises bestimmte Anforderungen optimal erfüllen (z.B. Minimierung der benötigten Stellenergie).

Lehrveranstaltung b): Nichtlineare Systeme

- Modell- und Darstellungsformen dynamischer Systeme (Eingangs-/Ausgangs-Differentialgleichung, Zustandsraum-Beschreibung, Blockschaltbilder)
- Ruhelagenbegriff bei nichtlinearen Systemen
- Phasendifferentialgleichung
- Linearisierung nichtlinearer Systeme
- Stabilitätsbegriff nach Lyapunov
- Untersuchung des nichtlinearen Standardregelkreises

Qualifikationsziele • Der Hörer kennt grundsätzliche Grenzen der linearen Regelungstheorie und kann damit die Lösbarkeit verschiedenster Aufgabenstellungen einschätzen. Er kennt zudem zahlreiche Begriffe der fortgeschrittenen linearen Theorie und kann sich nach Abschluß des Moduls selbständig in verschiedene fortgeschrittene Methoden einlesen.

- Fähigkeit, die Unterschiede zwischen einem nichtlinearen Systemmodell und seiner Linearisierung zu kennen und damit die Gültigkeit einer linearisierten Systembeschreibung beurteilen zu können
- Beherrschung der Analyse der Eigenschaften eines nichtlinearen Systems

Voraussetzungen	Modul „Systemtheorie“ bzw. vergleichbare Veranstaltungen
Verwendbarkeit	<ul style="list-style-type: none">• Wahlpflichtmodul aus dem allgemeinen Wahlpflichtmodulkatalog EIT, verwendbar für alle drei Vertiefungsrichtungen, „Energietechnische Systeme“, „Kommunikationstechnik“ und Sicherheitstechnik• Wahlpflichtmodul aus dem allgemeinen Wahlpflichtmodulkatalog „Mathematical Engineering“; dort verwendbar für alle Vertiefungsrichtungen
Leistungsnachweis	Schriftliche Prüfung von 90 min Dauer (sP-90) oder mündliche Prüfung von 30 min Dauer (mP-30) am Ende des Moduls, in der der Inhalt beider Vorlesungen abgefragt wird.
Literatur	zu Lehrveranstaltung a): <ul style="list-style-type: none">• M. Vidyasagar: "Control System Synthesis, A Factorization Approach", MIT Press, 1985,• K. Meyberg: "Algebra, Teil 1", Hanser Verlag, 1980,• R. Unbehauen: "Systemtheorie 1", Oldenbourg Verlag, 2002. zu Lehrveranstaltung b): <ul style="list-style-type: none">• Föllinger, O.: Nichtlineare Regelungen I und II, Oldenbourg Verlag, 1993• Slotine, J.-E. E. und Li, W.: Applied Nonlinear Control, Prentice Hall, 1991• Unbehauen, R.: Systemtheorie 2, Oldenbourg Verlag, 1998• Engell, S. (Hrsg.): Entwurf nichtlinearer Regelungen, Oldenbourg Verlag, 1995

Modul 1326 Fragen der Mikro- und Nanosystemtechnik

zugeordnet zu: Wahlpflichtmodule Vertiefungsrichtung: Moderne Verfahren sicherer Kommunikationssysteme

Studiengang:	Mathematical Engineering	Modultyp:	Wahlpflicht
Workload gesamt (h):	180 Stunden	ECTS-Punkte:	6
-> Präsenzzeit (h):	72 Stunden	TWS:	2 Stunden
-> Selbststudium (h):	108 Stunden		

Modulbestandteile	13261	Fragen der Mikro- und Nanosystemtechnik (Seminar (WP) - 2 TWS)
-------------------	-------	---

Modulverantwortlicher	Prof. Dr.-Ing. Hermann Baumgärtner
-----------------------	------------------------------------

Inhalt	Mitglieder des Instituts für Physik als auch externe Gäste aus Industrie und Forschungseinrichtungen berichten über aktuelle Herausforderungen und Ergebnisse aus Forschung und Entwicklung auf den Gebieten der Mikro- und Nanosystemtechnik
--------	---

Qualifikationsziele	Die Studierenden erhalten einen Überblick über den aktuellen Stand der Forschung und Entwicklung in der Industrie und öffentlichen Forschungseinrichtungen.
---------------------	---

Voraussetzungen	Die Module Technologie der Halbleiter und Mikrosysteme, Werkstoffe der Elektrotechnik und Nanotechnologie sind hilfreich, aber nicht zwingend vorausgesetzt.
-----------------	--

Verwendbarkeit	Wahlpflichtmodul für Vertiefungsrichtungen der Masterstudiengänge EIT, ME, INF Anwendungsfach Elektrotechnik.
----------------	---

Leistungsnachweis	Regelmäßige Teilnahme über 3 Trimester für den Erhalt eines Teilnahme Scheins. oder Regelmäßige Teilnahme über 3 Trimester und ein 45 min. Vortrag für einen benoteten Schein
-------------------	---

Literatur	Handout der Vortragenden
-----------	--------------------------

Dauer und Häufigkeit	Das Modul erstreckt sich über 3 Trimester <ul style="list-style-type: none"> • Häufigkeit des Angebots: jedes Studienjahr in allen Trimestern • vorgesehener Startzeitpunkt: Jedes Trimester, spätestens 3 Trimester vor Studiumsende
----------------------	---

Modul 1065 FVW-Strukturen

zugeordnet zu: Wahlpflichtmodule Vertiefungsrichtung: Moderne Verfahren sicherer Kommunikationssysteme

Studiengang:	Mathematical Engineering	Modultyp:	Pflicht
Workload gesamt (h):	150 Stunden	ECTS-Punkte:	5
-> Präsenzzeit (h):	48 Stunden	TWS:	4 Stunden
-> Selbststudium (h):	102 Stunden		

Modulbestandteile	10651	FVW-Strukturen (Vorlesung, Übung (PF) - 4 TWS)
-------------------	-------	---

Modulverantwortlicher	Prof. Dr.-Ing. Helmut Rapp
-----------------------	----------------------------

Inhalt

Die Studierenden erhalten im Modul „FVW-Strukturen“ einführende Kenntnisse über das Verhalten und die Berechnung von Strukturen aus Faserverbundwerkstoffen (FVW). Schwerpunkt bildet die Einführung in die klassische Laminattheorie sowie anzuwendende Versagenshypothesen. Hinweise zur Analyse von Faserverbundstrukturen mittels analytischer und numerischer (FE-) Methoden sowie zur konstruktiven Gestaltung und zur Herstellung runden das Modul ab. Das Modul gliedert sich in folgende Abschnitte:

- Materialien
Faserwerkstoffe,
Matrixwerkstoffe.
- Unidirektionalschicht (UD-Schicht)
Eigenschaften der UD-Schicht,
Werkstoffgesetz der UD-Schicht,
Matrixschumpf und Feuchteaufnahme.
- Mehrschichtverbunde (klassische Laminattheorie)
Transformation der UD-Schicht,
Werkstoffgesetz der geschichteten Platte,
Berechnung von Spannungen in den Einzellagen,
Schubspannungen infolge Querkraft der geschichteten Platte.
- Versagenskriterien
Maximale Spannung, maximale Dehnung,
Versagenkriterien von Hoffmann, Tsai-Wu, Puck.
- Berechnung von FVW-Strukturen
Auslegung und Optimierung von Laminaten,
Stabartige Elemente,
3D-Laminattheorie,
Krafteinleitungen (Bolzen, Schlaufen, Klebung).
- Hinweise zur Fertigung

Qualifikationsziele	1) Die Studierenden kennen die Einzelkomponenten von Faserverbundwerkstoffen und deren Eigenschaften. Sie wissen, wie diese Werkstoffkomponenten im Verbund zusammenwirken.
---------------------	---

- 2) Die Studierenden verstehen das Verhalten orthotroper und anisotroper Werkstoffe, sie können das Versagen solcher Werkstoffe anhand von verschiedenen Bruchkriterien beurteilen.
- 3) Die Studierenden sind in der Lage, die Eigenschaften beliebig aufgebauter Lamine rechnerisch zu ermitteln und deren Eigenschaften im Hinblick auf zu konstruierende Strukturen zu beurteilen.
- 4) Die Studierenden kennen die Stärken, aber auch die Schwächen des Faserverbundwerkstoffes beim Einsatz in tragenden Strukturen.
- 5) Die Studierenden wissen, wie Strukturen aus Faserverbundwerkstoffen hergestellt werden können und welche fertigungsabhängigen Eigenschaften beachtet werden müssen.

Voraussetzungen

Vorausgesetzt werden Kenntnisse in "Festigkeitslehre"

Verwendbarkeit

Das Modul vermittelt die Grundlagen der Konstruktion und der Berechnung von Strukturen aus Faserverbundwerkstoffen. Diese Kenntnisse sind von Bedeutung für alle Strukturen aus Faserverbundwerkstoffen, nicht nur aus dem Bereich der Luft- und Raumfahrttechnik, sondern auch der Automobil- und Windenergie-technik sowie dem allgemeinen Maschinenbau bis hin zu Sportgeräten.

Leistungsnachweis

Schriftliche Prüfung 90 Minuten (30 Minuten Fragenteil ohne Hilfsmittel, 60 Minuten Aufgabenteil mit allen Hilfsmitteln) oder mündliche Prüfung 30 Minuten (ohne Hilfsmittel)

Sonstige Bemerkungen

Zuordnung zu den Studienschwerpunkten siehe Tabelle am Anfang des Dokumentes.

Literatur

- Schürmann H.: Konstruieren mit Faser-Kunststoff-Verbunden. Berlin: Springer-Verlag, 2005.
- Moser K.: Faser-Kunststoff-Verbund. Entwurfs- und Berechnungsgrundlagen. Düsseldorf: VDI-Verlag, 1992.
- Puck A.: Festigkeitsanalyse von Faser-Matrix-Laminaten. Carl Hanser Verlag: München, 1996.
- Tsai S.W., Hahn T.: Introduction to Composite Materials. Westport/Conn.: Technomic Publishing Company, 1980.
- Vinson J.R., Sierakowski R.L., The behavior of Structures Composed of Composite Materials. Kluwer Academic Publishers, Dordrecht, 2002

Dauer und Häufigkeit

Das Modul dauert ein Trimester, es findet im Wintertrimester des 2. Master-Studienjahres statt.

Modul 1066 Gasdynamik

zugeordnet zu: Wahlpflichtmodule Vertiefungsrichtung: Moderne Verfahren sicherer Kommunikationssysteme

Studiengang:	Mathematical Engineering	Modultyp:	Pflicht
Workload gesamt (h):	150 Stunden	ECTS-Punkte:	5
-> Präsenzzeit (h):	48 Stunden	TWS:	4 Stunden
-> Selbststudium (h):	102 Stunden		

Modulbestandteile	10661	Gasdynamik (Vorlesung (PF) - 2 TWS)
	10662	Gasdynamik (Übung (PF) - 2 TWS)

Modulverantwortlicher Prof. Dr. rer. nat. habil. Christian Kähler

Inhalt	<ul style="list-style-type: none"> • Thermodynamische Grundlagen der Gasdynamik • Überschallströmung: Lavaldüsenströmung, kritische Strömungsgrößen, senkrechter Verdichtungsstoß • Schiefer Verdichtungsstoß, anliegende/abgelöste Stoßformen • Prandtl-Meyer-Strömung • Gasdynamische Grundgleichung • Charakteristikenverfahren • Schallnahe Strömung • Hyperschallströmung • Reibungseffekte • Realgaseffekte • Versuchsanlagen und Messmethoden der Gasdynamik
--------	--

Qualifikationsziele	<ul style="list-style-type: none"> • Die Studierenden können Form und Lage auftretender Verdichtungsstöße vorhersagen • Die Studierenden kennen die aerodynamischen Probleme im Unter- und Überschall und beherrschen deren mathematische Behandlung • Die Studierenden sind mit Effekten der Schallnahen Strömung und der Hyperschallströmung vertraut • Die Studierenden beherrschen die Anwendung des Charakteristikenverfahrens • Die Studierenden sind mit der Erzeugung von Überschallströmung und mit der wesentlichen Messtechnik zur Analyse kompressibler Strömung vertraut
---------------------	--

Voraussetzungen	Grundkenntnisse aus Höherer Mathematik und Physik sowie Kenntnisse, wie sie im Modul "Strömungsmechanik und Aerodynamik" vermittelt werden.
-----------------	---

Verwendbarkeit	Die Inhalte der Vorlesung liefern die theoretischen Grundlagen und das notwendige Verständnis zur Analyse und Vorhersage von kompressiblen Strömungen. Die erworbenen Kenntnisse über transsoni-
----------------	--

sche, supersonische und hypersonische Strömung bilden die Grundlage für ein tieferes Verständnis der Strömungsphänomene in der Luft – und Raumfahrttechnik.

Leistungsnachweis

Schriftliche Prüfung 90 Minuten (Hilfsmittel: nicht-programmierbarer Taschenrechner) oder mündliche Prüfung 30 Minuten (ohne Hilfsmittel).

Sonstige Bemerkungen

Literatur

- Anderson J.D.: Modern Compressible Flow: With Historical Perspective. McGraw-Hill Series in Aeronautical & Aerospace Engineering, McGraw Hill Higher Education. 1990.
- Krause E.: Strömungslehre, Gasdynamik und Aerodynamisches Laboratorium. 208 Aufgaben mit Lösungen sowie 11 ausführlichen Versuchen im Aerodynamischen Laboratorium. Vieweg+Teubner, 2003.
- Oswatitsch K.: Grundlagen der Gasdynamik. Springer-Verlag GmbH, 1987.
- Oswatitsch K.: Spezialgebiete der Gasdynamik. Schallnähe, Hyperschall, Tragflächen, Wellenausbreitung. Springer-Verlag, 1982.
- Zierep J.: Theoretische Gasdynamik. Karlsruhe: G. Braun-Verlag, 1991.
- Landau L.D., Lifschitz, E.M.: Hydrodynamik. Bd. 6, 1990, Verlag Harri Deutsch

Dauer und Häufigkeit

Das Modul dauert 1 Trimester, es findet im Wintertrimester des 1. Master-Studienjahres statt.

Für Studierende der Vertiefungsrichtung ME-PTM-LRT des Studiengangs Mathematical Engineering (M.Sc.) ist das Modul im Wintertrimester des 2. Studienjahrs vorgesehen.

Modul 1278 Halbleiterproduktionstechnik

zugeordnet zu: Wahlpflichtmodule Vertiefungsrichtung: Moderne Verfahren sicherer Kommunikationssysteme

Studiengang:	Mathematical Engineering	Modultyp:	Wahlpflicht
Workload gesamt (h):	210 Stunden	ECTS-Punkte:	7
-> Präsenzzeit (h):	84 Stunden	TWS:	7 Stunden
-> Selbststudium (h):	126 Stunden		

Modulbestandteile	12781	Halbleiterproduktionstechnik (Vorlesung (WP) - 3 TWS)
	12782	Halbleiterproduktionstechnik (Praktikum (WP) - 4 TWS)

Modulverantwortlicher Prof. Dr.-Ing. Walter Hansch

Inhalt Vorlesung: Es werden die ökonomischen Produktionsbedingungen einer Halbleiterfabrik herausgearbeitet, Bewertungskriterien für die Effizienz der Produktion und Optimierungspotentiale diskutiert.

Detaillierter Inhalt Teil 1: Überblick zur Historie der Entwicklung von Halbleiterprodukten und deren Märkte; grundlegende Statistik für Wahrscheinlichkeitsberechnungen in der Produktion; Diskussion klassischer und moderner Produktionsmodelle wie Lagerhaltungsmodelle oder Just-in-Time; Überblick zur technologischen Herstellung des Produktes Halbleiter-IC; Diskussion von Produktionseigenheiten in Halbleiterfabriken wie Herstellung in Losen, Automatisierung, workflow; detaillierte Untersuchungen zur „Factory Dynamics“: Beschreibung des physikalischen Verhaltens einer Produktionslinie durch mathematische Gleichungen, 4 Partner Modell, Warteschlangentheorie, die Gesetze und Leistungsparameter (wie Kapazität, Auslastung, Durchlaufzeit, Materialbestand) zur Evaluierung der Produktivität; Träume und Alpträume von Managern; Overall Equipment und Factory Efficiency (OEE, OFE); Qualitätsmanagement, Maschinenfähigkeitsuntersuchungen, Design of Experiments, Statistische Prozeßkontrolle. der Produktion und Optimierungspotentiale diskutiert

Praktikum: Es werden die Ergebnisse der Vorlesung in Versuchen nachvollzogen. Hierbei werden modernste Theorien wie DOE, SPC oder Produktivitätssoftware für die Studierenden zur Verfügung gestellt und deren Methoden an praktischen Beispielen vermittelt

Detailliert Inhalt Teil 2: Gruppenspiel zur Erfassung von Performanceparametern (Kapazität, Durchlaufzeiten, Betriebskennlinie) einer Produktionslinie ("Penny-Fab"); Software-Simulation und Optimierung von Produktionslinien; Software-Simulation zum Design-of-Experiments: Methoden des DOE, Parameter und notwendige Mindestanzahl von Versuchen zur Prozeßoptimierung, Auffinden des Optimums, Vertrauensbereich, Fluktuationen, Datenaufbereitung für Berichte; Experimente zum Design-of-Experiments: Aufstellen der Taguchi-Matrix,

Trockenätzungen zum Veraschen von Photolack, Berechnung und Verifizierung des Prozeßoptimums; Methoden des Qualitätsmanagements: Maschinenfähigkeitsuntersuchungen zur Partikeldichte im Reinraum, statistische Prozeßkontrolle: Prozeßbewertung, Eingriffsgrenzen

Qualifikationsziele	Die Studierenden sind nach dem Modul fähig die Methoden und Verfahren zur Erfassung und Reduzierung von Produkterstellungskosten, am Beispiel einer Halbleiterfabrik, anzuwenden. Hierzu gehören Kompetenzen in der Erfassung, Bewertung und Optimierung von Performance und Produktivitätsfaktoren einer Produktionslinie. Die erlernten Methoden zur Bestandsaufnahme, der Produktionszusammenhänge und der übergreifenden, kontinuierlichen Effizienzsteigerung stellen für die Studierenden eine fächerübergreifende, ingenieurwissenschaftliche Qualifikation dar.
Voraussetzungen	<ul style="list-style-type: none">• Kenntnisse in Integral- und Differentialrechnung, Statistik, Interesse an technischen und ökonomischen Zusammenhängen in einer Produktionslinie;
Verwendbarkeit	Wahlpflichtmodul für alle Vertiefungsrichtungen EIT
Leistungsnachweis	<ul style="list-style-type: none">• Nach der Vorlesung eine Prüfung, schriftlich, 60 min (=40%)• Praktikum: Eingangstest (=10%), Versuchsdurchführung (20%), Ausarbeitung (20%), Abschlussprüfung (10%)
Literatur	z.B. W.J.Hopp, M.L.Spearman: Factory Physics, McGraw-Hill, 2001; G.Linß: Qualitätsmanagement für Ingenieure, Fachbuchverlag Leipzig im Carl Hanser Verlag, 2005
Dauer und Häufigkeit	<ul style="list-style-type: none">• Das Modul dauert 2 Trimester.• Der Modulteil 1 findet jedes Studienjahr jeweils im Frühjahrstrimester statt, der Modulteil 2 im folgenden Herbsttrimester.• Als Startzeitpunkt ist das 9. Trimester (Frühjahr) vorgesehen.

Modul 1412 Informationstechnik in der interdisziplinären Anwendung - Fahrerassistenz- und Sicherheitssysteme

zugeordnet zu: Wahlpflichtmodule Vertiefungsrichtung: Moderne Verfahren sicherer Kommunikationssysteme

Studiengang:	Mathematical Engineering	Modultyp:	Wahlpflicht
Workload gesamt (h):	150 Stunden	ECTS-Punkte:	5
-> Präsenzzeit (h):	48 Stunden	TWS:	4 Stunden
-> Selbststudium (h):	102 Stunden		

Modulbestandteile	18463	Modellierung menschlichen Verhaltens in Informationssystemen (Vorlesung (WP) - 2 TWS)
	18464	Konzepte von Fahrerassistenzsystemen (Vorlesung (WP) - 2 TWS)

Modulverantwortlicher Priv.-Doz. Dr.-Ing. Gerhard Staude

Inhalt

Fahrerassistenzsysteme sind für die Automobilindustrie von großer Bedeutung, um das Fahren in Zukunft sicherer, komfortabler und energiesparender zu machen. Für die effiziente Entwicklung von Fahrerassistenzsystemen sind Methoden der Informationstechnik unverzichtbar, die anhand dieses durchgängigen Praxisbeispiels in der Lehrveranstaltung nahegebracht werden.

Die besondere Herausforderung in der Fahrerassistenz liegt in der Rolle des Fahrers, der nach wie vor die Verantwortung für die sichere Fahrzeugführung innehat. Die informationstechnischen Verfahren müssen daher stets sowohl technische als auch psychophysiologische Aspekte berücksichtigen und erfordern Wissen und Einsatz von Konzepten des menschlichen Verhaltens. Deshalb besteht dieses Modul aus den zwei Komponenten "Modellierung menschlichen Verhaltens" und "Konzepte von Fahrerassistenzsystemen".

a) Lehrveranstaltung Modellierung menschlichen Verhaltens in Informationssystemen
(Dr.-Ing. Michael Dambier)

Die Lehrveranstaltung „Modellierung menschlichen Verhaltens in Informationssystemen“ befasst sich mit Konzepten der menschlichen Informationsverarbeitung und der menschlichen Physiologie und deren Abbildung in Informationssystemen. Ausgehend von Beispielen der Fahrermodellierung und der Modellierung menschlichen Verhaltens in Sicherheitssystemen werden grundlegende Modellierungsprinzipien und -vorgehensweisen erläutert. Die informationstechnischen Verfahren werden in den Beispieldomänen um menschliche Verhaltensaspekte erweitert. Schwerpunkte der Vorlesung sind:

- Grundlagen der Modellierung
- „Funktionsweise“ des Menschen
- Sensortechnologie

- Modellierung des Menschen als Regelement
- Modellierung von menschlichem Verhalten in Sicherheitssystemen

b) Lehrveranstaltung Konzepte von Fahrerassistenzsystemen
(Dr. rer. nat. Dietrich Manstetten)

Die Lehrveranstaltung "Konzepte von Fahrerassistenzsystemen" konzentriert sich auf den Kontext der Rolle des Menschen in der Fahrzeugführung und die zur Unterstützung dieser Aufgabe entwickelten technischen Systeme. Aktuelle Fahrerassistenzsysteme (Elektronisches Stabilitäts Programm ESP, Adaptive Cruise Control ACC, Notbremsysteme, Spurhalteunterstützung, Nachtsichtsysteme) werden aus Unfallforschung und Verkehrstheorie motiviert und im Detail erläutert. Die Implikationen für die sich ändernde Rolle des Fahrers werden dargestellt und anhand von informationstechnischen Technologien der Mensch-Maschine-Schnittstelle bzw. der Fahrerzustandserkennung konkretisiert. Schwerpunkthemen der Vorlesung sind:

- Aufgaben der Fahrzeugführung
- Beispiele für Fahrerassistenzsysteme
- Unfallforschung und Verkehrstheorie
- Umfelderkennung und Sensortechnologie
- Gestaltung der Mensch-Maschine Schnittstelle
- Ermittlung des Fahrerzustandes
- Modellierung des Fahrerverhaltens
- Systemtest mit Fahrsimulatoren und auf Teststrecken
- Der Weg zum Autonomen Fahren

Qualifikationsziele

Die Studierenden sollen nach dieser Lehrveranstaltung folgende Kernkompetenzen erworben haben:

- Grundkenntnisse im Bereich Mensch-Maschine-Interaktion (interdisziplinäre Schlüsseltechnologie)
- Grundkenntnisse der Fahrerassistenzsysteme
- Grundkenntnisse der Modellierung menschlichen Verhaltens
- Konzepte zur Anwendung des Informationstechnik-Wissens auf die Informationsverarbeitung eines Bedieners
- Kenntnisse über aktuelle Entwicklungen im Bereich "Fahrerassistenzsysteme"

Voraussetzungen

Die Lehrveranstaltungen erfordern keine über das B.Sc.-Studium hinausgehenden Vorkenntnisse

Verwendbarkeit

- Wahlpflichtmodul für alle Vertiefungsrichtungen der Studiengänge Elektrotechnik und Informationstechnik (M. Sc.) und Mathematical Engineering (M. Sc.)
- Wahlpflichtmodul für den Studiengang Computer Aided Engineering (M. E.)

- Vorbereitung von Masterarbeiten auf dem Gebiet der Informationssysteme in Fahrzeugen und Sicherheitssystemen

Hinweis: Das Modul ist nur dann verwendbar, wenn keine der zugehörigen Lehrveranstaltungen im Rahmen eines anderen Moduls eingebracht wird!

Leistungsnachweis

Jährlich werden zwei Termine angeboten, an denen alle Teilveranstaltungen des Moduls gemeinsam geprüft werden. Voraussetzung für die Zulassung zur Prüfung ist die Bearbeitung einer Hausaufgabe mit abschließender Ergebnispräsentation.

Für dieses Modul ist eine schriftliche Prüfung von 40 Minuten Dauer (sP-40) vorgesehen. Die Prüfungsergebnisse zu beiden Lehrveranstaltungen gehen zu gleichen Teilen in die Modulnote ein. Die Modulprüfung ist bestanden, wenn jede der in die Modulnote eingehenden Lehrveranstaltungen mindestens mit „ausreichend“ (4.0) bewertet wurde.

Sonstige Bemerkungen

Die Lehrveranstaltungen werden in Absprache jeweils zu Blöcken zusammengefasst. Die Studierenden können Ihre Matlab-Kenntnisse in die Hausaufgabe der Lehrveranstaltung „Modellierung menschlichen Verhaltens in Informationssystemen“ mit einbringen. Weitere Informationen zu diesem Modul gibt es auf der Internet-Seite des Instituts EIT3.2.

Literatur

- H. Winner, S. Hakuli, G. Wolf, „Handbuch Fahrerassistenzsysteme: Grundlagen, Komponenten und Systeme für aktive Sicherheit und Komfort“. Verlag Vieweg&Teubner, 2009
- H. J. Bungartz, S. Zimmer, M. Buchholz, D. Pflüger, „Modellbildung und Simulation - Eine anwendungsorientierte Einführung“. Verlag Springer, 2009.
- B. Schneider, „Die Simulation menschlichen Panikverhaltens - Ein Agenten-basierter Ansatz“. Verlag Vieweg&Teubner, Wiesbaden, 2011

Dauer und Häufigkeit

Das Modul dauert 2 Trimester.
Das Modul beginnt jedes Studienjahr jeweils im Wintertrimester.

Modul 1037 Informations- und Codierungstheorie

zugeordnet zu: Wahlpflichtmodule Vertiefungsrichtung: Moderne Verfahren sicherer Kommunikationssysteme

Studiengang:	Mathematical Engineering	Modultyp:	Wahlpflicht
Workload gesamt (h):	180 Stunden	ECTS-Punkte:	6
-> Präsenzzeit (h):	60 Stunden	TWS:	5 Stunden
-> Selbststudium (h):	120 Stunden		

Modulbestandteile	1037	Informations- und Codierungstheorie (Vorlesung, Übung (WP) - 5 TWS)
-------------------	------	--

Modulverantwortlicher	Prof. Dr. Peter Hertling
-----------------------	--------------------------

Inhalt	<p>Grundlegende Fragen der Informationsverarbeitung sind, wieviel Information man in einen Bitstrom hineincodieren kann und wieviel Information man durch das Senden eines Bitstroms in einer bestimmten Zeit von einem Ort zu einem anderen Ort übertragen kann, wenn der Bitstrom nur mit einer bestimmten Geschwindigkeit gesendet werden kann und die Sendung womöglich noch gestört wird. Diese Fragen werden in der Shannonschen Informationstheorie behandelt, die Inhalt dieser Veranstaltung ist. Dazu werden Grundbegriffe zu Codes eingeführt, der Begriff der Entropie, Nachrichtenquellen und Kanäle. Ziele sind der Quellencodierungssatz und der Kanalcodierungssatz von Shannon.</p> <p>Anschließend werden in der Praxis wichtige Codierungsmethoden behandelt z.B. lineare Codes und Faltungscodes. Es werden Algorithmen und Ergebnisse zu derartigen Codierungsmethoden und zur Decodierung und Fehlerkorrektur einer übertragenen, codierten, aber möglicherweise gestörten Nachricht behandelt werden. Am Ende soll noch eine kurze Einführung in die algorithmische Informationstheorie gegeben werden.</p>
--------	--

Qualifikationsziele	<p>Die Studierenden lernen einerseits grundlegende theoretische Begriffe zur Übertragung von Information durch einen Bitstrom kennen, sowie prinzipielle Grenzen der Informationsübertragung.</p> <p>Andererseits lernen sie wichtige Codierungsmethoden kennen, die in der digitalen elektronischen Datenübertragung verwendet werden. Sie lernen zu beurteilen, welche Codierungsmethoden in welcher Situation vorzuziehen sind. Außerdem sollen sie selbst Algorithmen zur Codierung und Decodierung (auch Fehlerkorrektur) implementieren können.</p>
---------------------	---

Voraussetzungen	Es werden Grundkenntnisse in Analysis, linearer Algebra und Wahrscheinlichkeitstheorie vorausgesetzt.
-----------------	---

Verwendbarkeit

Das Modul kann als Wahlpflichtfach im Vertiefungsfach Theoretische Informatik gewählt werden.

Die Kenntnis der Inhalte dieses Moduls ist sehr nützlich für eine spätere Beschäftigung mit Datenübertragung und elektronischen Kommunikationssystemen

Leistungsnachweis

Schriftliche Prüfung von 60 Minuten Dauer oder mündliche Prüfung von 30 Minuten Dauer. Die Art der Prüfung wird zu Beginn des Moduls bekannt gegeben.

Dauer und Häufigkeit

Das Modul dauert 1 Trimester.

Das Modul wird jedes zweite Studienjahr angeboten und beginnt jeweils im Wintertrimester.

Modul 1455 Integralgleichung und Randelemente

zugeordnet zu: Wahlpflichtmodule Vertiefungsrichtung: Moderne Verfahren sicherer Kommunikationssysteme

Studiengang:	Mathematical Engineering	Modultyp:	Wahlpflicht
Workload gesamt (h):	90 Stunden	ECTS-Punkte:	3
-> Präsenzzeit (h):	36 Stunden	TWS:	3 Stunden
-> Selbststudium (h):	54 Stunden		

Modulbestandteile	14551	Integralgleichungen und Randelemente (Vorlesung (PF) - 3 TWS)
-------------------	-------	--

Modulverantwortlicher	Prof. Dr.sc.math.habil. Joachim Gwinner
-----------------------	---

Inhalt	<ul style="list-style-type: none"> Potentialgleichung: Außen- und Innenrandwertaufgaben Integraldarstellungsformel; Einfach- und Doppelschichtpotential Randintegraloperatoren Variationelle Randformulierungen gemischter Randwertprobleme: Gebietsformulierungen, Randformulierungen) Galerkin-Verfahren; vereinfachte Methode der Finiten Elemente auf dem Rand: „Randelemente“, Approximation mit periodischen Spline-Funktionen Fehlerabschätzungen, Aubin-Nitsche-Trick, Superapproximation Numerische Integration, Kollokationsmethode Hypersinguläre Integrale und ihre Regularisierung
--------	---

Qualifikationsziele	<ul style="list-style-type: none"> Aufbau von Wissen durch Einführung in ein aktuelles Gebiet der angewandten und numerischen Mathematik Kompetenz zum Wissenstransfer aus der mathematischen Forschung in die ingenieurwissenschaftliche Anwendung Fähigkeit zu selbständigem Studium der weiterführenden > englischsprachigen Fachliteratur Vorbereitung auf eine einschlägige Master-Arbeit
---------------------	---

Voraussetzungen	<ul style="list-style-type: none"> unabdingbar: Kenntnisse aus der Linearen Algebra, der Differential- und Integralrechnung für Funktionen mehrerer Veränderlicher und der Numerischen Mathematik empfohlen: Kenntnisse in Partiellen Differentialgleichungen
-----------------	---

Verwendbarkeit	Anwendung des erlangten Wissens in der Masterarbeit und in Modulen aus den Bereichen Numerische Simulation – Computer Aided Engineering.
----------------	--

Leistungsnachweis	Am Ende der Veranstaltung wird eine mündliche Prüfung mit 30 Minuten Dauer abgehalten.
-------------------	--

Sonstige Bemerkungen

Die Veranstaltung kann bei Bedarf in englischer Sprache angeboten werden.

Literatur

- H. Gründemann: Randelementmethoden in der Festkörpermechanik, Fachbuchverlag Leipzig 1991.
- J. Gwinner, E.P. Stephan: Numerical Analysis of Boundary Value Problems and First Kind Integral Equations, Book manuscript.
- G.C. Hsiao, W.L. Wendland, Boundary Integral equations, Springer, Berlin, 2008.
- S. Sauter, C. Schwab: Randelementmethoden, Teubner-Verlag Stuttgart 2004.

Es werden umfangreiche Unterlagen in Form eines Ordners mit Vorlesungs- und Übungsinhalten und weiterführende Inhalte zur Verfügung gestellt.

Dauer und Häufigkeit

Das Modul dauert ein Trimester, es findet im Frühjahrstrimester des 1. Master-Studienjahres statt.

Modul 1350 Konstruktiver Ingenieurbau III (Stahlbau)

zugeordnet zu: Wahlpflichtmodule Vertiefungsrichtung: Moderne Verfahren sicherer Kommunikationssysteme

Studiengang:	Mathematical Engineering	Modultyp:	Wahlpflicht
Workload gesamt (h):	150 Stunden	ECTS-Punkte:	5
-> Präsenzzeit (h):	72 Stunden	TWS:	6 Stunden
-> Selbststudium (h):	78 Stunden		

Modulbestandteile	13501	Ingenieurholzbau (Vorlesung (PF) - 2 TWS)
	13502	Stahl- und Verbundkonstruktionen (Vorlesung (PF) - 2 TWS)
	13503	Stahl- und Verbundkonstruktionen (Übung (PF) - 2 TWS)

Modulverantwortlicher Prof. Dr.-Ing. Ingbert Mangerig

Inhalt Ingenieurholzbau (Prof. Mangerig):

- Tragsturen aus Holzelementen
- Brettschichtholz, Herstellung, Werkstoffkenngrößen
- Dimensionierungsgrundsätze
- Gekrümmte Holzleimkonstruktionen
- Rahmentragwerke
- Detailgestaltung
- Holzschutz
- Tafelbauweise
- Hallentragwerke
- Holzbrücken, Pionierbrücken
- Gegenüberstellung Berechnungsansätze Holzbau - Stahlbau

Stahl- und Verbundkonstruktionen (Prof. Mangerig):

- Grenzzustände der Tragfähigkeit und der Gebrauchstauglichkeit
- St. Venant Torsion
- Wölbkrafttorsion
- Stabilisierung elastisch gebetteter Stabsysteme
- Schubfeldtheorie
- Beulen
- Interaktion Knicken/Beulen
- Theorie der Verbundkonstruktionen
- Gestaltung der Verbundfuge
- Zeitabhängiges Materialverhalten
- Anschluss technik im Stahl- und Verbundbau

Qualifikationsziele Im Rahmen des Moduls Konstruktiver Ingenieurbau III erwerben die Studierenden vertiefte Kenntnisse in den Fächern Ingenieurholzbau sowie Stahl- und Verbundbau. Insbesondere entwickeln sie Fähigkeiten zur Analyse des Tragverhaltens der genannten Bauweisen und

zur anwendungsorientierten Übersetzung der Berechnungsergebnisse in ausführbare Konstruktionen.

Voraussetzungen

Voraussetzung für die Teilnahme an der Veranstaltung sind fundierte Kenntnisse in der Mechanik, der Baustatik, dem Verhalten der Werkstoffe des Bauwesens sowie dem Stahlbau und dem Holzbau.

Verwendbarkeit

Das Modul ist Voraussetzung für die Teilnahme an den Modulen Brücken- und Ingenieurbau sowie Projekt Konstruktiver Ingenieurbau.

Leistungsnachweis

Schriftliche Prüfung 120 Minuten oder mündliche Prüfung 30 Minuten.

Dauer und Häufigkeit

Das Modul dauert 1 Trimester.
Das Modul beginnt jedes Studienjahr jeweils im Wintertrimester.

Modul 1351 Konstruktiver Ingenieurbau IV (Massivbau)

zugeordnet zu: Wahlpflichtmodule Vertiefungsrichtung: Moderne Verfahren sicherer Kommunikationssysteme

Studiengang:	Mathematical Engineering	Modultyp:	Wahlpflicht
Workload gesamt (h):	150 Stunden	ECTS-Punkte:	5
-> Präsenzzeit (h):	72 Stunden	TWS:	6 Stunden
-> Selbststudium (h):	78 Stunden		

Modulbestandteile	13511	Hoch- und Industriebau (Vorlesung (PF) - 2 TWS)
	13512	Spannbetonbau (Vorlesung (PF) - 2 TWS)
	13513	Spannbetonbau (Übung (PF) - 2 TWS)

Modulverantwortlicher Prof. Dr.-Ing. Manfred Keuser

Inhalt

Spannbetonbau (Prof. Keuser):
 In der Vorlesung Spannbetonbau werden nach einem geschichtlichen Rückblick die Vorspanntechnologien vorgestellt und die Berechnung der Vorspannung statisch bestimmter und statisch unbestimmter Systeme hergeleitet. Anschließend folgen die Darstellung der Auswirkung des zeitabhängigen Materialverhaltens von Beton und Stahl auf das Tragverhalten sowie die Berechnung von Spannkraftverlusten. Nach der Bemessung vorgespannter Bauteile im Grenzzustand der Tragfähigkeit und der Gebrauchstauglichkeit schließt eine Zusammenfassung mit der Darstellung von Entwurfsgrundsätzen diese Lehrveranstaltung ab. In der zugehörigen Übung wird ein Beispiel vorgestellt und umfassend bearbeitet.

Hoch- und Industriebau (Prof. Keuser):
 In der Vorlesung Hoch- und Industriebau wird die Anwendung der Massivbauweise im Hoch- und Industriebau, sowohl bei Fertigteilm- als auch bei Ortbetonkonstruktionen behandelt. Daneben werden Spezialthemen wie z.B. WU-Konstruktionen, Betontragwerke für Hochhäuser, Heißbemessung von Massivbauteilen etc. behandelt.

Qualifikationsziele

Im Modul "KI IV" erwerben die Studierenden die Kenntnisse der Grundlagen und der Berechnungsverfahren der Spannbetonbauweise sowie die Fähigkeit zur Umsetzung der Grundlagen des Massivbaus im Hoch- und Industriebau.

Voraussetzungen Fundierte Kenntnisse der Statik, Mechanik und Werkstoffe.

Verwendbarkeit Das Modul ist empfohlene Voraussetzung für die Teilnahme an den Modulen:

- Brücken- und Ingenieurbau
- MS - Mathematical Engineering

- Projekt Konstruktiver Ingenieurbau

Leistungsnachweis

Schriftliche Prüfung 120 Minuten oder mündliche Prüfung 30 Minuten.

Dauer und Häufigkeit

Das Modul dauert 1 Trimester.

Das Modul beginnt jedes Studienjahr jeweils im Wintertrimester.

Modul 1334 Kontinuumsmechanik und Werkstoffmodelle

zugeordnet zu: Wahlpflichtmodule Vertiefungsrichtung: Moderne Verfahren sicherer Kommunikationssysteme

Studiengang:	Mathematical Engineering	Modultyp:	Pflicht
Workload gesamt (h):	150 Stunden	ECTS-Punkte:	5
-> Präsenzzeit (h):	60 Stunden	TWS:	5 Stunden
-> Selbststudium (h):	90 Stunden		

Modulbestandteile	13341	Kontinuumsmechanik (Vorlesung (PF) - 2 TWS)
	13342	Modellbildung in der Werkstoffmechanik (Vorlesung (PF) - 2 TWS)
	13343	Tensorrechnung (Vorlesung (PF) - 1 TWS)

Modulverantwortlicher Prof. Dr.-Ing. habil. Michael Brüinig

Inhalt	<p>Tensorrechnung (Prof. Apel):</p> <ul style="list-style-type: none">• Vektoren, ko- und kontravariante Basis• Tensoren zweiter und höherer Stufe• Rechenoperationen mit Tensoren• krummlinige Koordinaten• Differentiale und der Gradient einer skalaren Funktion• Nabla-Kalkül für Tensorfelder• Christoffel-Symbole <p>Kontinuumsmechanik (Prof. Brüinig):</p> <ul style="list-style-type: none">• Kinematik des Kontinuums• Kräfte und Spannungen• Bilanz- und Erhaltungssätze• Materialgleichungen• Variationsprinzip <p>Modellbildung in der Werkstoffmechanik (Prof. Brüinig):</p> <ul style="list-style-type: none">• Elastisches Werkstoffverhalten• Plastisches Werkstoffverhalten• Raten- und Temperaturabhängigkeiten• Schädigungsmodelle• Rissentwicklung und Versagen
--------	--

Qualifikationsziele	Die Studierenden beherrschen die Grundlagen der Tensorrechnung in symbolischer Darstellung. Sie besitzen ein fundiertes Wissen über unterschiedliche Spannungs- und Verzerrungstensoren und erhalten Einblicke in die Struktur und Bedeutung der Erhaltungsgleichungen und der Hauptsätze der Thermodynamik. Fundierte Kenntnisse über inelastische Stoffgesetze, Schädigungsentwicklungen und Versagensmechanismen von Werkstoffen erlauben eine realistische Prognose des
---------------------	---

Deformations- und Versagensverhaltens von Bauteilen und Strukturen.

Voraussetzungen

Bachelor-Studium

Verwendbarkeit

- "Finite Methoden und Stoffgesetze in der Hochdynamik", Modulnummer:1348
- Konstruktive Fächer

Leistungsnachweis

Mündliche Prüfung 30 Minuten oder schriftliche Prüfung 90 Minuten.

Dauer und Häufigkeit

Das Modul dauert 1 Trimester.
Das Modul beginnt jedes Studienjahr jeweils im Wintertrimester.

Modul 1068 Leichtbaustrukturen

zugeordnet zu: Wahlpflichtmodule Vertiefungsrichtung: Moderne Verfahren sicherer Kommunikationssysteme

Studiengang:	Mathematical Engineering	Modultyp:	Pflicht
Workload gesamt (h):	150 Stunden	ECTS-Punkte:	5
-> Präsenzzeit (h):	48 Stunden	TWS:	4 Stunden
-> Selbststudium (h):	102 Stunden		

Modulbestandteile	10681	Leichtbaustrukturen (Vorlesung, Übung (PF) - 4 TWS)
-------------------	-------	--

Modulverantwortlicher	Prof. Dr.-Ing. Helmut Rapp
-----------------------	----------------------------

Inhalt	<p>Die Studierenden erhalten im Modul „Leichtbaustrukturen“ vertiefende Kenntnisse über Leichtbaustrukturen. Besondere Berücksichtigung finden Phänomene der Kraffteinleitung und der Stabilität dünnwandiger Strukturen. Ein erster Einblick in die Funktionsweise und Berechnung von Membrankreiszyinderschalen wird gegeben. Das Modul gliedert sich in folgende Abschnitte:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Lastein-/umleitungen, Dreigurtscheibe, analytische Lösung, Shear-Lag Theorie. - Stabilität von Leichtbaustrukturen <ul style="list-style-type: none"> + Stab-Feder-Systeme <ul style="list-style-type: none"> Verzweigungsproblem, Durchschlagsproblem, Systeme mit mehreren Freiheitsgraden, kombinierte Beanspruchungen (Interaktionsformeln). + Elastische Tragwerke <ul style="list-style-type: none"> druckbelasteter Balken mit Vorverformung, Näherungsverfahren für den Balken, elastisch gebetteter Balken, Sandwichknittern, Biegedrillknicken, Kippen, Plattenbeulen, Teilschaleninstabilitäten, Beulen von Kreiszyinderschalen, Konzept der mitttragenden Breite und des Zugfeldes. - Statik der Kreiszyinderschalen <ul style="list-style-type: none"> Übertragungsmatrix der Membranschale, Umfangsbiegesteife Kreiszyinderschale, Spantmatrix.
--------	---

Qualifikationsziele	<p>1) Die Studierenden kennen die wesentlichen Mechanismen, die bei der Einleitung konzentrierter Kräfte in dünnwandige Strukturen wirken. Sie können die dabei auftretenden Spannungen ermitteln und ihre Auswirkungen auf praktische Problemstellungen beurteilen.</p>
---------------------	--

- 2) Die Studierenden erwerben die Fähigkeit, Stabilitätsprobleme dünnwandiger stabartiger Tragwerke zu klassifizieren. Sie können die stabilitätskritischen Lasten für einfache dünnwandige Tragwerke ermitteln.
- 3) Die Studierenden besitzen ein grundlegendes Verständnis für die Wirkungsweise von Membrankreiszyinderschalen ohne und mit Umfangsversteifungen (Spante).

Voraussetzungen	Vorausgesetzt werden Kenntnisse in „Festigkeitslehre“ und „Leichtbau“
Leistungsnachweis	Schriftliche Prüfung 90 Minuten (30 Minuten Fragenteil ohne Hilfsmittel, 60 Minuten Aufgabenteil mit allen Hilfsmitteln) oder mündliche Prüfung 30 Minuten (ohne Hilfsmittel)
Sonstige Bemerkungen	Zuordnung zu den Studienschwerpunkten siehe Tabelle am Anfang des Dokumentes.
Literatur	<ul style="list-style-type: none">• Kossira H.: Grundlagen des Leichtbaus. Einführung in die Theorie dünnwandiger stabförmiger Tragwerke. Berlin Heidelberg: Springer Verlag, 1996.• Wiedemann J.: Leichtbau. Elemente und Konstruktion. Berlin: Springer Verlag, 2007.• Pflüger A.: Stabilitätsprobleme der Elastostatik. Berlin: Springer-Verlag, 1975.• Niu M.C.Y.: Airframe Stress Analysis and Sizing. Hong Kong: Hong Kong Conmilit Press Ltd., 1999.
Dauer und Häufigkeit	Das Modul dauert ein Trimester, es findet im Frühjahrstrimester des 1. Master-Studienjahres statt.

Modul 1069 Luftfahrtantriebe

zugeordnet zu: Wahlpflichtmodule Vertiefungsrichtung: Moderne Verfahren sicherer Kommunikationssysteme

Studiengang:	Mathematical Engineering	Modultyp:	Pflicht
Workload gesamt (h):	150 Stunden	ECTS-Punkte:	5
-> Präsenzzeit (h):	48 Stunden	TWS:	4 Stunden
-> Selbststudium (h):	102 Stunden		

Modulbestandteile	10691	Luftfahrtantriebe (Vorlesung (PF) - 2 TWS)
	10692	Luftfahrtantriebe (Übung (PF) - 2 TWS)

Modulverantwortlicher Prof. Dr.-Ing. Reinhard Niehuis

Inhalt

Die Studierenden erwerben im Modul Luftfahrtantriebe ein vertieftes Grundlagenwissen über die verschiedenen Arten und Bauweisen von Antriebssystemen für unterschiedliche Anwendungen in der Luftfahrt:

- Die Studierenden erhalten nach einer kurzen Wiederholung wesentlicher Aspekte der Gasdynamik eine Einführung in das Betriebsverhalten von TL-Triebwerken anhand von Verdichter- und Triebwerks-Kennfeldern. Dabei werden auch Aspekte der Regelung, die Formulierung von geeigneten Ähnlichkeitskenngrößen sowie das instationäre Betriebsverhalten behandelt.
- Der Zweck und die Vorteile der Mehrwellenbauart werden für TL-Triebwerke dargestellt und es wird dabei auf die aerodynamischen Zusammenhänge sowie einige Aspekte zum Betriebsverhalten von TL-Triebwerken in Zweiwellenbauart eingegangen.
- In ausführlicher Form wird auf die heute übliche Bauweise, das sogenannte ZTL-Triebwerk eingegangen. Dabei lernen die Studierenden die Einsatzbereiche und Bauarten sowie die aerothermodynamischen Zusammenhänge kennen. Neben der Definition von Kennzahlen werden die Grundlagen zur Berechnung von Schub, spezifischen Brennstoffverbrauch und Wirkungsgraden vorgestellt sowie Optimierungsaspekte angesprochen. Abgerundet wird dies mit der Darstellung der besonderen Gestaltungsanforderungen des Fans.
- Danach werden die Studierenden mit den Einsatzbereichen und dem Aufbau von PTL-Triebwerken und Turbomotoren vertraut gemacht. Vermittelt werden die aerothermodynamischen Zusammenhänge, Kennzahlen und Ähnlichkeitskenngrößen, der Einfluss der Hauptauslegungsparameter auf Schub und spezifischen Brennstoffverbrauch sowie Aspekte von Teillast und Regelung. Nach der Darstellung der Bauarten von PTL-Triebwerken werden aktuelle Tendenzen und so genannte Propfan-Triebwerkskonzepte erläutert.
- Das Modul schließt mit einer Darstellung von Triebwerken für den Überschallflug. Die Studierenden lernen die speziellen Anforderungen kennen, wobei insbesondere auf Überschalleinlaufdiffusoren, die Schubdüsegestaltung für den Überschallflug sowie Triebwerke mit Nachverbrennung eingegangen wird.

Qualifikationsziele	<ul style="list-style-type: none">• Die Studierenden besitzen ein vertieftes Verständnis der verschiedenen Triebwerksarten, deren spezielle Bauweise und Einsatzbereiche in der Luftfahrt.• Die Studierenden besitzen die Fähigkeit, mithilfe des vermittelten Grundwissens verschiedene Triebwerksarten und deren unterschiedliche Anwendungsbereiche richtig einzuordnen und zu bewerten. Sie sind in der Lage, einfache Prozessrechnungen selbst vorzunehmen.• Die Studierenden sind fähig, geeignete Antriebssysteme für unterschiedlichste Luftfahrzeuge in Abhängigkeit der Flugmission auszuwählen und zu definieren.• Die Studierenden erhalten einen Überblick über die speziellen Anforderungen der Triebwerke für den überschallflug• Für einfache Triebwerksarten (TL-Triebwerke) können die Studierenden anhand der grundlegenden Zusammenhänge das Betriebsverhalten verstehen und nachvollziehen.
Voraussetzungen	Vorausgesetzt werden Kenntnisse aus den Modulen "Strömungsmechanik", "Gasdynamik", "Thermodynamik" und "Antriebssysteme".
Verwendbarkeit	Voraussetzung für Auswahl und Projektierung von Antriebskomponenten für unterschiedliche Anwendungsbereiche, für wissenschaftliche Grundlagenuntersuchungen und angewandte Forschung und Entwicklung auf dem Gebiet der Flugantriebe und Turbomaschinen.
Leistungsnachweis	Schriftliche Prüfung 90 Minuten
Sonstige Bemerkungen	Zuordnung zu den Studienschwerpunkten siehe Tabelle am Anfang des Dokumentes.
Literatur	<ul style="list-style-type: none">• Bräunling W.: Flugzeugtriebwerke. Springer Verlag, 2004.• Hagen H.: Fluggasturbinen und ihre Leistungen. Karlsruhe: Verlag G. Braun, 1982.• Hünecke K.: Flugtriebwerke. Stuttgart: Verlag Motorbuch, 1978.• Müller R.: Luftstrahltriebwerke. Grundlagen, Charakteristiken, Arbeitsverhalten. Braunschweig: Vieweg, 1997.• Münzberg H.G.: Flugantriebe. Berlin: Springer-Verlag, 1972.
Dauer und Häufigkeit	Das Modul dauert 1 Trimester, es findet im Frühjahrstrimester des 1. Master-Studienjahres statt.

Modul 1191 Maschinendynamik

zugeordnet zu: Wahlpflichtmodule Vertiefungsrichtung: Moderne Verfahren sicherer Kommunikationssysteme

Studiengang:	Mathematical Engineering	Modultyp:	Pflicht
Workload gesamt (h):	120 Stunden	ECTS-Punkte:	4
-> Präsenzzeit (h):	36 Stunden	TWS:	3 Stunden
-> Selbststudium (h):	84 Stunden		

Modulbestandteile	11911	Maschinendynamik (Vorlesung (PF) - 2 TWS)
	11912	Maschinendynamik (Übung (PF) - 1 TWS)

Modulverantwortlicher Prof. Dr.-Ing. Steffen Marburg

Inhalt

Die Studierenden erwerben im Modul Maschinendynamik das Grundwissen zur Behandlung der Wechselwirkungen zwischen dynamischen Kräften und Bewegungsgrößen innerhalb von Maschinen.

- Physikalische und mathematische Modellbildung sowie analytische und numerische Verfahren zur Untersuchung schwingungsfähiger Systeme.
- Experimentelle Methoden zur Bestimmung dynamischer Größen im Zeit- und Frequenzbereich, experimentelle Modalanalyse.
- Grundlagen der Dynamik von Rotoren.
- Dreh- und Translationsschwingungen, schwingungsfähige Systeme mit einem und mehreren Freiheitsgraden, erzwungene Schwingungen, nichtlineare und selbsterregte Schwingungen.
- Grundlagen zur Bemessung von Maschinenelementen, Auswuchten und Massenausgleich von Rotoren, Berechnung von dynamischen Beanspruchungen und Deformationen sowie von kritischen Drehzahlen, Resonanzphänomene.
- Methoden zur Schwingungsisolierung sowie zur Verminderung von Lärm- und Vibrationsbelastungen, Schwingungsdämpfer und Schwingungstilger.

Qualifikationsziele

- Die Studierenden erlernen die Grundbegriffe sowie ausgewählte experimentelle, analytische und numerische Methoden der Maschinendynamik.
- Die Studierenden sind in der Lage, störende Schwingungen von Maschinen zu charakterisieren und jeweils entsprechende Methoden zur Schwingungsisolierung bzw. Schwingungsdämpfung auszuwählen.
- Die Studierenden erwerben die Fähigkeit, einfache schwingungsfähige Systeme zu untersuchen, zu verstehen und zu bemessen.

Voraussetzungen	Vorausgesetzt werden Kenntnisse Kenntnisse, wie sie in den Bachelor-Modulen der Technischen Mechanik und der Höheren Mathematik vermittelt werden.
Verwendbarkeit	Das erworbene Wissen ist Voraussetzung für wissenschaftliche Untersuchungen sowie für angewandte Forschung und Entwicklung auf sämtlichen Gebieten der Luft- und Raumfahrttechnik. Das Modul Maschinendynamik bildet die Grundlage für weiterführende Lehrveranstaltungen des Masterstudiums.
Leistungsnachweis	Schriftliche Prüfung 90 Minuten oder mündliche Prüfung 30 Minuten
Literatur	<ul style="list-style-type: none">• Dresig H., Holzweißig F.: Maschinendynamik. Springer Verlag, 2006.• Sachau D., Brommundt E.: Schwingungslehre mit Maschinendynamik. Vieweg+Teubner, 2007.• Irretier H.: Grundlagen der Schwingungstechnik Band 1 und 2. Springer Verlag, 2001.• Hollburg U.: Maschinendynamik. Oldenbourg Verlag, 2007.• Gasch R., Nordmann R., Pfützner H.: Rotordynamik. Springer Verlag, 2007.
Dauer und Häufigkeit	Das Modul dauert ein Trimester, es findet im Herbsttrimester des 1. Master-Studienjahres statt.

Modul 1404 Mathematik der Information

zugeordnet zu: Wahlpflichtmodule Vertiefungsrichtung: Moderne Verfahren sicherer Kommunikationssysteme

Studiengang:	Mathematical Engineering	Modultyp:	Wahlpflicht
Workload gesamt (h):	150 Stunden	ECTS-Punkte:	5
-> Präsenzzeit (h):	48 Stunden	TWS:	4 Stunden
-> Selbststudium (h):	102 Stunden		

Modulbestandteile	14041	Mathematik der Information (Vorlesung (WP) - 4 TWS)
-------------------	-------	--

Modulverantwortlicher	Prof. Dr. rer. nat. Dr.-Ing. Stefan Schäffler
-----------------------	---

Inhalt	Wahrscheinlichkeitstheorie o Maß- und Integrationstheorie o Zufallsvariablen Math. Informationstheorie o Quellen und Kanäle o Sätze von Shannon
--------	--

Qualifikationsziele	Grundlagen aus der Stochastik und Grundkenntnisse in Math. Informationstheorie.
---------------------	---

Voraussetzungen	Bachelor EIT, ME
-----------------	------------------

Verwendbarkeit	Für alle Module und Masterarbeiten, die Stochastik und/oder Informationstheorie benötigen.
----------------	--

Leistungsnachweis	Eine schriftliche Prüfung von 45 Minuten oder eine mündliche Prüfung von 20 Minuten. Die Art der Prüfung wird zu Beginn des Trimesters bekanntgegeben.
-------------------	---

Literatur	P. Billingsley: "Ergodic Theory and Information", Wiley & Sons. Skriptum
-----------	--

Dauer und Häufigkeit	Das Modul dauert 1 Trimester. Das Modul findet optional in jedem Studienjahr im Frühjahrstrimester statt. Als Startzeitpunkt ist das Frühjahrstrimester im 2. Studienjahr des Masterstudiengangs EIT und ME vorgesehen.
----------------------	---

Modul 1302 MATLAB advanced

zugeordnet zu: Wahlpflichtmodule Vertiefungsrichtung: Moderne Verfahren sicherer Kommunikationssysteme

Studiengang:	Mathematical Engineering	Modultyp:	Wahlpflicht
Workload gesamt (h):	150 Stunden	ECTS-Punkte:	5
-> Präsenzzeit (h):	48 Stunden	TWS:	4 Stunden
-> Selbststudium (h):	102 Stunden		

Modulbestandteile 13021 MATLAB advanced (Seminar (WP) - 2 TWS)

Modulverantwortlicher Priv.-Doz. Dr.-Ing. Gerhard Staude

Inhalt

MATLAB ist ein interaktives, matrixorientiertes Programmpaket zur Berechnung, Visualisierung und Programmierung wissenschaftlich-technischer Fragestellungen. Aufbauend auf Grundkenntnissen der matrixorientierten Programmierung mit MATLAB bietet die Lehrveranstaltung "MATLAB advanced" einen weiterführenden und vertiefenden Einblick in dieses vielseitige, in den Ingenieurwissenschaften weit verbreitete, Werkzeug mit den Schwerpunkten

- Erweiterte Grafikfunktionen
- Modulare und rekursive Programmierung
- Eingebettete und verschachtelte Funktionen
- Flexible Parameterübergabe über Parameter-Value Kombinationen
- Erstellen interaktiver Benutzeroberflächen (Callbacks)
- Datenimport und -export
- Erfassung und Verarbeitung von Daten in Echtzeit
- Objektorientierte Methoden
- Konzepte zur Parallelverarbeitung
- Nutzung von Toolboxes

Die Lehrveranstaltung ist als Blended-Learning Kurs angelegt und verknüpft eine Selbstlernkomponente mit Vorlesungsanteilen im Seminarstil. Anhand eines ausführlichen Skripts erarbeiten Teams von zwei bis drei Studierenden die einzelnen Lehreinheiten in weitgehend freier Zeiteinteilung selbständig am eigenen Rechner. Ein internet-basiertes Lernportal stellt dabei den Kontakt zum Dozenten und zu den anderen Kursteilnehmern sicher. In den begleitenden Seminarveranstaltungen werden die erarbeiteten Lösungen dann präsentiert, Problemstellen und alternative Lösungsansätze diskutiert und die Inhalte weiter vertieft.

Qualifikationsziele

Die Studierenden sollen nach der Lehrveranstaltung "MATLAB advanced" folgende Kernkompetenzen erworben haben:

- Sicheres Beherrschen von Schlüsseltechniken der matrixorientierten Programmierung
- Kenntnis spezieller und weiterführender Programmierkonzepte
- Fähigkeit zur Realisierung auch komplexerer interaktiver Benutzerschnittstellen
- Grundkenntnisse in der objektorientierten Programmierung mit MATLAB
- Fähigkeit zur algorithmischen Umsetzung ingenieurstypischer Problemstellungen
- Sicherheit im selbständigen Erarbeiten von Problemlösungen im Team

Voraussetzungen

- MATLAB Basiswissen ist von Vorteil, kann aber in einer optionalen Lehrinheit nachgeholt bzw. aufgefrischt werden
- Bereitschaft zur eigenmotivierten aktiven Mitarbeit in kleinen Teams
- Wegen der studentenzentrierten Ausrichtung muss die Teilnehmerzahl für diese Veranstaltung auf 21 beschränkt werden.

Verwendbarkeit

- Wahlpflichtmodul für alle Vertiefungsrichtungen der Studiengänge Elektrotechnik und Informationstechnik (M. Sc.) und Mathematical Engineering (M. Sc.)
- Wahlpflichtmodul für das Anwendungsfach Elektrotechnik im Studiengang Informatik (M. Sc.)
- Ergänzung von Vorlesungen und Übungen mit MATLAB Anteilen sowie zur Vorbereitung auf Masterarbeiten

Leistungsnachweis

- Schriftliche Prüfung von 90 Minuten Dauer (sP-90)

Sonstige Bemerkungen

Weitere Lehrinheiten im Umfang von 2 TWS werden von den Studierenden in weitgehend freier Zeiteinteilung aktiv am eigenen Rechner erarbeitet.

Literatur

Skript: Matlab - advanced

Wolfgang Schweizer: MATLAB kompakt. 3. Auflage. München, Oldenbourg Verlag, 2008

Dauer und Häufigkeit

Das Modul dauert 1 Trimester.
Das Modul beginnt jedes Studienjahr jeweils im Frühjahrstrimester.
Bei Bedarf wird das Modul zusätzlich auch im Herbsttrimester angeboten.

Modul 1380 Mehrantennensysteme (MIMO-Systeme)

zugeordnet zu: Wahlpflichtmodule Vertiefungsrichtung: Moderne Verfahren sicherer Kommunikationssysteme

Studiengang:	Mathematical Engineering	Modultyp:	Wahlpflicht
Workload gesamt (h):	150 Stunden	ECTS-Punkte:	5
-> Präsenzzeit (h):	60 Stunden	TWS:	5 Stunden
-> Selbststudium (h):	90 Stunden		

Modulbestandteile	13801	Mehrantennensysteme (MIMO) (Vorlesung (WP) - 3 TWS)
	13802	Mehrantennensysteme (MIMO) (Übung (WP) - 2 TWS)

Modulverantwortlicher Priv.-Doz. Dr.-Ing. Gerhard Staude

- Inhalt**
- Grundlagen:
 - o Kanalkapazität, Codierung, Turbo-Prinzip
 - o Multiple-Input Multiple-Output (MIMO) Kanalmodelle
 - o Grundlagen von Orthogonalem Frequenzmultiplex (OFDM)
 - MIMO Kanalkapazität
 - Grundlegende MIMO-Übertragungsverfahren
 - o Beamforming
 - o Space-Time Trellis Codes
 - o Sendeantennen-Diversity mit orthogonalen Space-Time Blockcodes
 - o Spatial Multiplexing
 - o Cyclic Delay Diversity
 - o Nicht-kohärente MIMO-Übertragungsverfahren
 - o Vergleich von MIMO Übertragungsverfahren
 - o Einführung in das Konzept des Dirty Paper Coding
 - o Spatial multiplexing mit räumlicher Signalverarbeitung am Empfänger oder Sender (Precoding)
 - Multiuser MIMO
 - MIMO in kommerziellen drahtlosen Kommunikationssystemen (WLAN, zellulärer Mobilfunk)

- Qualifikationsziele**
- Grundkenntnisse der informationstheoretischen Grundlagen von MIMO Systemen
 - Kenntnis der Übertragungseigenschaften und Modellierung von Funkkanälen mit mehreren Antennen
 - Grundkenntnisse von Codierverfahren für drahtlose Kommunikationssysteme
 - Verständnis der grundlegenden MIMO-Übertragungsverfahren
 - Kenntnis der in kommerziellen Systemen angewendeten MIMO-Verfahren
 - Verständnis der praktischen Probleme bei der Nutzung von MIMO-Verfahren in kommerziellen Systemen

- Fähigkeiten in der Anwendung von Matrizenrechnung am Beispiel von MIMO-Systemen
- Fähigkeiten in der Anwendung stochastischer Methoden am Beispiel von MIMO-Systemen

Voraussetzungen

- Mathematik A, B,C
- Wünschenswert sind Kenntnisse der Signalverarbeitung (z.B. Module „Signalverarbeitung und Informationsverarbeitung digitale Regelung und Sensornetze" oder „Signalverarbeitung und Übertragungssysteme der Hochfrequenztechnik" oder „Digitale Signalverarbeitung")
- Wünschenswert sind Kenntnisse der Mobilkommunikation
- Wünschenswert sind Kenntnisse der Kommunikationstechnik, wie sie in den Vorlesungen „Signale und Kommunikationssysteme" und „Kommunikationstechnik I" (BA-Modul „Kommunikationstechnik") und „Kommunikationstechnik II" (MA-Modul „Informationsverarbeitung und Kommunikationstechnik" oder „Kommunikationstechnik B") vermittelt werden

Verwendbarkeit

- Wahlpflichtmodul für alle Vertiefungsrichtungen der Masterstudiengänge EIT und ME

Leistungsnachweis

Mündliche Modulprüfung von 30min Dauer (mP-30) oder schriftliche Prüfung von 60min Dauer (sP-60)

Dauer und Häufigkeit

Das Modul dauert 1 Trimester, beginnt jedes Studienjahr, als Startzeitpunkt ist das 10. Trimester vorgesehen (HT im 2. Studienjahr)

Modul 1192 Mensch-Maschine Interaktion

zugeordnet zu: Wahlpflichtmodule Vertiefungsrichtung: Moderne Verfahren sicherer Kommunikationssysteme

Studiengang:	Mathematical Engineering	Modultyp:	Wahlpflicht
Workload gesamt (h):	90 Stunden	ECTS-Punkte:	3
-> Präsenzzeit (h):	48 Stunden	TWS:	4 Stunden
-> Selbststudium (h):	42 Stunden		

Modulbestandteile	11921	Mensch-Maschine Interaktion (Vorlesung (PF) - 2 TWS)
	11922	Mensch-Maschine Interaktion (Übung (PF) - 2 TWS)

Modulverantwortlicher Prof. Dr.-Ing. habil. Michael Popp

Inhalt Die Studierenden erwerben im Modul "Mensch-Maschine Interaktion" einen detaillierten Einblick in die theoretischen Grundlagen und Möglichkeiten der Gestaltung, sowie die Vor- und Nachteile konkreter Realisationen solcher Schnittstellen. Dies erfolgt auf der Basis der Vermittlung von Grundlagen und Modellen der menschlichen Wahrnehmung, Kognition und Informationsverarbeitung. Der Vorlesungsstoff wird an konkreten Beispielen verdeutlicht und in praktischen Übungen vertieft.

- Zu Beginn erfolgt eine Einführung in die menschliche Informationsverarbeitung mit Beispielen von aktuellen Aufmerksamkeitstheorien, Kognitions- und Gedächtnismodellen.
- Eine vollständige Darstellung der menschliche sensorischen Wahrnehmung mit besonderer Betonung der visuellen Wahrnehmung verdeutlicht die zugrunde liegenden physiologischen und die mit ihnen einhergehenden mentalen Prozesse. Aus beiden entsteht ein Verständnis für die Komplexität der wechselseitigen Interaktion an Schnittstellen. Schon daraus lässt sich ableiten, wie gute Schnittstellen konstruiert werden müssen.
- Es werden alle Leistungsparameter einer guten, erfolgreichen Schnittstellengestaltung angesprochen. Dabei wird besonderer Wert auf die Vermittlung von wissenschaftlichen Methoden und Experimentalverfahren zur Schnittstellenbewertung gelegt.
- Neben den bisherigen, teilweise rein technisch, teilweise noch mechanisch arbeitenden Schnittstellen gewinnen überwiegend oder reine Softwarelösungen für Schnittstellen immer mehr an Bedeutung. Aus diesem Grund wird in Vorlesung und Übung besonderer Wert auf die Vermittlung auch von Kenntnissen in Software-Ergonomie bis hin zu allerneuesten entsprechenden Technologien gelegt.
- Im praxisorientierten Teil werden konkrete Anzeigen und Bedienelemente einzeln und als Funktionsgruppen betrachtet, ihre Entwicklung bis heute vorgestellt und diskutiert. Die Veranstaltung schließt mit einer Darstellung und Diskussion moderner Schnittstellenlösungen von komplexen Flugzeugarbeitsplätzen bis hin zu Fahrerassistenzsystemen des Automobilsektors.

Qualifikationsziele	<ul style="list-style-type: none">• Die Studierenden kennen die relevanten Gestaltungsparameter auf beiden Seiten einer Mensch-Maschine Interaktion und ihre wechselseitige Abhängigkeit.• Sie besitzen das Basiswissen über die relevanten Aspekte der menschlichen Wahrnehmung, der Gedächtnisleistungen, der kognitiven Fähigkeiten und der Biomechanik des Menschen.• Sie kennen die bisher in der Technik und Informatik erarbeiteten Schnittstellenlösungen in Hard- und Software, Ihre Vor- und Nachteile.• Sie können bei gegebenen Anforderungen und Randbedingungen eigenständig einfache neue Schnittstellen entwerfen und verfügen über das Methodenwissen, diese im Vergleich zu anderen Lösungen experimentell und theoretisch fundiert zu bewerten.
Voraussetzungen	keine
Verwendbarkeit	Die Gestaltung wirksamer Schnittstellen zur Interaktion zwischen Benutzer und technischen Systemen gehört zu praktisch allen Aspekten ingenieurtechnischen, konstruktiven Arbeitens. Absolventen des Master-Studiengangs Luft- und Raumfahrttechnik werden immer vor der Frage stehen, wie Systemzustände einem Nutzer/Operator angezeigt werden und auf welche Art und Weise dieser dem System seine Wünsche/Direktiven mitteilen soll. Auch die ständig steigende Flexibilität der Reaktionsmöglichkeiten technischer Systeme auf variable Anforderungen und Einsatzszenarios macht die gute Gestaltung der Schnittstelle zu einer herausfordernden und anspruchsvollen Aufgabe, die mit "common sense" bzw. herkömmlich Lösungen nicht mehr befriedigend bewältigt werden kann.
Leistungsnachweis	Schriftliche Prüfung 60 Minuten (ohne Hilfsmittel) oder mündliche Prüfung 30 Minuten (ohne Hilfsmittel)
Sonstige Bemerkungen	Dieses Modul kann auch als Munich-Aerospace-Partnermodul belegt werden.
Literatur	<ul style="list-style-type: none">• Birbaumer N., Schmidt R.F.: Biologische Psychologie. Heidelberg: Springer Medizin Verlag, 2006.• Bruce V., Green P.R.: Visual Perception. London: Lawrence Erlbaum Associates, 1992.• Charwat H.J.: Lexikon der Mensch-Maschine-Kommunikation. München: Oldenbourg Verlag, 1992.• Jukes M.: Aircraft Display Systems. London: Professional Engineering Publishing Limited, 2004.• Reason J.: Human Error. Cambridge: University Press, 1990.• Schmidtke H.: Lehrbuch der Ergonomie. München: Hanser Verlag, 1981.

Dauer und Häufigkeit

Das Modul dauert ein Trimester, es findet jährlich im Frühjahrstrimester statt.

Modul 1413 Mensch-Maschine Interaktion ab Jahrgang 2013 ff

zugeordnet zu: Wahlpflichtmodule Vertiefungsrichtung: Moderne Verfahren sicherer Kommunikationssysteme

Studiengang:	Mathematical Engineering	Modultyp:	Wahlpflicht
Workload gesamt (h):	150 Stunden	ECTS-Punkte:	5
-> Präsenzzeit (h):	48 Stunden	TWS:	4 Stunden
-> Selbststudium (h):	102 Stunden		

Modulbestandteile	14131	Mensch-Maschine Interaktion (Vorlesung (PF) - 2 TWS)
	14132	Mensch-Maschine Interaktion (Übung (PF) - 2 TWS)

Modulverantwortlicher Prof. Dr.-Ing. habil. Michael Popp

Inhalt

Die Studierenden erwerben im Modul "Mensch-Maschine Interaktion" einen detaillierten Einblick in die theoretischen Grundlagen und Möglichkeiten der Gestaltung, sowie die Vor- und Nachteile konkreter Realisationen solcher Schnittstellen. Dies erfolgt auf der Basis der Vermittlung von Grundlagen und Modellen der menschlichen Wahrnehmung, Kognition und Informationsverarbeitung. Der Vorlesungsstoff wird an konkreten Beispielen verdeutlicht und in praktischen Übungen vertieft.

- Zu Beginn erfolgt eine Einführung in die menschliche Informationsverarbeitung mit Beispielen von aktuellen Aufmerksamkeitstheorien, Kognitions- und Gedächtnismodellen.
- Eine vollständige Darstellung der menschlichen sensorischen Wahrnehmung mit besonderer Betonung der visuellen Wahrnehmung verdeutlicht die zugrunde liegenden physiologischen und die mit ihnen einhergehenden mentalen Prozesse. Aus beiden entsteht ein Verständnis für die Komplexität der wechselseitigen Interaktion an Schnittstellen. Schon daraus lässt sich ableiten, wie gute Schnittstellen konstruiert werden müssen.
- Es werden alle Leistungsparameter einer guten, erfolgreichen Schnittstellengestaltung angesprochen. Dabei wird besonderer Wert auf die Vermittlung von wissenschaftlichen Methoden und Experimentalverfahren zur Schnittstellenbewertung gelegt.
- Neben den bisherigen, teilweise rein technisch, teilweise noch mechanisch arbeitenden Schnittstellen gewinnen überwiegend oder reine Softwarelösungen für Schnittstellen immer mehr an Bedeutung. Aus diesem Grund wird in Vorlesung und Übung besonderer Wert auf die Vermittlung auch von Kenntnissen in Software-Ergonomie bis hin zu allerneuesten entsprechenden Technologien gelegt.
- Im praxisorientierten Teil werden konkrete Anzeigen und Bedienelemente einzeln und als Funktionsgruppen betrachtet, ihre Entwicklung bis heute vorgestellt und diskutiert. Die Veranstaltung schließt mit einer Darstellung und Diskussion moderner Schnittstellenlösungen von komplexen Flugzeugarbeitsplätzen bis hin zu Fahrerassistenzsystemen des Automobilsektors.

Qualifikationsziele	<ul style="list-style-type: none">• Die Studierenden kennen die relevanten Gestaltungsparameter auf beiden Seiten einer Mensch-Maschine Interaktion und ihre wechselseitige Abhängigkeit.• Sie besitzen das Basiswissen über die relevanten Aspekte der menschlichen Wahrnehmung, der Gedächtnisleistungen, der kognitiven Fähigkeiten und der Biomechanik des Menschen.• Sie kennen die bisher in der Technik und Informatik erarbeiteten Schnittstellenlösungen in Hard- und Software, Ihre Vor- und Nachteile.• Sie können bei gegebenen Anforderungen und Randbedingungen eigenständig einfache neue Schnittstellen entwerfen und verfügen über das Methodenwissen, diese im Vergleich zu anderen Lösungen experimentell und theoretisch fundiert zu bewerten.
Voraussetzungen	keine
Verwendbarkeit	Die Gestaltung wirksamer Schnittstellen zur Interaktion zwischen Benutzer und technischen Systemen gehört zu praktisch allen Aspekten ingenieurtechnischen, konstruktiven Arbeitens. Absolventen des Master-Studiengangs Luft- und Raumfahrttechnik werden immer vor der Frage stehen, wie Systemzustände einem Nutzer/Operator angezeigt werden und auf welche Art und Weise dieser dem System seine Wünsche/Direktiven mitteilen soll. Auch die ständig steigende Flexibilität der Reaktionsmöglichkeiten technischer Systeme auf variable Anforderungen und Einsatzszenarios macht die gute Gestaltung der Schnittstelle zu einer herausfordernden und anspruchsvollen Aufgabe, die mit "common sense" bzw. herkömmlich Lösungen nicht mehr befriedigend bewältigt werden kann.
Leistungsnachweis	Schriftliche Prüfung 60 Minuten (ohne Hilfsmittel) oder mündliche Prüfung 30 Minuten (ohne Hilfsmittel)
Sonstige Bemerkungen	Dieses Modul kann auch als Munich-Aerospace-Partnermodul belegt werden.
Literatur	<ul style="list-style-type: none">• Birbaumer N., Schmidt R.F.: Biologische Psychologie. Heidelberg: Springer Medizin Verlag, 2006.• Bruce V., Green P.R.: Visual Perception. London: Lawrence Erlbaum Associates, 1992.• Charwat H.J.: Lexikon der Mensch-Maschine-Kommunikation. München: Oldenbourg Verlag, 1992.• Jukes M.: Aircraft Display Systems. London: Professional Engineering Publishing Limited, 2004.• Reason J.: Human Error. Cambridge: University Press, 1990.• Schmidtke H.: Lehrbuch der Ergonomie. München: Hanser Verlag, 1981.

Dauer und Häufigkeit

Das Modul dauert ein Trimester, es findet jährlich im Frühjahrstrimester statt.

Modul 1072 Messmethoden in der Strömungsmechanik

zugeordnet zu: Wahlpflichtmodule Vertiefungsrichtung: Moderne Verfahren sicherer Kommunikationssysteme

Studiengang:	Mathematical Engineering	Modultyp:	Pflicht
Workload gesamt (h):	150 Stunden	ECTS-Punkte:	5
-> Präsenzzeit (h):	48 Stunden	TWS:	4 Stunden
-> Selbststudium (h):	102 Stunden		

Modulbestandteile	10721	Messmethoden in der Strömungsmechanik (Vorlesung (PF) - 2 TWS)
	10722	Messmethoden in der Strömungsmechanik (Übung (PF) - 2 TWS)

Modulverantwortlicher Prof. Dr. rer. nat. habil. Christian Kähler

Inhalt

Bei strömungsmechanischen Entwurfsaufgaben spielt das Versuchswesen eine zentrale Rolle. Sei es an einem verkleinerten Modell im Windkanal oder an der Großausführung. Die dabei zur Verfügung stehenden diagnostischen Hilfsmittel haben sich ebenso rasant entwickelt, wie die Elektronik der schnellen Signalverarbeitung und besonders die Laseroptik.

Im Modul "Messmethoden in der Strömungsmechanik" werden die wichtigsten mechanischen, elektrischen und optischen Messverfahren behandelt, die heute in der Forschung und Entwicklung eingesetzt werden.

- Versuchsanlagen für Modelluntersuchungen
- Verfahren zur Visualisierung von Strömungen
- Druckmessverfahren
- Kraftmessung
- Hitzdrahttechnik
- Laser Zwei Fokus Anemometer (L2F)
- Laser Doppler Anemometrie (LDA)
- Doppler Global Velocimetry (DGV)
- Particle Image Velocimetry (PIV)
- Particle Tracking Velocimetry (PTV)
- Schlierenverfahren
- Interferometer
- Thermographie
- Pressure Sensitive Paint (PSP)

Qualifikationsziele

- Die Studierenden kennen das grundlegende Messprinzip der verschiedenen mechanischen, elektrischen und optischen Messverfahren.
- Die Studierenden kennen die Vor- und Nachteile der vorgestellten Messverfahren und sind in der Lage, bei einem gegebenen prak-

tischen Problem die geeignete Messtechnik auszuwählen, die zur Beantwortung der strömungsmechanischen Fragestellung führt.

- Die Studierenden haben eine Vorstellung von den wirtschaftlichen Aspekten, d.h. welcher finanzielle und personelle Aufwand ist mit dem Einsatz eines bestimmten Messverfahrens unter Erhalt welcher strömungsmechanischen Erkenntnisse verbunden.

Voraussetzungen

Grundkenntnisse aus Physik und Messtechnik sowie die Vorlesung "Strömungsmechanik".

Verwendbarkeit

Die Inhalte des Moduls "Messmethoden in der Strömungsmechanik" vermitteln zentrale Begriffe der Messtechnik. Einige der vorgestellten Methoden werden in einer nachfolgenden Lehrveranstaltung, dem "Apparativen Praktikum Fluidodynamik", in den Laboren des Instituts für Strömungsmechanik in kleinen Gruppen angewendet. Zudem bereitet das Modul auf Messungen vor, die im Rahmen von Bachelor-/Masterarbeiten durchgeführt werden.

Leistungsnachweis

Schriftliche Prüfung 75 Minuten (Hilfsmittel: nicht-programmierbarer Taschenrechner) oder mündliche Prüfung 30 Minuten (ohne Hilfsmittel)

Sonstige Bemerkungen

Dieses Modul kann auch als Munich-Aerospace-Partnermodul belegt werden.

Zuordnung zu den Studienschwerpunkten siehe Tabelle am Anfang des Dokumentes.

Literatur

- Eckelmann H.: Einführung in die Strömungsmesstechnik. Teubner, 1997.
- Tropea C., Yarin A.L., Foss J.F.: Springer Handbook of Experimental Fluid Mechanics. Springer Verlag, 2007.
- Raffel M., Willert C., Wereley S., Kompenhans J.: Particle Image Velocimetry. Springer Verlag, 2007.

Dauer und Häufigkeit

Das Modul dauert ein Trimester, es findet im Frühjahrstrimester des 1. Master-Studienjahres statt.

Modul 1073 Messtechnik

zugeordnet zu: Wahlpflichtmodule Vertiefungsrichtung: Moderne Verfahren sicherer Kommunikationssysteme

Studiengang:	Mathematical Engineering	Modultyp:	Pflicht
Workload gesamt (h):	150 Stunden	ECTS-Punkte:	5
-> Präsenzzeit (h):	60 Stunden	TWS:	5 Stunden
-> Selbststudium (h):	90 Stunden		

Modulbestandteile	10731	Grundlagen der Messtechnik (Vorlesung, Praktikum, Übu (PF) - 5 TWS)
-------------------	-------	--

Modulverantwortlicher	Prof. Dr. rer. nat. habil. Günther Dollinger
-----------------------	--

Inhalt	Das Modul besteht aus der Vorlesung "Messtechnik", den dazugehörigen Übungen und einem messtechnischen Praktikum.
--------	---

In den "Messtechnik" werden folgende Inhalte vermittelt:

- Messung elektrischer Größen analog und digital
- Messverstärker für Strom, Spannung, Ladung
- Rauschen und die Auswirkung auf die Genauigkeit von Messungen
- Temperatursensoren, zugehörige Messprinzipien und Anwendungsbereiche
- Sensoren für elektromagn. Strahlung und hochenergetischen Teilchenstrahlen

Qualifikationsziele	<ol style="list-style-type: none"> 1) Die Studierenden lernen die Prinzipien zur genauen Messung von elektrischen Größen kennen. 2) Die Studierenden lernen prinzipiellen Grenzen in der Messung elektrischer Größen kennen 3) Die Studierenden lernen exemplarisch physikalische Grundlagen und Anwendung unterschiedlicher Sensoren kennen.
---------------------	--

Voraussetzungen	Experimentalphysik/Praktikum, Messtechnik, Steuerungs- und Regelungstechnik, Höhere Mathematik I, II, III, Grundlagen der Elektrotechnik
-----------------	--

Verwendbarkeit	Voraussetzung für alle weiteren Vorlesungen im Bereich Flugführung, Steuer- und Regelungstechnik, Autonome Systeme, Satellitennavigation
----------------	--

Leistungsnachweis	Grundlagen der Messtechnik: schriftliche Prüfung 75 Minuten
-------------------	---

Messtechnik Praktikum: Teilnahmechein

Zugelassene Hilfsmittel für schriftliche Prüfung:

- 2 handbeschriebene Blätter (DIN A4)
- mathematische Formelsammlung
- nicht programmierbarer Taschenrechner

Sonstige Bemerkungen

Zuordnung zu den Studienschwerpunkten siehe Tabelle am Anfang des Dokumentes.

Literatur

- E. Schrüfer, Elektrische Messtechnik, Hanser Verlag, München 2004
- R. Lerch, Elektrische Messtechnik, Springer, Berlin 2005
- H.-J. Kunze, Physikalische Messmethoden, Teubner Studienbücher, Stuttgart 1986
- F. Bernhard, Technische Temperaturmessung, Springer, Berlin 2004

Dauer und Häufigkeit

Das Modul dauert ein Trimester, es findet im Wintertrimester des 1. Master-Studienjahres statt.

Modul 1301 Methoden der künstlichen Intelligenz

zugeordnet zu: Wahlpflichtmodule Vertiefungsrichtung: Moderne Verfahren sicherer Kommunikationssysteme

Studiengang:	Mathematical Engineering	Modultyp:	Wahlpflicht
Workload gesamt (h):	180 Stunden	ECTS-Punkte:	6
-> Präsenzzeit (h):	72 Stunden	TWS:	6 Stunden
-> Selbststudium (h):	108 Stunden		

Modulbestandteile	13011	Neuronale Netze (Vorlesung (WP) - 3 TWS)
	13012	Fuzzy Logic (Vorlesung (WP) - 3 TWS)

Modulverantwortlicher Priv.-Doz. Dr.-Ing. Gerhard Staude

Inhalt

a) Lehrveranstaltung **Neuronale Netze** (Prof. Wolf)

Neuronale Netze als Alternative zur klassischen Wissensverarbeitung wurden erstmalig schon 1943 diskutiert, mit der allgemeinen Verfügbarkeit der ersten Computer um 1960 in Pilotexperimenten realisiert, aber erst nach der Entwicklung schneller SIMD-Rechner nach 1985 auf breiter Basis zur Signal- und Wissensverarbeitung eingesetzt. Anwendungsbereiche waren und sind insbesondere die Mustererkennung sowie die Regelungs- und Automatisierungstechnik.

Die Neuronalen Netze sind den nichtlinearen Verfahren zuzuordnen und haben eine enge Beziehung zum Bereich "Expertensysteme" bzw. "Adaptive Systeme". In dieser Wahlpflichtvorlesung wird deshalb eine Einführung in diesen Problembereich und spezielle Anwendungsfälle angeboten, bevor das Grundkonzept der Neuronalen Netze besprochen wird. Zur Vertiefung der Grundkenntnisse sollen dann anhand von exemplarischen Aufgaben und Beispielen im Selbststudium (Projektlehre) Lösungsansätze mit Neuronalen Netzen erarbeitet werden. Werkzeug dazu ist die Signalverarbeitungssoftware MATLAB.

b) Lehrveranstaltung **Fuzzy Logic** (PD Dr. Staude)

Fuzzy Logic als Alternative zur Booleschen Logik ist schon lange eingeführt, erlebt aber in den letzten Jahren insbesondere in der Mustererkennung sowie der Regel- und Automatisierungstechnik einen Boom. Sie ist den nichtlinearen Verfahren zuzuordnen und hat eine enge Beziehung zum Bereich "Expertensysteme". In dieser Wahlpflichtvorlesung wird deshalb eine Einführung in diesen Problembereich und spezielle Anwendungsfälle angeboten.

Ausgehend von einer Übersicht über das Konzept der Fuzzy Logic werden die verschiedenen Aspekte der Fuzzifizierung und der Defuzzifizierung eingehend besprochen. Im zweiten Teil der Vorlesung, der zur Vertiefung dieser Grundkenntnisse dient, sollen dann anhand von exemplarischen Beispielen aus den Bereichen Automatisierungstechnik, Kommunikationstechnik und Medizintechnik Lösungsansätze unter Verwendung von Fuzzy Logic aufgezeigt werden.

Qualifikationsziele

Die Studierenden sollen nach der Lehrveranstaltung Methoden der Künstlichen Intelligenz folgende Kernkompetenzen erworben haben:

- Grundlegendes methodisches Wissen im Bereich Künstliche Intelligenz (KI)
- Vernetzung des Wissens aus der klassischen Informationsverarbeitung mit dem aus dem KI-Bereich
- Basiskenntnisse in Entwurf und Anwendung von Neuronalen Netzen und Fuzzy Inference Systemen
- Sicherheit im selbständigen problemorientierten Arbeiten

Voraussetzungen

- Die Vorlesung erfordert keine über das BSc-Studium hinausgehenden Vorkenntnisse, allerdings sollte man der Mathematik nicht abgeneigt sein.

Verwendbarkeit

- Wahlpflichtmodul für alle Vertiefungsrichtungen der Studiengänge Elektrotechnik und Informationstechnik (M. Sc.) und Mathematical Engineering (M. Sc.)
- Wahlpflichtmodul für das Anwendungsfach Elektrotechnik im Studiengang Informatik (M. Sc.)

Leistungsnachweis

- Schriftliche Prüfung von 90 Minuten Dauer oder mündliche Prüfung von 30 Minuten Dauer (sP-90 oder mP-30). Die genauen Prüfungsmodalitäten werden zu Beginn der Lehrveranstaltung bekanntgegeben.

Modulnote

Für die Modulnote werden die Leistungen der Lehrveranstaltungen "Neuronale Netze" und "Fuzzy Logic" im Verhältnis 1:1 gewertet. Die Modulprüfung ist bestanden, wenn jede der beiden Lehrveranstaltungen mindestens mit "ausreichend" (4.0) bewertet wurde.

Literatur

G. D. Rey, K. F. Wender, Neuronale Netze: Eine Einführung in die Grundlagen, Anwendungen und Datenauswertung. Verlag Huber, Bern, 2008.

Constantin von Altrock: Fuzzy Logic. München, Oldenburg Verlag, 1993

Senén Baro and Roque Marín (ed.): Fuzzy Logic in Medicine, Physica Verlag Heidelberg, 2002

Dauer und Häufigkeit

- Das Modul dauert 2 Semester.
- Das Modul beginnt jedes Studienjahr jeweils im Wintersemester.

- Als Startzeitpunkt ist das Wintertrimester im ersten Studienjahr vorgesehen.

Modul 1074 Methoden in der Produktentwicklung

zugeordnet zu: Wahlpflichtmodule Vertiefungsrichtung: Moderne Verfahren sicherer Kommunikationssysteme

Studiengang:	Mathematical Engineering	Modultyp:	Wahlpflicht
Workload gesamt (h):	150 Stunden	ECTS-Punkte:	5
-> Präsenzzeit (h):	72 Stunden	TWS:	6 Stunden
-> Selbststudium (h):	78 Stunden		

Modulbestandteile	10741	Methoden in der Produktentwicklung (Vorlesung (PF) - 4 TWS)
	10742	Methoden in der Produktentwicklung (Übung (PF) - 2 TWS)

Modulverantwortlicher Prof. Dr.-Ing. Kristin Paetzold

Inhalt	<p>Allgemeine Betrachtung</p> <ul style="list-style-type: none"> Motivation; Bedeutung und Aufgabenfelder der Produktentwicklung Einordnung der Produktentwicklung in Markt/Unternehmen/Gesellschaft Systemtheoretische Ansätze zur Beschreibung technischer Systeme Integrierte Produktentwicklung <p>Prozessgestaltung</p> <ul style="list-style-type: none"> Strukturierung von Entwicklungsprozessen: operative und strategische Vorgehensmodelle Prozessgestaltung für interdisziplinäre Entwicklungsaufgaben Darstellung der Phasen und Beschreibung der typischen Handlungen im Produktentwicklungsprozess am Beispiel <p>Methodenunterstützung in der Produktentwicklung</p> <ul style="list-style-type: none"> Strukturierung der Methoden auf Basis des Problemlösungszyklus Darstellung von methodischem Vorgehen für Synthese, Analyse und Bewertung von technischen Lösungen Aspekte und Bedeutung von DfX als Möglichkeit zum Wissensmanagement in der Entwicklung Vorgehensweise und Methoden zum Variantenmanagement <p>Rechnerunterstützung in der Produktentwicklung</p> <ul style="list-style-type: none"> Produktdatenmanagement: Methoden zur Aufbereitung und der Daten- und Informationsflüsse im Entwicklungsprozess CAx-Werkzeugen zur Methodenunterstützung; Einordnung der CAx-Werkzeuge in den Produktentwicklungsprozess
--------	--

Qualifikationsziele	<ul style="list-style-type: none">• Vermittlung von Kenntnissen über Grundlagen der Entwicklungsmethodiken in den Ingenieurwissenschaften• Erlernen einer methodischen, zielgerichteten Arbeitsweise zur Entwicklung technischer Systeme• Neben der Vorstellung der Methoden werden Kenntnisse über geeignete Hilfsmittel und Werkzeuge zur Lösungsfindung bereitgestellt, die anhand praxisnaher Beispiele angewendet werden• Die Lehrveranstaltung soll einen Überblick über die vielfältigen Möglichkeiten der Rechnerunterstützung in der Produktentwicklung und deren Grenzen aufzeigen
Voraussetzungen	keine
Verwendbarkeit	Das Modul Methoden der Produktentwicklung stellt die Grundlagen für ein strukturiertes Herangehen zur Lösung von komplexen Entwicklungsaufgaben sowohl für konstruktive Tätigkeiten während des Studiums als auch für spätere Einsatzgebiete im Bereich der Luft- und Raumfahrttechnik bereit.
Leistungsnachweis	<p>Schriftliche Prüfung mit 90 Minuten Dauer am Ende des Herbsttrimesters. Wiederholungsmöglichkeit zum Ende des 1. Quartals.</p> <p>Für die Prüfung darf eine einseitig handbeschriebene DIN A4-Seite zur Unterstützung verwendet werden.</p>
Sonstige Bemerkungen	Zuordnung zu den Studienschwerpunkten siehe Tabelle am Anfang des Dokumentes.
Literatur	<ul style="list-style-type: none">• Pahl G., Beitz W., Feldhusen J., Gote H.: Pahl/Beitz Konstruktionslehre: Grundlagen erfolgreicher Produktentwicklung. Methoden und Anwendung. 7. Auflage. Berlin: Springer-Verlag, 2006.• Ehrenspiel K.: Integrierte Produktentwicklung Denkabläufe, Methodeneinsatz, Zusammenarbeit. 3. Auflage. Hanser Fachbuchverlag, 2006.• Lehner F.: Wissensmanagement. Grundlagen, Methoden und technische Unterstützung. 3. Auflage. Hanser Fachbuchverlag, 2009.• Eigner M., Stelzer R.: Produktdatenmanagement-Systeme: Ein Leitfaden für Product Development und Life Cycle Management. 2. Auflage. Berlin: Springer Verlag, 2009.
Dauer und Häufigkeit	Das Modul dauert 1 Trimester, es findet im Herbsttrimester des 1. Master-Studienjahres statt.

Modul 1308 Microcontroller und SPS im Vergleich - ein Studienprojekt

zugeordnet zu: Wahlpflichtmodule Vertiefungsrichtung: Moderne Verfahren sicherer Kommunikationssysteme

Studiengang:	Mathematical Engineering	Modultyp:	Wahlpflicht
Workload gesamt (h):	180 Stunden	ECTS-Punkte:	6
-> Präsenzzeit (h):	60 Stunden	TWS:	5 Stunden
-> Selbststudium (h):	120 Stunden		

Modulbestandteile	13081	Microcontroller und Speicherprogrammierbare Steuerungen (Vorlesung (WP) - 0.5 TWS)
	13082	Microcontroller und Speicherprogrammierbare Steuerungen (Studienprojekt (WP) - 4.5 TWS)
	13083	Studienprojekt Microcontroller vs SPS (Projekt (WP) - 10 TWS)

Modulverantwortlicher	Prof. Dr.-Ing. Werner Wolf
-----------------------	----------------------------

Inhalt

Teil A:

Im Bereich der Rechneranwendungen nimmt Prozessdatenverarbeitung (PDV) bei der Rationalisierung und Automatisierung eine bedeutende Stellung ein, wobei technologisch vorwiegend Microcontroller (MCU) im Anwendungsbereich zum Einsatz kommen. Die grundsätzlichen Konzepte der MCU werden in der Vorlesung „embedded systems“ behandelt. In dieser Wahlpflichtlehrveranstaltung wird zur Einführung auf den prinzipiellen Aufbau und die Wirkungsweise der MCU am Beispiel des Mikrocontrollers MC912DG128A eingegangen, bevor die Studierenden zur Vertiefung dieser Grundkenntnisse dann anhand von exemplarischen Beispielen (z.B. Drehzahlregelung eines Gleichstrommotors, Werkzeugmaschinensteuerung, Ablaufsteuerung einer Reaktionszeitmessung) diese vertiefen. Die Programmierung erfolgt in Assembler, da dies den direkten Einblick in die MCU erlaubt. Dabei ist auch der Programmtest mit Hilfe des Debugging eingeschlossen. Für diesen Teil der Lehrveranstaltung steht ein Entwicklungssystem in einem Praktikumsraum zur Verfügung, an dem die Studierenden diese Lehrinhalte selbständig und in freier Zeiteinteilung erarbeiten sollen.

Teil B:

Eine Speicherprogrammierbare Steuerung (SPS) ist eine elektronische Baugruppe, die in der Automatisierungstechnik für Steuerungs- und Regelungsaufgaben eingesetzt wird. Im Prinzip handelt es sich dabei um ein Computersystem mit spezialisierten Eingabe und Ausgabe Schnittstellen. Über diese ist die SPS mit Sensoren und Aktuatoren verbunden und kann so Fertigungsprozesse überwachen und beeinflussen. Wesentlich ist bei der SPS, dass sie programmierbar ist und damit jederzeit flexibel Produkt-, Ablauf- oder Fertigungsveränderungen angepasst werden kann.

Diese Wahlpflichtvorlesung baut auf grundlegendem Wissen zur SPS-Programmierung auf und vermittelt weitergehendes Wissen sowie

dessen praktische Anwendung in einem Studienprojekt. Dieses umfasst die Ablaufsteuerung von komplexen Fertigungsprozessen unter Einbeziehung von Modellaufbauten. Methodisch werden auch hier vorwiegend Werkzeuge des Blended-Learnings eingesetzt.

Qualifikationsziele

- Erwerb von grundlegendem methodischen Wissen zum Bereich Prozessdatenverarbeitung (PDV)
- Erwerb von vertieften Kenntnissen zur Anwendung von Microcontrollern in der Automatisierungstechnik als Kernanwendung in der PDV
- Erwerb von erweitertem methodischen Wissen zum Bereich Speicherprogrammierbare Steuerungen (SPS) und ihrer Anwendung in der Automatisierungstechnik.
- Sicheres Beherrschen der Programmierung des Microcontrollers mit Assembler sowie der SPS mit Step7 und den entsprechenden Programmierumgebungen
- Training on Job der Programmierung anhand einer komplexen Anwendung (Projekt)
- Selbständiges problemorientiertes Erlernen mit Hilfe moderner Medien.
- Training der Problemlösung in Team-Arbeit.

Voraussetzungen

- Grundkenntnisse der Digitalen Schaltungstechnik und der Programmierung
- SPS Basiswissen, z.B. aus dem B. Sc. Wahlpflichtmodul 'SPS - Eine Einführung in das Konzept und die Programmierung von Speicherprogrammierbaren Steuerungen'
- Teilnahme an der Vorlesung „Embedded Systems“ (M.Sc.) bzw. „Architektur und Programmierung von Microcontrollern (B.Sc.)
- Wegen der studentenzentrierten Ausrichtung muss die Teilnehmerzahl für diese Veranstaltung auf 6 Teilnehmer beschränkt werden.

Verwendbarkeit

- Wahlpflichtmodul für alle Vertiefungsrichtungen der Studiengänge Elektrotechnik und Informationstechnik (M. Sc.) und Mathematical Engineering (M. Sc.)

Hinweis: Das Modul ist nur dann verwendbar, wenn keine der zugehörigen Lehrveranstaltungen im Rahmen eines anderen Moduls eingebracht wird!

Leistungsnachweis

- Der Leistungsnachweis für das Modul erfolgt in Form einer schriftlichen Projektdokumentation und ihrer Präsentation in Form eines Seminarvortrags von 30 Minuten Dauer.
- Der Leistungsnachweis wird in einem Notenschein bestätigt (NoS).

Sonstige Bemerkungen Die Lehreinheiten des Studienprojekts werden von den Studierenden in weitgehend freier Zeiteinteilung aktiv im Labor erarbeitet.

Literatur

Kupris G., Thamm O.: Mikrocontroller- Design. Hard- und Softwareentwicklung mit dem 68HC12/HCS12. Hanser, 2003

Ungerer T., Brinkschulte U.: Mikrocontroller und Mikroprozessoren. Springer, 2007

http://www.freescale.com/files/microcontrollers/doc/data_sheet/MC912DT128A.pdf

Jacobson E.: Einführung in die Prozeßdatenverarbeitung, Hanser, 1996

Reißenweber B: Prozessdatenverarbeitung, Oldenbourg, 1995, Signatur: /I-LB785

D. Zastrow, G. Wellenreuther: Automatisieren mit SPS - Theorie und Praxis. Vieweg-Verlag, 2008.

Dauer und Häufigkeit

- Das Modul dauert 1 Trimester.
- Das Modul beginnt jedes Studienjahr jeweils im Herbsttrimester.

Modul 1075 Moderne Methoden der Regelungstechnik

zugeordnet zu: Wahlpflichtmodule Vertiefungsrichtung: Moderne Verfahren sicherer Kommunikationssysteme

Studiengang:	Mathematical Engineering	Modultyp:	Wahlpflicht
Workload gesamt (h):	150 Stunden	ECTS-Punkte:	5
-> Präsenzzeit (h):	48 Stunden	TWS:	4 Stunden
-> Selbststudium (h):	102 Stunden		

Modulbestandteile	10751	Moderne Methoden der Regelungstechnik (Vorlesung (PF) - 2 TWS)
	10752	Moderne Methoden der Regelungstechnik (Übung (PF) - 2 TWS)

Modulverantwortlicher PD Dr.-Ing. Gunther Reißig

Inhalt

Gegenstand des Moduls sind lineare zeitinvariante Zustandssysteme mit mehreren Ein- oder Ausgängen, kurz „Mehrgrößensysteme“. Vermittelt werden systematische Methoden der Bestimmung und Vorgabe von Systemeigenschaften (Analyse und Auslegung) und des Entwurfs linearer Regler zur gezielten Beeinflussung von Systemeigenschaften (Regelung). Dazu werden u.a. folgende Themen behandelt:

- 1) Gegenstand, Geschichte und typische Anwendungsbeispiele von Mehrgrößensystemen.
- 2) Allgemeine Lösung, Koordinatentransformationen, Matrixexponentialfunktion.
- 3) Steuerbarkeit, Beobachtbarkeit, Normalformen.
- 4) Übertragungsfunktion, Realisierbarkeit und Realisierung.
- 5) Stabilitätsbegriffe und -kriterien.
- 6) Zustandsrückführungen: Stabilisierung, Sollwertreglung, Entkopplung.
- 7) Beobachter, Separationsprinzip.
- 8) Störungen, Robustheit, I-Anteil.
- 9) Elemente der Linearen Optimalen Regelung.
- 10) Rechnergestützte Verfahren.

Qualifikationsziele

Die Studierenden wissen, was Mehrgrößensysteme sind und beherrschen die im Modul vermittelten Methoden zur Analyse, Auslegung und Regelung solcher Systeme. Sie sind in der Lage zu erkennen, inwieweit die vermittelten Methoden auf vorgelegte praktische Problemstellungen anwendbar sind; ggf. können sie die Methoden sicher und wenn nötig unter Zuhilfenahme geeigneter Software zur Lösung der Problemstellung anwenden.

Voraussetzungen	„Höhere Mathematik“, „Technische Mechanik“, „Messtechnik“, „Experimentalphysik“, „Allgemeine Elektrotechnik“, „Steuer- und Regelungstechnik“ und „Regelungstechnik“.
Verwendbarkeit	Voraussetzung für wissenschaftliche Grundlagenuntersuchungen und angewandte Forschung und Entwicklung auf dem Gebiet der Steuer- und Regelungstechnik. In diesem Studiengang: <ul style="list-style-type: none">• Voraussetzung für Teilnahme am App. Praktikum „Regelungstechnik“• Voraussetzung für das Modul „Filter und Schätzverfahren“
Leistungsnachweis	Schriftliche Prüfung 90 Minuten
Sonstige Bemerkungen	Zuordnung zu den Studienschwerpunkten siehe Tabelle am Anfang des Dokumentes.
Literatur	<ul style="list-style-type: none">• Antsaklis, Michel: A Linear Systems Primer, Birkhäuser 2007.• Lunze: Regelungstechnik 2, Springer 2010.• Sontag: Mathematical Control Theory, Springer 1998.• Svaricek, F.: Zuverlässige numerische Analyse linearer Regelsysteme, Teubner 1995.
Dauer und Häufigkeit	Das Modul dauert ein Trimester, es findet im Herbsttrimester des 1. Master-Studienjahres statt. Das Modul wird jedes Studienjahr angeboten.

Modul 1076 Moderne Strukturwerkstoffe

zugeordnet zu: Wahlpflichtmodule Vertiefungsrichtung: Moderne Verfahren sicherer Kommunikationssysteme

Studiengang:	Mathematical Engineering	Modultyp:	Pflicht
Workload gesamt (h):	150 Stunden	ECTS-Punkte:	5
-> Präsenzzeit (h):	48 Stunden	TWS:	4 Stunden
-> Selbststudium (h):	102 Stunden		

Modulbestandteile	10761	Moderne Strukturwerkstoffe (Vorlesung (PF) - 2 TWS)
	10762	Moderne Strukturwerkstoffe (Übung (PF) - 2 TWS)

Modulverantwortlicher Prof. Dr.-Ing. habil. Hans-Joachim Gudladt

Inhalt

- Im ersten Abschnitt lernt der Student das mechanische Verhalten von Polymeren und Faserverbundwerkstoffen, bevorzugt auf Epoxidbasis, kennen. Dabei wird der amorphen Struktur des Werkstoffes dadurch Rechnung getragen, dass sowohl das energie- als auch das entropie-elastische Verhalten betrachtet wird.
- Darüber hinaus werden den Studenten die Grundlagen des Schädigungsverhaltens von Verbundwerkstoffen unter schwingender Beanspruchung vermittelt. Darin sind auch moderne Strukturwerkstoffe, wie z.B. ARALL und GLARE mit eingeschlossen.
- Der zweite Teil der Vorlesung beschäftigt sich mit dem Korrosionsverhalten von metallischen und polymeren Werkstoffen im Hinblick auf Spannungsriss- und Schwingungskorrosion.
- Im letzten Teil der Vorlesung gewinnen die Studenten Einblick in das mechanische Verhalten von Werkstoffen bei hohen Temperaturen. Hierbei wird dem Aspekt des Kriechens und der Kriechschädigung breiter Raum gewidmet.
- Auf dem Bereich LRT abzielend, erhalten die Studenten gezielte Informationen zum Schädigungsverhalten von keramischen Werkstoffen, wobei besonders den sog. Verbundkeramiken (CMC) Aufmerksamkeit gewidmet wird. Darüber hinaus werden Strategien zur Duktilisierung von Keramiken dargestellt und ein Ausblick auf die zukünftige Materialentwicklung im Bereich LRT gegeben.

Qualifikationsziele

Dem Studenten werden ingenieurwissenschaftliche Inhalte vermittelt, die sich auf das mechanische Verhalten von Werkstoffen beziehen, die im Bereich der Luft- und Raumfahrt eingesetzt werden. Dazu gehören, faserverstärkte Kunststoffe (CFK), Metall-Kunststoffverbunde, z.B. GLARE, hochfeste Aluminiumwerkstoffe sowie Titan- und Nickelbasislegierungen sowie Keramikverbundwerkstoffe. Das Hauptaugenmerk richtet sich dabei auf das mechanische Verhalten unter korrosiver Beanspruchung und bei hohen Temperaturen.

Voraussetzungen

Bachelor-Studium

Verwendbarkeit	Das erworbene Wissen befähigt den Studenten zum Verständnis von Strukturmaterialien im Bereich Zelle und Triebwerk in Bezug auf das mechanische Verhalten. Er wird in die Lage versetzt, Materialoptimierung für zukünftige Strukturbauteile der Luftfahrt vorzunehmen. Darüber hinaus kann er Schwachstellen der Materialien in Bezug auf Ermüdung und Korrosion erkennen und für Abhilfe sorgen.
Leistungsnachweis	Schriftliche Prüfung 60 Minuten oder mündliche Prüfung 30 Minuten
Sonstige Bemerkungen	Dieses Modul kann auch als Munich-Aerospace-Partnermodul belegt werden. Zuordnung zu den Studienschwerpunkten siehe Tabelle am Anfang des Dokumentes.
Literatur	<ul style="list-style-type: none">• Hornbogen E.: Metallische Werkstoffe, Springer Verlag, 2002.• Easterling K., Zschech E.: Werkstoffe im Trend. Berlin: Verlag Technik, 1996.• Easterling K.: Tomorrow's Materials. Dorchester, London: The Institute of Metals, the Dorset Press, 1988.• Ashby M.F., Jones R.H.: International Science and Technology. Vol. 34 & 39. Oxford, New York: Pergamon Press.• Bd. I: An introduction to their properties and application. 1980.• Bd. II: An introduction to microstructure and design. 1986.• Courtney T.H.: Mechanical Behavior of Materials. Series in Materials Science and Engineering. McGraw-Hill, 1990.
Dauer und Häufigkeit	Das Modul dauert ein Trimester, es findet im Herbsttrimester des 1. Master-Studienjahres statt.

Modul 1283 Multisensorsysteme und Sensornetze

zugeordnet zu: Wahlpflichtmodule Vertiefungsrichtung: Moderne Verfahren sicherer Kommunikationssysteme

Studiengang:	Mathematical Engineering	Modultyp:	Wahlpflicht
Workload gesamt (h):	150 Stunden	ECTS-Punkte:	5
-> Präsenzzeit (h):	60 Stunden	TWS:	5 Stunden
-> Selbststudium (h):	90 Stunden		

Modulbestandteile	12831	Multisensorsysteme (Vorlesung (WP) - 3 TWS)
	12832	Sensornetze (Vorlesung (WP) - 2 TWS)

Modulverantwortlicher Prof. Dr. techn. Christian Kargel

Inhalt

Vorlesung „Multisensorsysteme“ (Dr.-Ing. Ruser)

Multisensorsysteme nutzen verschiedenartige Sensoren und Informationsquellen für neues und präziseres Wissen über physikalische Größen, Ereignisse und Situationen, oft gewonnen in kürzerer Zeit und zu geringeren Kosten.

Multisensorsysteme wurden zuerst in der militärischen Aufklärung und der Sicherheitstechnik angewandt und werden heute für vielseitige Zwecke eingesetzt: in Fahrassistenzsystemen, der Robotik, Umweltsensorik, Medizintechnik, für die Bildverarbeitung, die Zustandsdiagnose technischer Systeme u.v.a.m.

Aufbauend auf einer Systematisierung der verschiedenen Ansätze und Modelle der Sensor- und Informationsfusion werden in der Lehrveranstaltung „Multisensorsysteme“ Kenntnisse und Werkzeuge für die merkmalsbasierte und probabilistische Lösung des zugrunde liegenden Parameterschätzproblems vermittelt, wie Grundlagen der Bayesschen Statistik, der Dempster-Shafer-Evidenztheorie und des Kalman-Filters, Fuzzy-Methoden sowie Voting-Ansätze.

Anhand verschiedener Nutzen-Kosten-Analysen werden Mittel zur quantitativen Bewertung von Datenfusionsansätzen kennengelernt, wie Kostenfunktionen aus a-priori Wissen und ROC-Analysen. Anhand ausgewählter praktischer Beispiele werden die studentischen Kenntnisse vertieft.

Vorlesung „Sensornetze“ (Dr.-Ing. Zhelondz)

Sensornetze bestehen aus vielen Sensorknoten, die mit Sensoren sowie kleinen eingebetteten Digitalrechnern ausgestattet sind. Die Sensorknoten erfassen Messgrößen der Umgebung und arbeiten bei der Auswertung und Interpretation der Messdaten zusammen, wobei die Kommunikation heute drahtgebunden oder über Funk bei meist dynamisch veränderlicher Netztopologie erfolgt. Digitale Mess-Systeme arbeiten hingegen meist mit unveränderlicher Netz- bzw. Busstruktur. Darüber hinaus unterliegen herkömmliche, digitale Mess-Systeme

meist keinen Beschränkungen hinsichtlich ihrer Energieversorgung, während Sensornetze in den meisten Fällen mit Batterien arbeiten.

Um den Betrieb von Sensornetzen trotz stark eingeschränktem Energievorrat über lange Zeiträume aufrechtzuerhalten, müssen besondere technische Maßnahmen ergriffen werden. Diese umfassen beispielsweise die Implementierung von spezifischen Betriebsmodi, Messsignalverarbeitungs- und Auswertelgorithmen sowie die geeignete Wahl von Netzwerk-, Übertragungs- und Routingprotokollen sowie der System-Software und zweckmäßige Konzepte für die Aggregation und Datenverteilung.

In der Vorlesung „Sensornetze“ wird ausgehend von der Behandlung der Struktur und Funktionsweise busbasierter, digitaler Mess-Systeme auf die speziellen Anforderungen von gegenwärtig eingesetzten, aber auch von zukünftigen Sensornetzen hingeführt. Es werden folgende Themen behandelt:

- Drahtgebundene Sensornetze und digitale Messsysteme
- Einzelknoten in drahtlosen Sensornetzen
- Netzwerkgrundlagen in drahtlosen Sensornetzen
- Physikalische Layer in drahtlosen Sensornetzen
- MAC Layer in drahtlosen Sensornetzen
- LLC Layer in drahtlosen Sensornetzen
- Adressierung in drahtlosen Sensornetzen
- Topologie in drahtlosen Sensornetzen
- Routing in drahtlosen Sensornetzen
- Datenzentrische Kommunikation in drahtlosen Sensornetzen

Qualifikationsziele

Vorlesung „Multisensorsysteme“

- o Die Studierenden haben einen allgemeinen Überblick über das Forschungs- und Anwendungsgebiet von Multisensorsystemen und kennen praktische Beispiele, insbesondere mit militärischer Relevanz.
- o Die Studierenden sind in der Lage, die in modernen praktischen Anwendungen der Datenfusion, insbesondere in der Militär- und Sicherheitstechnik, auftretenden messtechnischen Probleme zu analysieren und nachzuvollziehen.
- o Die Studierenden sind befähigt zum Entwurf von Multisensorsystemen bei vorgegebenen Randbedingungen und zu erreichender Detektionswahrscheinlichkeit und Detektionsleistung.
- o Die Studierenden haben vertiefte Kenntnisse ausgewählter anwendungsrelevanter Methoden der Signal- und Systemmodellierung sowie der statistischen Signalverarbeitung.

Vorlesung „Sensornetze“

- o Die Studierenden besitzen Detailkenntnisse über die Strukturen und Funktionsweisen digitaler Mess-Systeme und Sensornetze sowie die grundsätzlichen Unterschiede in den jeweiligen Anforderungen.
- o Die Studierenden verstehen die Zusammenhänge zwischen den physikalischen Limitierungen und Einflüssen von Sensorik, Bus- bzw.

Netztopologie sowie Kommunikation und den applikationsabhängigen, notwendigen technischen Maßnahmen für die Sicherstellung der korrekten Funktion.

o Die Studierenden werden befähigt, komplexe Kommunikations- und Busprotokolle zu verstehen, zielgerichtet einzusetzen bzw. auszuwählen und zu entwerfen.

o Die Studierenden können eigene System- und Netzentwürfe applikationsabhängig gestalten und die Designentscheidungen begründen.

o Die Studierenden können aufgrund der Kenntnis der momentan vorhandenen Technologien die rasant fortschreitenden Weiterentwicklungen auf dem Gebiet der Sensornetze beurteilen.

Voraussetzungen

- Kenntnisse der Elektrotechnik, Physik und Mathematik.
- Kenntnisse der Messtechnik und Sensorik. Empfohlen wird die Absolvierung des Moduls „Sensorik und Messtechnik“.

Verwendbarkeit

- Wahlpflichtmodul für die Vertiefungsrichtungen EIT-ES und EIT-ST des Masterstudiengangs EIT,
- Das Modul steht in thematischem Zusammenhang mit den Pflichtmodulen
 - o Sensorik und Messtechnik,
 - o Digitale Bildverarbeitung,sowie mit den Wahlpflichtfächern
 - o Sensorik und Messtechnik, Praktikum,
 - o Ausgewählte Kapitel der Sensorik und Messtechnik,
 - o Spezielle messtechnische Probleme,
- Das Modul kann in den Masterstudiengängen „Mathematical Engineering“ und „Informatik“ verwendet werden.

Hinweis : Das Modul ist nur dann verwendbar, wenn keine der zugehörigen Lehrveranstaltungen im Rahmen eines anderen Moduls eingebracht wird!

Leistungsnachweis

- Der Leistungsnachweis für das Modul "Multisensorsysteme und Sensornetze" erfolgt in Form einer schriftlichen Prüfung von 100 Minuten Dauer (sP-100) oder mündlichen Prüfung von 40 Minuten Dauer (mP-40) am Ende des Trimesters. Die genaue Art der Prüfung wird zu Beginn der Lehrveranstaltung bekannt gegeben. Wiederholungsmöglichkeit zum Ende des folgenden Trimesters.
- Für die Modulnote werden die Leistungen der Lehrveranstaltungen „Multisensorsysteme“ und „Sensornetze“ im Verhältnis der jeweiligen ECTS-Punkte gewertet. Die Modulprüfung ist bestanden, wenn jede der beiden Lehrveranstaltungen mindestens mit „ausreichend“ (4.0) bewertet wurde

Literatur

Vorlesung „Multisensorsysteme“

- E. Waltz, J. Llinas: Multisensor data fusion, Artech House, Boston, 1990.
- M.A. Abidi, R.C. Gonzalez (Ed.): Data Fusion in Robotics and Machine Intelligence, Academic Press, San Diego, 1992.
- D.L. Hall: Mathematical Techniques in Multisensor Data Fusion, Artech House, Boston, 2004.
- H.B. Mitchell: Multi-sensor Data Fusion - an Introduction, Springer, Heidelberg, 2007.
- M.E. Liggins, D.L. Hall, J. Llinas (eds.): Handbook of Multisensor Data Fusion: Theory and Practice, CRC Press, Boca Raton, 2008

Vorlesung „Sensornetze“

- N. P. Mahalik (Ed.): Sensor Networks and Configuration: Fundamentals, Standards, Platforms, and Applications, Springer, 2007.
- H. Karl, A. Willig: Protocols and Architectures for Wireless Sensor Networks, Wiley, 2005.
- J. D. Gibson (Ed.): Communications Handbook (Electrical Engineering Handbook), CRC, 2002.
- M. Ilyas (Ed.), I. Mahgoub (Ed.): Handbook of Sensor Networks: Compact Wireless and Wired Sensing Systems, CRC, 1 edition, 2004.
- R. Verdone, D. Dardari, G. Mazzini, A. Conti: Wireless Sensor and Actuator Networks: Technologies, Analysis and Design, Academic Press, 2008.

Dauer und Häufigkeit

- Das Modul dauert 1 Trimester.
- Das Modul beginnt jedes Studienjahr jeweils im Frühjahrstrimester.
- Als Startzeitpunkt ist das Frühjahrstrimester im 1. Studienjahr vorgesehen.

Modul 1254 Neuartige Halbleiterbauelemente und deren Zuverlässigkeit

zugeordnet zu: Wahlpflichtmodule Vertiefungsrichtung: Moderne Verfahren sicherer Kommunikationssysteme

Studiengang:	Mathematical Engineering	Modultyp:	Pflicht
Workload gesamt (h):	180 Stunden	ECTS-Punkte:	6
-> Präsenzzeit (h):	72 Stunden	TWS:	6 Stunden
-> Selbststudium (h):	108 Stunden		

Modulbestandteile	12541	Advanced MOSFETs and Novel Devices (Vorlesung (PF) - 2 TWS)
	12542	Advanced MOSFETs and Novel Devices (Übung (PF) - 1 TWS)
	12543	Zuverlässigkeit in der Halbleitertechnologie (Vorlesung (PF) - 2 TWS)
	12544	Zuverlässigkeit in der Halbleitertechnologie (Übung (PF) - 1 TWS)

Modulverantwortlicher Prof. Dr.-Ing. Walter Hansch

Inhalt

- Im Teil 1 des Moduls werden die historische Entwicklung der MOSFETs zu "mainstream"-Bauelementen unter physikalischen, technologischen und ökonomischen Aspekten aufgezeigt. Die Eigenschaften klassischer Langkanal- und Kurzkanal-MOSFETs mit Kurzkanal-Effekten und Skalierungsregeln werden diskutiert. Als Grundlage für zukünftige Bauelemente werden die Grundlagen des Ladungsträgertransportes (Drift-Diffusion, Hydrodynamischer Transport, Quantenmechanik) vermittelt. Mögliche neue MOSFET-Bauelemente und deren Charakteristika (strain engineering, metal gate, high-k dielectrics, steep-slope devices, vertical MOSFETs, double-gate, fully-depleted MOSFETs) werden gegenüber neuartigen Bauelementen, wie den Hot-Electron Transistors, Spintronic devices, Tunneling transistors, Low-dimensional devices, Coulomb-blockade devices, Single-electron transistor, memory and logic applications, diskutiert.
- Im Teil 2 des Moduls werden in Erweiterung von Teil 1 die Grundlagen inklusive der statistischen Methoden (Stichprobenauswertung, Weibull-Verteilung) für die Bestimmung der Qualität und Zuverlässigkeit (Ausfallraten, Fits) von Produkten und Prozessen der Halbleiterindustrie vermittelt. Darüber hinaus werden mögliche Ausfallmechanismen für Halbleiterbauelemente diskutiert.

Qualifikationsziele

Die Studierenden lernen, aus welchen technologischen und ökonomischen Gründen eine spezielle Bauelemententechnologie (CMOS) für die Halbleiterelektronik einen dominanten Marktanteil von etwa 90% erreicht hat und welche Vor- und Nachteile alternative Bauelementkonzepte aufweisen. Für diese Bauelemente werden die Grundlagen zur Bewertung der Zuverlässigkeit (Einhaltung der kundenspezi-

fischen Anforderungen über die Lebensdauer) und sicherheitstechnische Aspekte anhand von industriellen Beispielen vermittelt. Die Studierenden sollen nach der Vorlesung in der Lage sein, am Beispiel der Halbleiterbauelemente Qualitäts- und Zuverlässigkeitsuntersuchungen zu planen, durchzuführen und auszuwerten. Dabei sollen übliche Werkzeuge (Software, statistische Methoden) mit in die Untersuchungen einbezogen werden können. Außerdem soll die Fähigkeit vorhanden sein, aus den Untersuchungen mögliche Fehlermechanismen zu bestimmen.

Voraussetzungen

- Kenntnisse der Elektrotechnik, Physik und Mathematik aus dem Bachelor-Studiengang

Verwendbarkeit

- Pflichtmodul für die Vertiefungsrichtung "Sicherheitstechnik" im Studiengang Elektrotechnik und Informationstechnik (M.Sc.)
- Wahlpflichtmodul für alle anderen Vertiefungsrichtungen im Studiengang Elektrotechnik und Informationstechnik (M.Sc.)
- Pflichtmodul für die Vertiefungsrichtung ME-EET im Studiengang Mathematical Engineering (M.Sc.)
- Wahlpflichtmodul für alle anderen Vertiefungsrichtungen im Studiengang MMathematical Engineering (M.Sc.)

Leistungsnachweis

Leistungsnachweis: Schriftliche Prüfung 90 min oder mündliche Prüfung 30 min am Ende des zweiten Trimesters (sP-90 oder mP-30). Die genaue Prüfungsform wird zu Beginn der Lehrveranstaltung bekanntgegeben.

Literatur

Sze: Physics of Semiconductor Devices, Wiley, 1981-2007
Deleonibus: Electronic Device Architectures for the Nano-CMOS Era, Pan Stanford Publishing, 2009
McPherson: Reliability Physics and Engineering, Springer, 2010

Dauer und Häufigkeit

- Das Modul dauert 2 Trimester.
- Der Modulteil 1 findet jedes Studienjahr jeweils im Frühjahstrimester statt, der Modulteil 2 im darauffolgenden Herbsttrimester.
- Als Startzeitpunkt ist das Frühjahstrimester im 1. Studienjahr vorgesehen.

Modul 1077 Nichtgleichgewichts-Thermodynamik

zugeordnet zu: Wahlpflichtmodule Vertiefungsrichtung: Moderne Verfahren sicherer Kommunikationssysteme

Studiengang:	Mathematical Engineering	Modultyp:	Pflicht
Workload gesamt (h):	150 Stunden	ECTS-Punkte:	5
-> Präsenzzeit (h):	48 Stunden	TWS:	4 Stunden
-> Selbststudium (h):	102 Stunden		

Modulbestandteile	10771	Nichtgleichgewichts-Thermodynamik (Vorlesung, Übung (PF) - 4 TWS)
-------------------	-------	--

Modulverantwortlicher	Prof. Dr.-Ing. Christian Mundt
-----------------------	--------------------------------

Inhalt

Die Studierenden erkennen im Modul Nichtgleichgewichts-Thermodynamik zunächst die Bedeutung des Gebietes für reale Zustandsänderungen im Umfeld Luft- und Raumfahrttechnik und erwerben das Grundwissen zur Analyse und Beeinflussung von irreversiblen Prozessen.

1) Die Studierenden erhalten eine Einführung in die Bedeutung der Nichtgleichgewichts-Thermodynamik bei Problemstellungen aus dem Bereich der Luft- und Raumfahrttechnik. Insbesondere wird vermittelt, dass reversible Zustandsänderungen praktisch nicht vorkommen bzw. von sehr langen Zeitskalen begleitet sind.

2) Davon ausgehend werden drei Haupt-Themengebiete in ihren Grundzügen betrachtet.

- linear phänomenologische Theorie zur Beschreibung diffusiver Effekte,
- Aufstellung makroskopischer Bilanzgleichungen und
- Aufstellung mikroskopischer Bilanzgleichungen.

3) Das erworbene Wissen wird durch die Anwendung auf einfache Beispielsituationen erweitert und relevante Anwendungen in numerischen Verfahren diskutiert.

Qualifikationsziele

1) Die Studierenden können die Bedeutung der Nichtgleichgewichts-Thermodynamik bei ingenieurs-wissenschaftlichen Problemstellungen hinsichtlich Realisierbarkeit, Entropieproduktion und Quantifizierung erkennen.

2) Die Studierenden können für sehr einfache Fälle quantitative und ansonsten qualitative Aussagen treffen.

3) Die Studierenden erwerben die Fähigkeit, die Annahmen, Begrenzungen und Vorteile der ggw. Möglichkeiten der Modellierungen der Kontinuums(fluid-) Mechanik zu beurteilen

Verwendbarkeit	Voraussetzung für wissenschaftliche Grundlagenuntersuchungen und angewandte Forschung und Entwicklung auf dem Gebiet von irreversiblen Prozessen. Beurteilungsfähigkeit von Einsatzgebieten von Theorie und darauf beruhenden Berechnungsverfahren bzw. entsprechender Einschränkungen.
Leistungsnachweis	Schriftliche Prüfung 75 Minuten oder mündliche Prüfung 30 Minuten
Sonstige Bemerkungen	Dieses Modul kann auch als Munich-Aerospace-Partnermodul belegt werden. Zuordnung zu den Studienschwerpunkten siehe Tabelle am Anfang des Dokumentes.
Dauer und Häufigkeit	Das Modul dauert ein Trimester, es findet im Wintertrimester des 2. Master-Studienjahres statt.

Modul 1194 Nichtlineare Finite-Elemente-Methode

zugeordnet zu: Wahlpflichtmodule Vertiefungsrichtung: Moderne Verfahren sicherer Kommunikationssysteme

Studiengang:	Mathematical Engineering	Modultyp:	Wahlpflicht
Workload gesamt (h):	90 Stunden	ECTS-Punkte:	3
-> Präsenzzeit (h):	36 Stunden	TWS:	3 Stunden
-> Selbststudium (h):	54 Stunden		

Modulbestandteile	11941	Nichtlineare Finite-Elemente-Methode (Vorlesung (PF) - 2 TWS)
	11942	Nichtlineare Finite-Elemente-Methode (Praktikum (PF) - 1 TWS)

Modulverantwortlicher Prof. Dr.-Ing. habil. Alexander Lion

Inhalt Die Studierenden erhalten eine Einführung in die Theorie nichtlinearer Finite-Elemente-Analysen sowie anwendungsorientierte Beispiele in einem Rechnerpraktikum zu den Themen:

- Klassifizierung von Nichtlinearitäten
- Lösungsverfahren für nichtlineare Probleme (inkrementelle/iterative Verfahren, Newton-Raphson Methode)
- Kontaktprobleme (Penalty-Methode, Lagrange-Verfahren, inkrementelle Algorithmen, Reibung, Kontaktkörper/Kontaktpaare)
- Physikalische Nichtlinearität 1: Plastizität (Einführung in die klassische Plastizitätstheorie, Beispielrechnung, Return-Mapping Algorithmus)
- Physikalische Nichtlinearität 2: Viskoelastizität (Einführung in die lineare Viskoelastizitätstheorie, Spannungsrelaxation, Kriechen, Übertragung von Versuchswerten)
- Geometrische Nichtlinearität 1: (Kinematik bei großen Deformationen, Verzerrungs- und Spannungsmaße, Hyperelastizität)
- Geometrische Nichtlinearität 2: (Arbeitsprinzip, Linearisierung, FE-Implementierung)
- Explizite Zeitintegration bei kurzzeitdynamischen Belastungen, Besonderheiten explizit dynamischer FEM

Qualifikationsziele Die Studierenden gewinnen die Fähigkeit, strukturmechanische Analysen mittels der Finite-Elemente-Methode auch im geometrisch und physikalisch nichtlinearen Bereich mittels kommerzieller Routinen durchzuführen und auszuwerten.
Wesentliches Qualifikationsziel ist dabei die Identifikation vorliegender Nichtlinearitäten sowie die Anwendung von geeigneten kontinuumsmechanischen Modellen und numerischen Lösungsverfahren.

Voraussetzungen Der Studierende benötigt Kenntnisse aus dem Modul Finite Elemente.

Verwendbarkeit	Masterarbeit auf dem Gebiet der numerischen Strukturberechnung.
Leistungsnachweis	Schriftliche Prüfung 60 Minuten (ohne Hilfsmittel) oder mündliche Prüfung 30 Minuten (ohne Hilfsmittel)
Literatur	<ul style="list-style-type: none">• Bathe K.-J.: Finite Elemente Methoden. Berlin: Springer-Verlag, 2001.• Belytschko T., Liu W.K., Moran B.: Nonlinear Finite Element Analysis for Continua and Structures. John Wiley, 2000.• Bonet J., Wood R.D.: Nonlinear continuum mechanics for finite element analysis. Cambridge University Press, 1997.• Crisfield M.A.: Non-linear Finite Element Analysis of Solids and Structures. John Wiley, 1996.• NAFEMS: Introduction to Nonlinear Finite Element Analysis. NAFEMS Publishing.• Simo; Hughes: Computational Inelasticity. Springer-Verlag.• Wriggers: Nichtlineare Finite-Elemente-Methoden. Springer-Verlag.• Zienkiewicz; Taylor: The Finite Element Method. Butterworth-Heinemann, Jordan Hill.
Dauer und Häufigkeit	Das Modul dauert ein Trimester, es findet im Wintertrimester des 2. Master-Studienjahres statt.

Modul 1279 Nichtlineare Regelung

zugeordnet zu: Wahlpflichtmodule Vertiefungsrichtung: Moderne Verfahren sicherer Kommunikationssysteme

Studiengang:	Mathematical Engineering	Modultyp:	Wahlpflicht
Workload gesamt (h):	150 Stunden	ECTS-Punkte:	5
-> Präsenzzeit (h):	60 Stunden	TWS:	5 Stunden
-> Selbststudium (h):	90 Stunden		

Modulbestandteile	12791	Nichtlineare Regelung (Vorlesung (WP) - 4 TWS)
	12792	Nichtlineare Regelung (Übung (WP) - 1 TWS)

Modulverantwortlicher Prof. Dr. rer. nat. habil. Claus Hillermeier

Inhalt	<ul style="list-style-type: none"> • Beispiele für nichtlineare Systeme; Eigenheiten dieser Systemklasse gegenüber linearen Systemen • Aufgaben und Grundtypen nichtlinearer Regelung • Stabilitätsanalyse nach Lyapunov • Lyapunov-basierter Reglerentwurf; Backstepping als Methode, um stabilisierende Zustandsrückführungen iterativ aus Zustandsrückführungen für einfachere Subsysteme zu entwerfen • Einführung in die Eingangs-Ausgangs-Linearisierung und die Eingangs-Zustands-Linearisierung als Methoden zum Reglerentwurf für nichtlineare Systeme • Interne Dynamik und Nulldynamik linearer und nichtlinearer Systeme • Methoden der Systemmodellierung, die die Energieflüsse im System sichtbar werden lassen; behandelte Konzepte: <ul style="list-style-type: none"> • Dissipative und passive Systeme • Hamiltonsche Systeme mit Dissipation und steuerbarem Energiezufluss und -abfluss • Methoden der Regelung, bei denen die energetische Grundstruktur des Systems auch im Regelkreis erhalten bleibt
--------	--

Qualifikationsziele	<ul style="list-style-type: none"> • Die Studierenden kennen Beispiele für nichtlineare Systeme und sind mit den Phänomenen vertraut, die nur bei nichtlinearen, nicht aber bei linearen Systemen auftreten können. Die Studierenden kennen die Bedeutung einer nichtlinearen Dynamik für die Technik, beispielsweise für die Konstruktion stabiler Oszillatoren.
---------------------	--

- Die Studierenden sind mit Regelungsaufgaben wie Stabilisierung und Trajektorienfolge sowie mit den Regler-Architekturen zur Lösung dieser Aufgaben vertraut.
- Die Studierenden beherrschen das methodische Rüstzeug zur Analyse der Stabilität nichtlinearer Systeme.
- Die Studierenden kennen mehrere Herangehensweisen zum Entwurf nichtlinearer Regelungen und sind in der Lage, nichtlineare Regler für einfachere Modellklassen selbstständig zu entwerfen.
- Die Studierenden beherrschen die „flachheitsbasierte“ Herangehensweise an die Aufgaben der Trajektorienplanung, Stabilisierung und Trajektorienfolgeregelung.
- Die Studierenden können sich die physikalischen Eigenschaften von Regelstrecken für den Reglerentwurf zunutze machen und Regelkreise entwerfen, die eine physikalische Interpretation besitzen.

Voraussetzungen	Vorausgesetzt werden Kenntnisse der Ingenieurmathematik sowie Kenntnisse im Umfang eines der folgenden Module, die an der UniBwM im Bachelor "Mathematical Engineering" bzw. im Bachelor "Elektrotechnik und Informationstechnik" bzw. im Bachelor "Luft- und Raumfahrttechnik" absolviert werden: Modul "Systemtheorie" oder Modul "Steuer- und Regelungstechnik" oder Modul "Regelungstechnik".
Verwendbarkeit	Verwendbar im Rahmen des Masterstudiengangs „Elektrotechnik und Informationstechnik“ für alle Vertiefungsrichtungen. Verwendbar im Rahmen des Masterstudiengangs „Mathematical Engineering“ für alle Vertiefungsrichtungen.
Leistungsnachweis	Schriftliche Prüfung von 90min Dauer (sP-90) oder mündliche Prüfung von 30min Dauer (mP-30) am Ende des Herbsttrimesters. Wiederholungsmöglichkeit am Ende des Folgequartals. Die genaue Art der Prüfung wird zu Beginn des Moduls bekannt gegeben.
Literatur	- J. Slotine, W. Li: "Applied Nonlinear Control", Verlag Prentice Hall, 1991 (begleitend), - H. Khalil: "Nonlinear Systems", Verlag Prentice Hall, 2002 (begleitend + weiterführend).
Dauer und Häufigkeit	Das Modul dauert zwei Trimester.

Das Modul beginnt jedes Studienjahr jeweils im Frühjahrstrimester.
Als Startzeitpunkt ist das Frühjahrstrimester im 1. Studienjahr vorgesehen.

Modul 1292 Numerik und CAD für die Hochfrequenztechnik

zugeordnet zu: Wahlpflichtmodule Vertiefungsrichtung: Moderne Verfahren sicherer Kommunikationssysteme

Studiengang:	Mathematical Engineering	Modultyp:	Wahlpflicht
Workload gesamt (h):	180 Stunden	ECTS-Punkte:	6
-> Präsenzzeit (h):	72 Stunden	TWS:	6 Stunden
-> Selbststudium (h):	108 Stunden		

Modulbestandteile	12921	Numerik (Vorlesung (WP) - 2 TWS)
	12922	Numerik (Übung (WP) - 1 TWS)
	12923	CAD für die Hochfrequenztechnik (Vorlesung (WP) - 2 TWS)
	12924	CAD für die Hochfrequenztechnik (Übung (WP) - 1 TWS)

Modulverantwortlicher Prof. Dr.-Ing. habil. Wilfrid Pascher

Inhalt a) Lehrveranstaltung 1
Numerische Methoden zur Berechnung elektromagnetischer Felder

- Finite Differenzen
- Momentenmethode
- Feldentwicklungsverfahren
- Spektralbereichsverfahren
- Method of Lines
- Integralgleichungsverfahren
- Finite Elemente

Berechnung von passiven Komponenten und Schaltungen in Mikrowellentechnik und Integrierter Optik

Mit Hilfe der verschiedenen Methoden sollen Felder und Wellenausbreitung insbesondere in Wellenleiter, Resonatoren, Filter berechnet. Dabei sollen Strukturen aus Mikrostreifen-, Koplanarleitungen und Hohlleitern sowie aus optischen Film- und Streifenwellenleitern untersucht werden.

b) Lehrveranstaltung 2

Ausbreitung elektromagnetischer Wellen

- Ground wave,
- Spherical Ground,
- Raumwelle,
- Satellitenstrecke, Link Budget,
- Berücksichtigung von Hindernissen,
- Empirische Modelle,
- Terrainmodelle.

Antennenberechnungen

- Grundlagen,
 - Näherungslösungen mit Analogien,
 - Optische Verfahren (GO, GTD, UTD, PO, PTD),
 - Lösung der Maxwell'schen Gleichungen im diskretisierten Raum (FEM, FDTD, TLM),
 - Lösung der Maxwell'schen Gleichungen an diskretisierten Oberflächen (MOM),
 - Hybrid-Methoden.
- Schaltungs-Simulation
- Simulation im Zeitbereich,
 - Simulation im Frequenzbereich.

Qualifikationsziele

- Grundkenntnisse über die Funktionsweise verschiedener numerischer Verfahren
- Grundkenntnisse über deren Vor- und Nachteile
- Überblick über Einteilung in Frequenz- und Zeitbereichsverfahren
- Überblick über analytischen und numerischen Aufwand
- Grundkenntnisse über deren Anwendung auf passive Komponenten und Schaltungen in Mikrowellentechnik und Integrierter Optik

Die Lehrveranstaltung CAD in der Hochfrequenztechnik soll den leichteren Zugang zu einigen in Forschung und Industrie weltweit eingesetzten CAE/ CAD-Programmen für Hochfrequenzanwendungen ermöglichen.

Dabei sollen insbesondere vermittelt werden:

- Grundkenntnisse über die verwendeten Lösungsansätze,
- Grundkenntnisse über die Problemdefinition (Dateneingabe) bei der Simulation,
- Grundkenntnisse über die Bewertung der Simulationsergebnisse.

Voraussetzungen

Kenntnisse in Hochfrequenztechnik und Theoretischer Elektrotechnik, wie sie z.B. in den Modulen "Hochfrequenztechnik I und II" sowie "Theoretische Elektrotechnik I und II" aus den jeweiligen B.Sc.-Studiengängen vermittelt werden.

Verwendbarkeit

Das Wahlpflichtmodul ist für alle Vertiefungsrichtungen der Masterstudiengänge EIT, ME und CAE verwendbar.

Leistungsnachweis

Für das Gesamtmodul: Schriftliche Prüfung von 90 min Dauer (sP-90) oder mündliche Prüfung von 30 min Dauer (mP-30)

LV1: Schriftliche Prüfung von 45min Dauer oder mündliche Prüfung von 15min Dauer am Ende des Trimesters (sP-45 oder mP-15). Die Art der Prüfung wird zu Beginn des Trimesters angegeben.

LV2: Schriftliche Prüfung von 45min Dauer oder mündliche Prüfung von 15min Dauer am Ende des Trimesters (sP-45 oder mP-15). Die

Art der Prüfung wird zu Beginn des Trimesters angegeben.
Die Gewichtung der beiden Lehrveranstaltungen erfolgt im Verhältnis der ECTS-Punkte.

Literatur

T. Itoh (ed) "Numerical Techniques for Microwave and Millimeter-Wave Passive Structures", Wiley, 1989
J. Brose: "Skript: CAD in der Hochfrequenztechnik", UniBwM, IHHF, 2007,
J. Brose: "Skript: Ausbreitung elektromagnetischer Wellen", UniBwM, IHHF, 2008.

Dauer und Häufigkeit

Das Modul dauert 2 Trimester. Das Modul wird in jedem Studienjahr angeboten. Beginn ist das WT .

Modul 1391 Numerik und Chaostheorie

zugeordnet zu: Wahlpflichtmodule Vertiefungsrichtung: Moderne Verfahren sicherer Kommunikationssysteme

Studiengang:	Mathematical Engineering	Modultyp:	Wahlmodul
Workload gesamt (h):	150 Stunden	ECTS-Punkte:	5
-> Präsenzzeit (h):	60 Stunden	TWS:	5 Stunden
-> Selbststudium (h):	90 Stunden		

Modulbestandteile	13911	Numerik (Vorlesung (WP) - 2 TWS)
	13912	Chaostheorie (Vorlesung (WP) - 2 TWS)
	13913	Numerik und Chaostheorie (Übung (WP) - 1 TWS)

Modulverantwortlicher Prof. Dr.-Ing. Jochen Schein

Inhalt	<ul style="list-style-type: none"> • Beispiele von nichtlinearen Dynamiken in der Elektrotechnik. Was sind chaotische Systeme. • Mathematische Einführung in die Theorie der Gewöhnlichen Differentialgleichungen. • Numerische Lösungen von nichtlinearen Differentialgleichungen. Diskretisierungsfehler. Euler-Algorithmus (explizit und implizit), Runge-Kutta-Algorithmus, symplektischer Verlet-Algorithmus. Unterschiede, Vorteile/Nachteile jedes Algorithmus. • Grenzyklen in nichtlinearen Systemen. Existenz von periodischen Bewegungen und Beispiele. Störungstheorie zur Behandlung von unterschiedlichen Zeitskalen. • Stabilitätsbegriffe in nichtlinearen Systemen. Lyapunov-Stabilitätstheoreme für autonome, nichtlineare Systeme. • Einführung in die Bifurkationstheorie und Klassifizierung von Bifurkationen. • Einführung in die Chaostheorie. Entstehung von Chaos in nichtlinearen Systemen. • Eine nützliche Anwendung der Chaostheorie in der Elektrotechnik: Synchronisation von chaotischen Systemen und Übertragung von verschlüsselten Signalen
--------	---

Qualifikationsziele	<ul style="list-style-type: none"> • Die Studierenden kennen wichtige Beispiele nichtlinearer Dynamiken, die in der Elektrotechnik und in anderen Bereichen der Ingenieurwissenschaft vorkommen. • Die Studierenden kennen die gängigsten Näherungstechniken, womit eine Differentialgleichung numerisch diskretisiert und gelöst werden kann, mit einem Schwerpunkt auf Stabilität und Genauigkeit. • Die Studierenden sind in der Lage, die Unterschiede und Vorteile jedes numerischen Algorithmus zu erkennen. • Die Studierenden kennen die Bedeutung von Bifurkationen in nichtlinearen Systemen bezüglich Existenz von Grenzyklen und Instabilitäten. Die Studierenden sind in der Lage, die wichtigsten Charakteristiken der unterschiedlichen Bifurkationen zu erkennen.
---------------------	---

- Die Studierenden kennen die Entstehung eines chaotischen Verhaltens in nichtlinearen Systemen und wie dieses charakterisiert wird.

Voraussetzungen

Vorausgesetzt werden Kenntnisse der Ingenieurmathematik sowie Kenntnisse eines der folgenden Module, die an der UniBwM im Bachelor "Mathematical Engineering" bzw. im Bachelor "Elektrotechnik und Informationstechnik" bzw. im Bachelor "Luft- und Raumfahrttechnik" absolviert werden: Modul "Systemtheorie" oder Modul "Steuer- und Regelungstechnik" oder Modul "Regelungstechnik".

Verwendbarkeit

Verwendbar im Rahmen des Masterstudiengangs "Elektrotechnik und Informationstechnik" für alle Vertiefungsrichtungen. Verwendbar im Rahmen des Masterstudiengangs "Mathematical Engineering" für alle Vertiefungsrichtungen.

Leistungsnachweis

Schriftliche Prüfung von 75min Dauer (sP-75) oder mündliche Prüfung von 25min Dauer (mP-25) am Ende des Frühjahrs trimesters. Wiederholungsmöglichkeit am Ende des Folgequartals. Die genaue Art der Prüfung wird zu Beginn des Moduls bekannt gegeben.

Literatur

- H. Khalil, "Nonlinear Systems", Verlag Prentice Hall, 2002 (begleitend + weiterführend)
- W. H. Press, S. A. Teukolsky, W. T. Vetterling, B. P. Flannery, "Numerical Recipes in C" (second edition), Verlag Cambridge University Press, 1992; <http://www.nrbook.com/a/bookcpdf.php> (begleitend + weiterführend)
- H. R. Schwarz, "Numerische Mathematik", Verlag Teubner, 1997 (begleitend + weiterführend)
- S. H. Strogatz, "Nonlinear Dynamics and Chaos", Verlag Perseus Books, 1994 (begleitend + weiterführend)

Dauer und Häufigkeit

Das Modul dauert 1 Trimester.
Das Modul beginnt jedes Studienjahr jeweils im Herbsttrimester.
Als Startzeitpunkt ist das Herbsttrimester im 1. Studienjahr des Masters vorgesehen.

Modul 1078 Numerische Mathematik

zugeordnet zu: Wahlpflichtmodule Vertiefungsrichtung: Moderne Verfahren sicherer Kommunikationssysteme

Studiengang:	Mathematical Engineering	Modultyp:	Pflicht
Workload gesamt (h):	150 Stunden	ECTS-Punkte:	5
-> Präsenzzeit (h):	60 Stunden	TWS:	5 Stunden
-> Selbststudium (h):	90 Stunden		

Modulbestandteile	10781	Numerische Mathematik (Vorlesung (PF) - 3 TWS)
	10782	Numerische Mathematik (Übung (PF) - 1 TWS)

Modulverantwortlicher Prof. Dr.-Ing. habil. Markus Klein

Inhalt	<ul style="list-style-type: none"> • Übersicht über die Grundtypen von linearen partiellen Differentialgleichungen und ihre physikalische Bedeutung • Grundzüge der Raum-Zeit-Diskretisation partieller Differentialgleichungen: Finite Differenzenverfahren, Finite Elemente Verfahren, Finite Volumenverfahren. • Diskussion verschiedener Typen numerische Fehler • Untersuchung der Konsistenz und Stabilität von Verfahren • Anwendung auf praktische Beispiele: Konvektionsgleichung, Wärmeleitungsgleichung, Wellengleichung • Selbstständige Programmierung der erlernten Algorithmen in MATLAB
--------	---

Qualifikationsziele

Sehr viele Vorgänge in der Luft- und Raumfahrttechnik können durch partielle Differentialgleichungen beschrieben werden. Diese Gleichungen, in Verbindung mit komplexen Randbedingungen, können nur behandelt werden, indem man sie drastisch vereinfacht oder numerisch löst.

Durch die Verfügbarkeit von leistungsfähigen Computern hat die numerische Lösung in den letzten Jahrzehnten in der Praxis große Bedeutung gewonnen. Das Modul "Numerische Mathematik" stellt die grundlegenden Rechentechniken für die relevanten Typen von partiellen Differentialgleichungen vor. Das Verständnis des Stoffes wird durch das eigenständige Implementieren der erlernten Algorithmen in MATLAB vertieft. Die Studenten erlernen die Fähigkeit, die kommerziellen Rechenwerkzeuge, die in der industriellen Praxis in der Regel Anwendung finden, kritisch auszuwählen und zu nutzen.

Voraussetzungen

Grundlagen der numerischen Mathematik und der Softwareentwicklung aus dem Bachelorstudium

Verwendbarkeit	Das Modul kann in allen technisch orientierten Bereichen des LRT-Studiums verwendet werden.
Leistungsnachweis	Schriftliche Prüfung 120 Minuten (Hilfsmittel: selbst angefertigte Mitschrift aus der Vorlesung (1x DIN A 4 beidseitig beschrieben), kein Taschenrechner) oder mündliche Prüfung 30 Minuten (ohne Hilfsmittel).
Sonstige Bemerkungen	Zuordnung zu den Studienschwerpunkten siehe Tabelle am Anfang des Dokumentes.
Literatur	<ul style="list-style-type: none">• W. Dahmen und A. Reusken: Numerik für Ingenieure und Naturwissenschaftler, Springer Verlag, 2008• G. Evans, J. Blackledge, P. Yardley: Numerical Methods for Partial Differential Equations, Springer Verlag, 2000• J.H. Ferziger, M. Peric: Numerische Strömungsmechanik, Springer Verlag, 2007• C. Grossmann, H.G. Roos: Numerik partieller Differentialgleichungen, Teubner-Verlag, 2005• P. Knabner, L. Angermann: Numerik partieller Differentialgleichungen, Springer Verlag, 2000• W.H. Press, B.P. Flannery, S.A. Teukolsky und W.T. Vetterling: Numerical Recipes in Fortran (in C, in C++, in Pascal), Cambridge University Press• A. Quarteroni, R. Sacco, F. Saleri: Numerische Mathematik 1 & 2, Springer Verlag, 2000• H. Schwarz: Methode der Finiten Elemente, Teubner-Verlag, 1991• Josef Stoer, Roland Bulirsch: Numerische Mathematik 1 und 2, Springer Verlag, Berlin 1994, 1990
Dauer und Häufigkeit	Das Modul dauert 1 Trimester, es findet im Frühjahrstrimester des 1. Master-Studienjahres statt.

Modul 1291 Praktikum: Hochfrequenztechnische Systeme

zugeordnet zu: Wahlpflichtmodule Vertiefungsrichtung: Moderne Verfahren sicherer Kommunikationssysteme

Studiengang:	Mathematical Engineering	Modultyp:	Wahlpflicht
Workload gesamt (h):	150 Stunden	ECTS-Punkte:	5
-> Präsenzzeit (h):	60 Stunden	TWS:	5 Stunden
-> Selbststudium (h):	90 Stunden		

Modulbestandteile

Modulverantwortlicher Prof. Dr.-Ing. habil. Stefan Lindenmeier

Inhalt

Dieses Praktikum bietet einen Einblick in Aufbau und Funktion moderner Funkübertragungstechnik. Anhand von ausgewählten Versuchen werden typische Baugruppen der Funktechnik mit Hilfe moderner Mess- und Simulationstechnik analysiert und optimiert.

- Verstärkungsgang und Aussteuergrenzen eines RC-Verstärkers:
Nach Berechnung der Eckfrequenzen wird an einem RC-Verstärker der frequenzabhängige Verstärkungsgang aufgenommen und die Wechselstromarbeitsgerade bestimmt. Die Aussteuergrenzen sowohl bei Strom- als auch Spannungsbegrenzung werden messtechnisch ermittelt. Durch Wahl der richtigen Arbeitspunkteinstellung kann die optimale Durchsteuerfähigkeit bestimmt werden.

- Bandfilter:

An verschiedenen, unterschiedlich aufgebauten Bandfiltern sollen die Übertragungskurven gemessen werden und charakteristische Kenngrößen für Bandfilter ermittelt werden.

- Berechnung und Messung eines Breitband-HF-Verstärkers:

Ein HF-Breitbandverstärker wird mit Hilfe der Y-Parameter dimensioniert und das Kleinsignalverhalten dieses HF-Breitbandverstärkers mit Hilfe eines modernen Netzwerkanalysators im Hinblick auf seine S-Parameter vermessen und die Ergebnisse der Simulation gegenübergestellt.

- Großsignalverhalten von HF-Verstärkern:

Funkempfänger nehmen über die Antenne typischerweise nicht nur das aktuell gewünschte Nutzsignal, sondern meist auch eine Vielzahl aktuell unerwünschter und häufig sehr viel stärkerer Signale auf. Auf welche Weise dadurch der Empfang des Nutzsignals beeinträchtigt werden kann, wird durch Messungen mit einem modernen Spektrumanalysator gezeigt.

- Modulatoren und Mischer in Sendern und Empfängern der Funktechnik:

In jedem Sender wird die Nachricht auf einen hochfrequenten Träger aufmoduliert. In jedem Superheterempfänger erfolgt eine Frequenzumsetzung (Mischung) von der Hochfrequenzebene auf die Zwischenfrequenzebene (ZF). Nach der Verstärkung auf der ZF-Ebene wird die Nachricht wieder demoduliert. Im Versuch werden mit einem moder-

nen Spektrumanalysator verschiedene Modulatoren, Mischer und Demodulatoren untersucht.

- Leistungsverstärker:

In jeder Senderendstufe ist der Wirkungsgrad der Umsetzung von Gleichstromleistung in HF-Ausgangsleistung von großer Bedeutung. Stromkosten, Betriebszeiten bei Batteriebetrieb und erforderliche Kühlmaßnahmen hängen davon ab. Dieser Umsetzungswirkungsgrad hängt in hohem Maß von der Betriebsart des Verstärkers ab. Im Versuch wird ein Leistungsverstärker im Bereich einiger Watt HF-Ausgangsleistung im A-Betrieb, Gegentakt-B-Betrieb und Gegentakt-C-Betrieb untersucht und neben dem Wirkungsgrad auch der Oberwellengehalt und die Amplitudenmodulierbarkeit betrachtet.

- Rauscheigenschaften von Transistorverstärkern:

Die Rauscheigenschaften eines Vorverstärkers in einem Empfangssystem bestimmen dessen Grenzempfindlichkeit, also die Fähigkeit, sehr schwache Signale mit ausreichendem S/N zu empfangen. Im Versuch werden die Rauschparameter eines Verstärkers durch manuelle und automatische Rauschzahlmessverfahren ermittelt und die Bedeutung des Außenrauschens behandelt.

Voraussetzungen	Kenntnisse in Hochfrequenztechnik und Theoretischer Elektrotechnik, wie sie z.B. in den Modulen "Hochfrequenztechnik I und II" sowie "Theoretische Elektrotechnik I und II" aus den jeweiligen B.Sc.-Studiengängen vermittelt werden.
Verwendbarkeit	- Wahlpflichtmodul für Praktika aller Vertiefungsrichtungen des M.Sc.-Studiengangs "Elektrotechnik und Informationstechnik", - Wahlpflichtmodul für alle Vertiefungsrichtungen des M.Sc.-Studiengangs "Mathematical Engineering".
Leistungsnachweis	Die Benotung erfolgt auf Grund der Teilnahme und der Ausarbeitungen.
Literatur	Meinke, Gundlach: "Taschenbuch der Hochfrequenztechnik", Springer Verlag, Berlin, 1986
Dauer und Häufigkeit	Das Modul dauert 1 Trimester. Das Modul beginnt jedes Studienjahr jeweils im Wintertrimester. Als Startzeitpunkt ist das Wintertrimester im 2. Studienjahr vorgesehen.

Modul 1287 Praktikum: Nachrichtentechnische Systeme

zugeordnet zu: Wahlpflichtmodule Vertiefungsrichtung: Moderne Verfahren sicherer Kommunikationssysteme

Studiengang:	Mathematical Engineering	Modultyp:	Wahlpflicht
Workload gesamt (h):	150 Stunden	ECTS-Punkte:	5
-> Präsenzzeit (h):	60 Stunden	TWS:	0 Stunden
-> Selbststudium (h):	90 Stunden		

Modulbestandteile

Modulverantwortlicher Prof. Dr.-Ing. Berthold Lankl

Inhalt

Das Praktikum "Nachrichtentechnische Systeme" beinhaltet folgende Versuche

- Lineare Systeme: Charakterisierung durch Messung von Impulsantwort und Übertragungsverhalten,
- Nichtlineare Systeme: Charakterisierung durch Messung von Übertragungskennlinien und Verhalten im Spektralbereich; Bestimmung von Intermodulationsparametern diverser Verstärker,
- Abtastung: Charakterisierung durch Messung von Zeitsignalen und dem zugehörigen Spektrum,
- Stochastische Nachrichtensignale: Charakterisierung von linearen Systemen mittels stochastischer Eingangssignale und Berechnung von Korrelationsfunktionen,
- Sprachsignalverarbeitung: Einsatz von Signalverarbeitungsalgorithmen zur Bearbeitung von Sprachsignalen (Redundanz- und Irrelevanzreduktion),
- Amplitudenmodulation: Aufbau eines Systems zur Amplitudenmodulation und Messung von Zeitsignalen und zugehörigen Spektren; Demodulation des amplitudenmodulierten Signals,
- Frequenzmodulation: Aufbau eines Systems zur Frequenzmodulation und Messung von Zeitsignalen und zugehörigen Spektren; Demodulation des frequenzmodulierten Signals,
- Pulscodemodulation (PCM): Inbetriebnahme eines PCM-Übertragungssystems; Messung der quantisierten Zeitsignale, Einfluss von Komprimierung und Kanalstörungen,
- Datenübertragung: Inbetriebnahme einer trägermodulierten digitalen Signalübertragung mit BPSK und QPSK Modulation, Messung von

Bitfehlerratenkurven mit und ohne Fehlerkorrekturverfahren.

Qualifikationsziele	<p>Der Student/die Studentin soll durch Vorüberlegungen und Messungen an Signalen von nachrichtentechnischen Systemen das theoretisch erlernte Wissen aus den Modulen "Kommunikationstechnik" (BA), "Kommunikationstechnik B" (MA), "Informationsverarbeitung und Kommunikationstechnik" (MA) vertiefen.</p> <p>- Der Student / die Studentin soll den Umgang mit modernen Messgeräten (Spektrumanalysator, Netzwerkanalysator, Oszilloskop, Signalgeneratoren etc.) erlernen.</p>
Voraussetzungen	<p>- Kenntnisse der Signaltheorie und der Theorie von Kommunikationssystemen wie sie in den Lehrveranstaltungen Signale und Kommunikationssysteme und Kommunikationstechnik I (BA-Modul "Kommunikationstechnik") vermittelt werden sind wünschenswert.</p> <p>- Kenntnisse von Kommunikationssystemen wie sie in der Vorlesung Kommunikationstechnik II (Modul Kommunikationstechnik II) vermittelt werden sind wünschenswert.</p>
Verwendbarkeit	<p>Wahlpflichtmodul für Praktika des Masterstudiengangs EIT der Vertiefungsrichtung "Kommunikationstechnik" und "Sicherheitstechnik".</p> <p>Wahlpflichtmodul für Praktika des Studiengangs "Mathematical Engineering" der Vertiefungsrichtung "Effizienz, Sicherheit und Zuverlässigkeit technischer Systeme"</p>
Leistungsnachweis	<p>- Beantwortung von Vorbereitungsfragen, Lösung von Messaufgaben, Dokumentation der Ergebnisse.</p> <p>- Teilnahmeschein (TS).</p>
Literatur	<p>Kammeyer: "Nachrichtenübertragung", Teubner</p>
Dauer und Häufigkeit	<p>Das Modul dauert 1 Trimester.</p> <p>Das Modul beginnt jedes Studienjahr jeweils im Herbsttrimester.</p> <p>Als Startzeitpunkt ist das Herbsttrimester im 2. Studienjahr vorgesehen.</p>

Modul 1280 Praktikum: Regelungstechnik

zugeordnet zu: Wahlpflichtmodule Vertiefungsrichtung: Moderne Verfahren sicherer Kommunikationssysteme

Studiengang:	Mathematical Engineering	Modultyp:	Wahlpflicht
Workload gesamt (h):	150 Stunden	ECTS-Punkte:	5
-> Präsenzzeit (h):	60 Stunden	TWS:	5 Stunden
-> Selbststudium (h):	90 Stunden		

Modulbestandteile

Modulverantwortlicher Prof. Dr. rer. nat. habil. Claus Hillermeier

Inhalt

- Selbständige praktische Umsetzung verschiedener Regelaufgaben z.B. mittels elektronischer Schaltungen bzw. handelsüblicher Regler,
- Umgang mit sehr unterschiedlichen Regelstrecken (u.a. Gleichstrommotor, Füllstandsregelung)
- Entwurf von Reglern für reale Strecken,
- Computergestützte Simulation einer Strecke,
- Entwurf von Reglern für verschiedene regelungstechnische Aufgaben wie zum Beispiel Ruhelagenstabilisierung, Störunterdrückung und Folgeregelung.

Qualifikationsziele

- Vertiefung des regelungstechnischen Lehrstoffes durch Bezug zur Anwendung,
- Einblick in die Implementierung eines entworfenen Reglers,
- Einblick in die Struktur handelsüblicher Standardregler und Echtzeitsysteme.

Voraussetzungen

Vorausgesetzt werden Kenntnisse der Ingenieurmathematik sowie Kenntnisse im Umfang eines der folgenden Module, die an der UniBwM im Bachelor "Mathematical Engineering" bzw. im Bachelor "Elektrotechnik und Informationstechnik" bzw. im Bachelor "Luft- und Raumfahrttechnik" absolviert werden: Modul "Systemtheorie" oder Modul "Steuer- und Regelungstechnik" oder "Modul Regelungstechnik".

In jedem Falle werden erworbene Grundkenntnisse in der Regelungstechnik vorausgesetzt.

Verwendbarkeit	Verwendbar im Rahmen des Masterstudiengangs „Elektrotechnik und Informationstechnik“ für alle Vertiefungsrichtungen. Verwendbar im Rahmen des Masterstudiengangs „Mathematical Engineering“ für alle Vertiefungsrichtungen.
----------------	---

Leistungsnachweis	Die Note des Praktikums besteht zur Hälfte aus der Bewertung der Versuchsvorbereitung und zur Hälfte aus einem Fachgespräch über alle Versuche am Ende des Praktikums. Die Ausarbeitung trägt nicht zur Note bei, ist aber für die Zulassung zum Fachgespräch erforderlich.
-------------------	---

Literatur	- J. Lunze: "Regelungstechnik, Band 1 + 2", Springer Verlag, 2008, - H. Unbehauen: "Regelungstechnik, Band 1 + 2", Vieweg Verlag, 2002.
-----------	--

Dauer und Häufigkeit	Das Modul dauert 1 Trimester. Das Modul beginnt jedes Studienjahr jeweils im Frühjahrstrimester. Als Startzeitpunkt ist das Frühjahrstrimester im 1. Studienjahr vorgesehen.
----------------------	--

Modul 1284 Praktikum: Sensorik und Messtechnik

zugeordnet zu: Wahlpflichtmodule Vertiefungsrichtung: Moderne Verfahren sicherer Kommunikationssysteme

Studiengang:	Mathematical Engineering	Modultyp:	Wahlpflicht
Workload gesamt (h):	150 Stunden	ECTS-Punkte:	5
-> Präsenzzeit (h):	60 Stunden	TWS:	5 Stunden
-> Selbststudium (h):	90 Stunden		

Modulbestandteile	12841	Praktikum: Sensorik und Messtechnik (Praktikum (WP) - 5 TWS)
-------------------	-------	---

Modulverantwortlicher	Prof. Dr. techn. Christian Kargel
-----------------------	-----------------------------------

Inhalt	<p>Im Wahlpflichtpraktikum „Sensorik und Messtechnik“ bearbeiten die Studierenden in Kleingruppen verschiedene sensorische und messtechnische Aufgaben. Zu den praktischen Übungen zählen:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Sensorspezifische Signalmodellierung und -verarbeitung mit Math-Cad und SigmaPlot • Bestimmung von statischen und dynamischen Sensoreigenschaften z.B. anhand von Temperatur- und Beschleunigungssensoren • Messung mechanischer Größen • Kraft- und Drehmomentmessung mit Dehnungsmessstreifen (DMS)-Sensoren • Messung akustischer Größen • Messung thermischer Größen • Aufbau und Betrieb von Sensornetzen und busfähigen digitalen Mess-Systemen • Distanz- bzw. Entfernungsmessung mit Ultraschallsensoren, z.B. für das KFZ • Objekt- und Personenortung mit RADAR- bzw. LIDAR-Sensoren • Digitale Messdatenerfassung und -verarbeitung mit MATLAB und LabVIEW • Korrelationsmesstechnik • Messung des Übertragungsverhaltens • Bildgebende Ultraschallsensorik
--------	---

Qualifikationsziele	<ul style="list-style-type: none"> • Die Studierenden haben die in anderen Lehrveranstaltungen - insbesondere im Modul „Sensorik und Messtechnik“ erworbene Kenntnisse in praktische Lösungen für bestimmte Aufgabenstellungen umgesetzt. • Die Studierenden haben vertiefte Kenntnisse und Fertigkeiten im praktischen Umgang mit Sensoren, Messgeräten und Mess-Systemen erworben sowie die Handhabung von Standard-Software-Tools zur digitalen Messdatenerfassung, Signalverarbeitung und -auswertung gefestigt.
---------------------	--

- Die Studierenden sind in der Lage, die in der Praxis auftretenden messtechnischen Probleme zu analysieren und mithilfe von ingenieurwissenschaftlichem Denken und Handeln zu lösen.
- Die Studierenden können zielgerichtete und applikationsabhängige Optimierungen von Sensoren, Messverfahren und Mess-Systemen durchführen, z.B. zur Reduktion der Messunsicherheit sowie zur Unterdrückung von Stör- und -einflussgrößen.

Voraussetzungen

- Kenntnisse der Elektrotechnik, Messtechnik, Mathematik und Physik.
- Empfohlen wird die erfolgreiche Bewältigung des Moduls „Sensorik und Messtechnik“.

Verwendbarkeit

- Wahlpflichtmodul aller Studien- und Vertiefungsrichtungen.
 - Das Modul steht in thematischem Zusammenhang mit den Pflichtmodulen
 - o Sensorik und Messtechnik,
 - o Digitale Bildverarbeitung,
- sowie mit den Wahlpflichtfächern
- o Multisensorsysteme und Sensornetze,
 - o Simulationswerkzeuge in der Sensorik und Messtechnik,
 - o Ausgewählte Kapitel der Sensorik und Messtechnik
 - o Spezielle messtechnische Probleme

Leistungsnachweis

- Die Benotung wird anhand der studentischen Vorbereitung (Testate) auf die einzelnen Praktikumsübungen, der Mitarbeit und der Praktikumsberichte vorgenommen.

Literatur

- E. Schrüfer: Elektrische Messtechnik, Messung elektrischer und nicht-elektrischer Größen, Hanser, München, 2003.
- P. Profos, T. Pfeifer: Handbuch der industriellen Messtechnik, Oldenbourg Verlag, München, 2002.
- J. Marek (Hrsg): Sensors for automotive applications, Wiley-VCH, Weinheim, 2003.
- U. Kiencke, R. Eger: Messtechnik, Systemtheorie für Elektrotechniker, 6. Aufl., Springer, Berlin, 2005.
- M. Möser: Messtechnik der Akustik, Springer, Berlin, 2010.
- M. Werner: Digitale Signalverarbeitung mit MatLab, 3rd ed. Wiesbaden, Vieweg, 2006.

Dauer und Häufigkeit

Das Modul dauert 1 Trimester.
Das Modul wird nur in Studienjahren mit ungerader Jahreszahl angeboten und beginnt jeweils im Frühjahrstrimester.
Als Startzeitpunkt ist das Frühjahrstrimester im 1. oder 2. Studienjahr vorgesehen

Modul 1285 Praktikum: Simulationswerkzeuge in der Sensorik und Messtechnik

zugeordnet zu: Wahlpflichtmodule Vertiefungsrichtung: Moderne Verfahren sicherer Kommunikationssysteme

Studiengang:	Mathematical Engineering	Modultyp:	Wahlpflicht
Workload gesamt (h):	150 Stunden	ECTS-Punkte:	5
-> Präsenzzeit (h):	60 Stunden	TWS:	5 Stunden
-> Selbststudium (h):	90 Stunden		

Modulbestandteile	12851	Praktikum: Simulationswerkzeuge in der Sensorik und Messtechnik (Praktikum (WP) - 5 TWS)
-------------------	-------	---

Modulverantwortlicher	Prof. Dr. techn. Christian Kargel
-----------------------	-----------------------------------

Inhalt

In der Lehrveranstaltung „Simulationswerkzeuge in der Sensorik und Messtechnik“ werden die in der Praxis vorwiegend verwendeten Softwarepakete zur Messdatenerfassung und -verarbeitung sowie zur Modellierung und Simulation von Signalen, Schaltungen und Systemen kennengelernt und eingesetzt. Die effektive und effiziente Bearbeitung der vielfältigen Aufgaben auf den Gebieten der Sensorik und Messtechnik ist heute ohne Einsatz von beispielsweise MATLAB, LabVIEW, SigmaPlot, MultiSim, ANSYS, etc. nicht zu gewährleisten. Neben den Standardaufgaben der (digitalen) Messdatenerfassung und -verarbeitung bieten diese Pakete umfangreiche Möglichkeiten zur Simulation und dem Test von einzelnen Bauteilen und gesamter Module bereits vor der Prototypfertigung (hardware-in-the-loop). Auch die Simulation und der Test von messtechnischen Schaltungen mit elektronischen Bauteilen, die mit realen Eigenschaften modellierbar sind, zählen zum Funktionsumfang der Softwarepakete.

In dieser Lehrveranstaltung werden zuerst die Grundlagen der einzelnen Softwarepakete vermittelt um anschließend typische Aufgabenstellungen der Praxis zu bearbeiten. Studierende mit entsprechenden Vorkenntnissen wenden sich unmittelbar der Lösung von anwendungsorientierten Aufgaben zu. Die behandelten Softwarepakete werden sowohl im akademischen Umfeld, als auch der Industrie weit über die Grenzen der Sensorik und Messtechnik eingesetzt.

- | | |
|----------------------------|---|
| Qualifikationsziele | <ul style="list-style-type: none"> • Die Studierenden können verschiedene Softwarepakete anwendungsorientiert auswählen und zielgerichtet einsetzen. • Die Studierenden sind in der Lage, ihre theoretischen Kenntnisse mit den Möglichkeiten von Standard-Softwareprogrammen zu verknüpfen um anschauliche Lösungen von Problemen und Aufgabenstellungen der Praxis zu finden. |
|----------------------------|---|

- Die Studierenden haben ein Bewusstsein für die Vor- und Nachteile der Messdatenerfassung und -verarbeitung mit Standardprogrammen sowie von Simulationsrechnungen und Simulationssoftware entwickelt und interpretieren die Mess- und Simulationsergebnisse entsprechend.

Voraussetzungen

- Grundkenntnisse in:
 - o Elektrotechnik und Messtechnik
 - o Physik
 - o Mathematik
 - o Programmierung.

Verwendbarkeit

- Wahlpflichtmodul für alle Studien- und Vertiefungsrichtungen.
 - Das Modul steht in thematischem Zusammenhang mit den Pflichtmodulen
 - o Sensorik und Messtechnik,
 - o Digitale Bildverarbeitung,
- sowie mit den Wahlpflichtfächern
- o Ausgewählte Kapitel der Sensorik und Messtechnik,
 - o Spezielle messtechnische Probleme,
 - o Sensorik und Messtechnik, Praktikum,
 - o Multisensorsysteme und Sensornetze.

Leistungsnachweis

- Die Benotung wird anhand der studentischen Vorbereitung (Testate) auf die einzelnen Praktikumsübungen, der Mitarbeit und der Praktikumsberichte vorgenommen

Literatur

- W. Georgi, E. Metin: Einführung in LabVIEW, 3rd ed. München, Carl Hanser Verlag, 2008.
- B. Mütterlein: Handbuch für die Programmierung mit LabVIEW, 2nd ed. Heidelberg, Spektrum Akademischer Verlag (Imprint of Springer), 2009.
- R. Jamal: LabVIEW für Studenten - Das Grundlagenbuch, 4th ed. München, Pearson Education, 2004.
- S. Adam: MATLAB und Mathematik kompetent einsetzen, Eine Einführung für Ingenieure und Naturwissenschaftler, Weinheim, WILEY-VCH, 2006.
- F. Grupp, F. Grupp: MATLAB 7 für Ingenieure, Grundlagen und Programmierbeispiele. München, Oldenburg, 2004.

Dauer und Häufigkeit

Das Modul dauert ein Trimester.
Das Modul wird im Herbsttrimester angeboten.
Als Startzeitpunkt ist das Herbsttrimester im 2. Studienjahr vorgesehen.

Modul 1081 Raumfahrtantriebe

zugeordnet zu: Wahlpflichtmodule Vertiefungsrichtung: Moderne Verfahren sicherer Kommunikationssysteme

Studiengang:	Mathematical Engineering	Modultyp:	Wahlpflicht
Workload gesamt (h):	150 Stunden	ECTS-Punkte:	5
-> Präsenzzeit (h):	48 Stunden	TWS:	4 Stunden
-> Selbststudium (h):	102 Stunden		

Modulbestandteile 10811 Raumfahrtantriebe (Vorlesung, Übung (PF) - 4 TWS)

Modulverantwortlicher Prof. Dr.-Ing. Christian Mundt

Inhalt Die Studierenden erwerben im Modul Raumfahrtantriebe das Grundwissen zu Raumfahrtantrieben und deren vielfältigen Anwendungsgebiete.

- 1) Die Studierenden erhalten eine Einführung in die Bedeutung der Raumfahrtantriebe bei Problemstellungen aus dem Bereich der Luft- und Raumfahrttechnik.
- 2) Ausgehend von den theoretischen Grundlagen, werden praktische Probleme diskutiert bis hin zu Fertigungsaspekten, Komponenten und operationellen Aspekten. Es werden z.B. behandelt:

- Flüssigkeitsraketenantriebe
- Feststoffraketen
- Hybridraketen
- Luftatmer
- Elektrische Antriebe
- Zukunftskonzepte

- 3) Nach Möglichkeit werden in einer Exkursion Industriefirmen mit entsprechenden Produktionen besucht.

Qualifikationsziele

- 1) Die Studierenden können die Bedeutung der Raumfahrtantriebe bei technischen Problemstellungen hinsichtlich Machbarkeit, Technologie und zukünftigen Trends einordnen.
- 2) Die Studierenden können für einfache Anwendungsfälle Antriebskonzepte erstellen und berechnen.
- 3) Die Studierenden erwerben die Fähigkeit, für die jeweiligen Anwendungen sinnvolle Konfigurationen vorschlagen zu können.

Voraussetzungen

Der Besuch der Vorlesung Aerothermodynamik, Raumfahrttechnik I und II wird empfohlen.

Verwendbarkeit	Voraussetzung für wissenschaftliche Grundlagenuntersuchungen und angewandte Forschung und Entwicklung auf dem Gebiet insbesondere von Flugkörper- und Raumfluggeräten.
Leistungsnachweis	Schriftliche Prüfung 75 Minuten oder mündliche Prüfung 30 Minuten
Sonstige Bemerkungen	Zuordnung zu den Studienschwerpunkten siehe Tabelle am Anfang des Dokumentes.
Dauer und Häufigkeit	Das Modul dauert ein Trimester, es findet im Wintertrimester des 2. Master-Studienjahres statt.

Modul 1082 Regelungstechnik

zugeordnet zu: Wahlpflichtmodule Vertiefungsrichtung: Moderne Verfahren sicherer Kommunikationssysteme

Studiengang:	Mathematical Engineering	Modultyp:	Pflicht
Workload gesamt (h):	150 Stunden	ECTS-Punkte:	5
-> Präsenzzeit (h):	48 Stunden	TWS:	4 Stunden
-> Selbststudium (h):	102 Stunden		

Modulbestandteile	10821	Regelungstechnik (Vorlesung (PF) - 2 TWS)
	10822	Regelungstechnik (Übung (PF) - 2 TWS)

Modulverantwortlicher Prof. Dr.-Ing. habil. Ferdinand Svaricek

Inhalt

Im Modul Regelungstechnik wird das in der Grundlagenvorlesung Steuer- und Regelungstechnik erworbene Grundwissen zur Analyse und Synthese linearer kontinuierlicher Regelungs- und Steuerungssysteme vertieft und erweitert:

1) Die Studierenden erhalten zunächst eine Einführung in die geometrische Stabilitätsanalyse mit Hilfe des Wurzelortskurvenverfahrens. Anschließend wird vermittelt, wie das WOK-Verfahren zur Synthese linearer dynamischer Regler eingesetzt werden kann.

2) Anschließend lernen die Studierenden verschiedene Methoden für die Modellierung, Beschreibung und Analyse des Verhaltens von dynamischen Systemen im Frequenzbereich kennen:

- Frequenzgang,
- Ortskurve und Bodediagramm,
- Phasenminimum- und Allpaßsysteme,
- Stabilitätsprüfung mit Hilfe des Nyquistverfahrens,
- Stabilitätsrand (Amplituden- und Phasenrand).

3) Dann wird die Beschreibung und Analyse dynamischer Eingrößensysteme im Zustandsraum behandelt. Neben der Vorstellung der grundlegenden Begriffe und Definitionen (Zustandsvariablen, Zustandsgleichung, Zustandstrajektorie, Steuer- und Beobachtbarkeit, Stabilität) werden auch elementare Methoden zur Analyse des dynamischen Verhaltens (Eigenwerte, Eigenbewegung, Stabilität) und der Steuer- und Beobachtbarkeit sowie wichtige Normalformen (Diagonal-, Regelungs- und Beobachtungsnormalform, Kalman-Zerlegung) vermittelt.

4) Die Studierenden werden dann mit den Grundlagen zur Synthese linearer Zustandsregler vertraut gemacht. Dabei werden im Einzelnen die folgenden Aspekte behandelt:

- Entwurf linearer Zustandsrückführungen,
- Zustandsbeobachter,

- Berücksichtigung von Störgrößen,
- erweiterte Regelungsstrukturen.

Qualifikationsziele

- 1) Die Studierenden können das dynamische Verhalten von Eingrößenregelkreise anhand der Wurzelortskurven beurteilen und durch Anpassung des Reglers gezielt verändern.
- 2) Die Studierenden sind in der Lage die Stabilität eines Regelkreises anhand der Ortskurve und des Bodediagramms des offenen Kreises zu überprüfen.
- 3) Die Studierenden erwerben die Fähigkeit, Zustandsraummodelle von technischen Systemen aus unterschiedlichen Fachdisziplinen aufzustellen und deren Eigenschaften zu analysieren.
- 4) Die Studierenden werden in die Lage versetzt, das dynamische Verhalten von Eingrößenregelkreise durch den Entwurf von linearen Zustandsrückführungen gezielt zu beeinflussen

Voraussetzungen

Vorausgesetzt werden Kenntnisse in „Höhere Mathematik“, „Technische Mechanik“, „Messtechnik“, „Experimentalphysik“, „Allgemeine Elektrotechnik“ und „Steuer- und Regelungstechnik“ des LRT-Bachelor Studiums.

Verwendbarkeit

Voraussetzung für wissenschaftliche Grundlagenuntersuchungen und angewandte Forschung und Entwicklung auf dem Gebiet der Steuer- und Regelungstechnik.

In diesem Studiengang:

- Voraussetzung für Teilnahme am Rechnerpraktikum „Regelungstechnik“
- Voraussetzung für Teilnahme am App. Praktikum „Regelungstechnik“
- Voraussetzung für das Modul „Moderne Methoden der Regelungstechnik“
- Voraussetzung für das Modul „Flugführungssysteme“
- Voraussetzung für das Modul „Dynamik und Regelung von Satelliten“
- Voraussetzung für das Modul „Filter und Schätzverfahren“

Leistungsnachweis

Schriftliche Prüfung 90 Minuten (30 Minute Fragenteil ohne Hilfsmittel und 60 Minuten Aufgabenteil mit allen Hilfsmitteln außer programmierbaren Taschenrechner) oder mündliche Prüfung 30 Minuten.

Sonstige Bemerkungen

Zuordnung zu den Studienschwerpunkten siehe Tabelle am Anfang des Dokumentes.

Literatur

- Lunze, J.: Regelungstechnik 1: Systemtheoretische Grundlagen, Analyse und Entwurf einschleifiger Regelungen. 5. Auflage. Berlin: Springer-Verlag, 2006.
- Lunze, J.: Regelungstechnik 2: Mehrgrößensysteme, Digitale Regelung. 3. Auflage. Berlin: Springer-Verlag, 2005.

- Unbehauen, H.: Regelungstechnik. Band I. 13. Auflage. Braunschweig: Vieweg und Sohn, 2005 .
- Unbehauen, H.: Regelungstechnik. Band II. 8. Auflage. Braunschweig: Vieweg und Sohn, 2000.

Dauer und Häufigkeit

Das Modul dauert ein Trimester, es findet im Wintertrimester des 1. Master-Studienjahres statt.

Modul 1281 Regelungstechnisches Seminar

zugeordnet zu: Wahlpflichtmodule Vertiefungsrichtung: Moderne Verfahren sicherer Kommunikationssysteme

Studiengang:	Mathematical Engineering	Modultyp:	Wahlpflicht
Workload gesamt (h):	150 Stunden	ECTS-Punkte:	5
-> Präsenzzeit (h):	60 Stunden	TWS:	5 Stunden
-> Selbststudium (h):	90 Stunden		

Modulbestandteile

Modulverantwortlicher Prof. Dr. rer. nat. habil. Claus Hillermeier

Inhalt

Das Seminar besteht aus Referaten, die von den Studierenden gehalten werden.
Die Referate runden das vorhandene regelungstechnische Wissen der Studierenden ab und vertiefen wichtige regelungstechnische Konzepte. Die Zuordnung der jeweiligen Referatsthemen erfolgt im Einvernehmen mit den Studierenden.
Liste möglicher Referatsthemen:
- Vermaschte Regelungen zur besseren Ausregelung von Störungen
- Modellbasierte Regelung (d.h. der Regler trägt in sich ein Modell der Regelstrecke) und Smith-Prädiktor
- Stabilitätsanalyse linearer Regelkreise (Vertiefung)
- Stabilitätsanalyse mittels Lyapunov-Funktionen
- Energie-angepasste Regelung / Regelung von "Port-Controlled-Hamiltonian-Systems"
- Intervallarithmetik in der Regelungstechnik
- Das Konzept der Eingangs-Ausgangs-Linearisierung nichtlinearer Systeme
- Das Konzept der Eingangs-Zustands-Linearisierung nichtlinearer Systeme

Qualifikationsziele

Die Studierenden haben sich im Rahmen der Vorbereitung ihres Referats intensiv mit einem regelungstechnischen Thema auseinandergesetzt und dadurch ein stark vertieftes Verständnis regelungstechnischer Denk- und Herangehensweisen gewonnen.
- Die Studierenden sind in der Lage, einen verständlichen Fachvortrag über ein technisches Thema auszuarbeiten und vor einer technisch gebildeten Hörerschaft vorzutragen.

- Die Studierenden haben einen Überblick über ein Spektrum wichtiger Methoden der Regelungstechnik gewonnen.

Voraussetzungen

Vorausgesetzt werden Kenntnisse der Ingenieurmathematik sowie Kenntnisse im Umfang eines der folgenden Module, die an der UniBwM im Bachelor "Mathematical Engineering" bzw. im Bachelor "Elektrotechnik und Informationstechnik" bzw. im Bachelor "Luft- und Raumfahrttechnik" absolviert werden: "Modul Systemtheorie" oder "Modul Steuer- und Regelungstechnik" oder "Modul Regelungstechnik".

Verwendbarkeit

Verwendbar im Rahmen des Masterstudiengangs „Elektrotechnik und Informationstechnik“ für alle Vertiefungsrichtungen. Verwendbar im Rahmen des Masterstudiengangs „Mathematical Engineering“ für alle Vertiefungsrichtungen.

Leistungsnachweis

Die Leistungspunkte werden durch ein selbst gehaltenes Referat, eine mündliche Prüfung von ca. 20 Min Dauer sowie das Zuhören bei den Referaten der anderen Teilnehmer erworben. Die Note besteht zur Hälfte aus der Bewertung des selbst gehaltenen Referats und zur Hälfte aus der mündlichen Prüfung.

Literatur

- J. Lunze: "Regelungstechnik, Band 1 + 2", Springer Verlag, 2008,
- J. Slotine, W. Li: "Applied Nonlinear Control", Verlag Prentice Hall, 1991.

Dauer und Häufigkeit

Das Modul dauert 1 Trimester. Das Modul beginnt jedes Studienjahr jeweils im Frühjahrstrimester. Als Startzeitpunkt ist das Frühjahrstrimester im 1. Studienjahr vorgesehen.

Modul 1084 Satellitennavigation I

zugeordnet zu: Wahlpflichtmodule Vertiefungsrichtung: Moderne Verfahren sicherer Kommunikationssysteme

Studiengang:	Mathematical Engineering	Modultyp:	Pflicht
Workload gesamt (h):	180 Stunden	ECTS-Punkte:	6
-> Präsenzzeit (h):	72 Stunden	TWS:	6 Stunden
-> Selbststudium (h):	108 Stunden		

Modulbestandteile	10841	Globale Satellitennavigationssysteme (Vorlesung (PF) - 1 TWS)
	10842	Globale Satellitennavigationssysteme (Übung (PF) - 1 TWS)
	10843	Differentielle GNSS-Verfahren (Vorlesung (PF) - 1 TWS)
	10844	Differentielle GNSS-Verfahren (Übung (PF) - 1 TWS)
	10845	Schätzverfahren der integrierten Navigation (Vorlesung (PF) - 1 TWS)
	10846	Schätzverfahren der integrierten Navigation (Übung (PF) - 1 TWS)

Modulverantwortlicher Prof. Dr.-Ing. Bernd Eissfeller

Inhalt	<p>1) Globale Satellitennavigationssysteme (GNSS)</p> <ul style="list-style-type: none"> • Grundlagen: Referenzsysteme, Zeitsysteme, Satellitenorbits, Aufbau eines GNSS • gegenwärtige Satellitennavigationssysteme: NAVSTAR GPS (USA), GLONASS (Russland); Weltraumsegment, Bodensegment und Nutzersegment (Empfänger) • zukünftige Satellitennavigationssysteme: GALILEO (Europa), COMPASS (China); Abgrenzung zu den vorhandenen Systemen, GNSS Evolution Programme • Ergänzungssysteme: WAAS, EGNOS, MSAS, GAGAN, QZSS u.a. • Bestimmung von Position, Geschwindigkeit, Beschleunigung und Zeit: Einführung in die Auswertung von GNSS-Daten (Standardpositionierung mit Code-Strecken, Auswertung von Doppler- oder Phasenmessungen zur Geschwindigkeits- und Beschleunigungsbestimmung, Zeittransfer) <p>2) Differentielle GNSS-Methoden (DGNSS)</p> <ul style="list-style-type: none"> • Einführung, Motivation und Zielsetzung für DGNSS • Beobachtungsgleichungen, Fehlerbudget und Korrekturansätze • LAAS (lokale differentielle Systeme) und WAAS („wide area“ Systeme) • Hochpräzise Korrekturkonzepte • Ansätze im wissenschaftlichen Bereich • Militärisches DGNSS: JPALS, WAGE und Talon NAMATH • Anwendungsspektrum
--------	---

3) Schätzverfahren der integrierten Navigation

- Systemkonzept der Integrierten Navigation
- Multisensorsysteme und Redundanzkonzepte
- Sensoren und Messwerte der Navigation
- Kalman Filter: Lineares dynamisches Fehlermodell, Beobachtungsgleichungen, Ableitung des Optimalschätzers, Algorithmus, Elementares Beispiel, numerisch stabile Formen
- Anwendung bei der GPS/INS Integration: Lose Kopplung (Loosely Coupling), Enge Kopplung (Tightly Coupling), Ultraenge Kopplung (Ultra - Tightly Coupling), Tiefe Kopplung (Deeply Coupling)
- Beispiele und Leistungsfähigkeit Integrierter Navigationssysteme in Schifffahrt, Luftfahrt, Landverkehr und Raumfahrt

Qualifikationsziele

Globale Satellitennavigationssysteme spielen in vielen Berufsfeldern, aber auch im privaten Bereich (Freizeit-Gestaltung) eine inzwischen sehr wichtige Rolle.

- Die Absolventen besitzen einen Überblick über die existierenden und zukünftigen (bzw. modernisierten) globalen Satellitennavigationssysteme (GNSS), sowohl über die wichtigen Grundlagen als auch über die Systemarchitektur und die Systemgliederung (Segmente).
- Weiterhin kennen sie Ergänzungssysteme und die Auswertemethodik. Die Anwendungen für zivile als auch militärische Nutzer sind ihnen bekannt.
- Sie haben durch die Lehrveranstaltung "Differentielle GNSS-Verfahren" fundierte Kenntnisse über die Methoden zur Verbesserung konventioneller GNSS Positionierungs-Techniken, inkl. der heute verfügbaren und für die Zukunft geplanten Entwicklungen einschließlich der militärischen Systeme, erworben.
- Im Rahmen des Abschnitts "DGNSS-Methoden" haben sie sich das Verständnis für die Datenverarbeitung, Algorithmen sowie das Fehlerbudget der differentiellen GNSS-Technik, was als Voraussetzung für die Erarbeitung der Realisierungskonzepte angesehen werden kann, erarbeitet.
- Sie haben Grundkenntnisse über Schätzverfahren in hybriden Navigationssystemen erworben.
- Sie verstehen das Zusammenwirken der verschiedenen Messwerte und den grundlegenden Rechengang des Kalman Filters.
- Sie verstehen das Zusammenwirken der verschiedenen Sub-Systeme und die zugrunde liegenden Technologien.
- Sie haben einen Überblick über die Multisensornavigation in verschiedenen Anwendungsbereichen (Schifffahrt, Landverkehr, Luftfahrt, Raumfahrt) erhalten.

Voraussetzungen

Mathematik, Experimentalphysik, Messtechnik, Messtechnik und Regelungstechnik.

Verwendbarkeit

Erweiterung des Grundwissens im Gebiet "Satellitennavigation" um Kenntnisse der existierenden und zukünftigen Systeme sowie um die wichtigen Verfahren der differentiellen Positionierung, die im zivilen und militärischen Bereich zu Erzielung höherer Genauigkeiten sowie zur Verbes-

serung der Integrität eine hohe Bedeutung haben. Spezialkenntnisse auf dem (zivil und) militärisch wichtigen Gebiet der hybriden Navigation.

Leistungsnachweis

Schriftliche Prüfung 90 Minuten (Hilfsmittel: nicht-programmierbarer Taschenrechner) oder mündliche Prüfung 30 Minuten.

Sonstige Bemerkungen

Zuordnung zu den Studienschwerpunkten siehe Tabelle am Anfang des Dokumentes.

Literatur

- Brown R.G., Hwang P.Y.C.: Introduction to Random Signals and Applied Kalman Filtering. 3rd edition. New York: John Wiley & Sons, 1997.
- ESA (Hrsg): EGNOS - the European geostationary navigation overlay system. Noordwijk: ESA Publications Division, 2006.
- Hofmann-Wellenhof B.: GNSS - Global Navigation Satellite Systems. Wien: Springer-Verlag, 2008.
- Lawrence A.: Modern Inertial Technology - Navigation, Guidance and Control. Berlin: Springer-Verlag, 1998.
- Leick A.: GPS satellite surveying. New York: Wiley, 1995.
- Misra P., Enge P.: Global Positioning System - Signals, Measurements, and Performance. Second Edition. Lincoln, MA, USA: Ganga-Jamuna Press, 2006.
- Parkinson B.W., Spilker J.J. (Hrsg): Global Positioning System - Theorie and Applications, Volume 1. Progress in Astronautics and Aeronautics, Volume 163. Cambridge, 1996.
- Parkinson B.W., Spilker J.J. (Hrsg): Global Positioning System - Theorie and Applications, Volume 2. Progress in Astronautics and Aeronautics, Volume 164. Cambridge, 1996.
- Seeber G.: Satellite geodesy. Berlin: Verlag de Gruyter, 2003.
- Titterton D.H., Weston J.L.: Strapdown inertial navigation technology. AIAA, 2005.

Dauer und Häufigkeit

Das Modul dauert ein Trimester, es findet im Herbsttrimester des 1. Master-Studienjahres statt.

Modul 1085 Satellitennavigation II

zugeordnet zu: Wahlpflichtmodule Vertiefungsrichtung: Moderne Verfahren sicherer Kommunikationssysteme

Studiengang:	Mathematical Engineering	Modultyp:	Wahlpflicht
Workload gesamt (h):	210 Stunden	ECTS-Punkte:	7
-> Präsenzzeit (h):	96 Stunden	TWS:	8 Stunden
-> Selbststudium (h):	114 Stunden		

Modulbestandteile	10851	GNSS Nutzersegment (Vorlesung (PF) - 2 TWS)
	10852	GNSS Nutzersegment (Übung (PF) - 1 TWS)
	10853	Weltraumwetter (Vorlesung (PF) - 1 TWS)
	10854	Weltraumwetter (Übung (PF) - 1 TWS)
	10855	Satellitenkommunikation (Vorlesung (PF) - 2 TWS)
	10856	Satellitenkommunikation (Übung (PF) - 1 TWS)

Modulverantwortlicher Prof. Dr.-Ing. Bernd Eissfeller

Inhalt	<p>1) GNSS Nutzersegment</p> <ul style="list-style-type: none">• Empfängertechnik- und -technologien• geschichtliche Entwicklung• Komponenten eines GNSS Empfängers und ihre Bedeutung• analoge und digitale Baugruppen <p>Signalverarbeitung</p> <ul style="list-style-type: none">• Signalverarbeitung im GNSS Empfänger, Korrelation, DLL und PLL, Fehler, Multipath <p>Hardware- vs. Software-Empfänger</p> <ul style="list-style-type: none">• Konzepte• Unterschiede• Vor- und Nachteile <p>GNSS Empfänger - Übersicht</p> <ul style="list-style-type: none">• zivile Empfänger• militärische Empfänger <p>2) Satellitenkommunikation</p> <ul style="list-style-type: none">• Einführung und Hintergrund• Bahn- und Konstellationsaspekte• Raumtransport und Satellitenplattform• Grundlagen der Kommunikationstechnik: Link Bilanz, Modulation, Zugriffsverfahren (CDMA, FDMA, TDMA), Kodierung, Ausbreitungseffekte• Kommunikationsnutzlast• Bodenstationen, VSATs, Netze
--------	--

- Dienste der Satellitenkommunikation (INMARSAT, INTELSAT, INTERSPUTNIK, EUTELSAT, IRIDIUM, GLOBALSTAR, u.a.)
- Entwicklungsstand und Trends

3) Weltraumwetter

- Einführung in die Thematik
- Bedeutung des Weltraumwetters für Satellitensysteme und Bodeninfrastruktur auf der Erde
- Die Sonne als Antrieb für das Weltraumwetter (Phänomene und Überwachung)
- Die Ionosphäre (Aufbau, Phänomene und Beobachtung unter bes. Berücksichtigung der GNSS-basierten Datenverarbeitung)
- Systemtechnische Aspekte (Übersicht über die Auswirkungen des Weltraumwetters auf Teilsysteme von Raumfahrzeugen, Strahlungsanalysen und Schutzmaßnahmen).

Qualifikationsziele

Die Absolventen besitzen vertiefte Kenntnisse in zwei modernen Teilgebieten.

- Sie verstehen die Funktion eines GNSS Empfängers und sind sich über unterschiedliche Empfängerimplementierungen klar.
- Die Studierenden besitzen Grundkenntnisse über die Weltraumnutzung durch "Satellitenkommunikation".
- Sie verstehen das Zusammenwirken der verschiedenen Sub-Systeme und die zugrunde liegenden Technologien.
- Sie haben einen Überblick über die Multisensornavigation in verschiedenen Anwendungsbereichen (Schifffahrt, Landverkehr, Luftfahrt, Raumfahrt) erhalten.
- Sie verstehen den grundlegenden Designprozess der Satellitenkommunikation und sind in der Lage, solche Systeme zu bemessen.
- Sie haben praktische Erfahrungen in der Satellitenkommunikation durch die Inbetriebnahme einer VSAT Station und von Mobilterminals erworben.
- Die Studierenden kennen die Fähigkeiten und Grenzen sowie die wirtschaftliche Bedeutung der Satellitenkommunikation.
- Sie haben Kenntnisse über die Phänomene, Beobachtung und Vorhersage des Weltraumwetters sowie den Auswirkungen auf Satellitensysteme erworben.

Voraussetzungen

Mathematik, Experimentalphysik, Raumfahrttechnik.

Verwendbarkeit

Erweiterung des Grundwissens für die Gebiete Raumfahrttechnik und Satellitennavigation. Verständnis der Konzepte bei militärischen und zivilen GNSS. Erarbeitung von Spezialwissen für die Vorlesungen in den Schwerpunkten Flugführungssysteme und Autonome Systeme.

Leistungsnachweis

Schriftliche Prüfung 90 Minuten(Hilfsmittel: nicht-programmierbarer Taschenrechner) oder mündliche Prüfung 30 Minuten

Sonstige Bemerkungen

Dieses Modul kann auch als Munich-Aerospace-Partnermodul belegt werden.

Zuordnung zu den Studienschwerpunkten siehe Tabelle am Anfang des Dokumentes.

Literatur

- Kaplan E.D., Hegarty Ch. (Editor): Understanding GPS - Principles and Applications. Boston: Artech House Publishers, 2005.
- Borre K., Akos D.M., Bertelsen N., Rinder P., Jensen, Sören H.: A Software-Defined GPS and GALILEO Receiver. Boston: Birkhäuser, 2007.
- Lawrence A.: Modern Inertial Technology - Navigation, Guidance and Control. Berlin: Springer-Verlag, 1998.
- Titterton D.H., Weston J.L.: Strapdown inertial navigation technology. AIAA, 2005.
- Brown R.G., Hwang P.Y.C.: Introduction to Random Signals and Applied Kalman Filtering. 3rd edition. New York: John Wiley & Sons, 1997.
- Calcutt D., Tetley L.: Satellite Communications: Principles and Applications. London: Edward Arnold Verlag, 1994.
- Roddy D.: Satellite Communications. 2nd Edition. New York: McGraw-Hill, 1995.
- Richararia M.: Satellite Communication Systems: Design Principles. New York: McGraw-Hill, 1995.
- Maral G., Bousquets M.: Satellite Communications Systems, West Sussex: John Wiley & Sons, 1995.
- de Re E., Ruggieri M.: Satellite Communications and Navigation Systems. Springer Science, 2008.
- Dodel H., Eberle S.: Satellitenkommunikation. Berlin: Springer Verlag, 2007.

Dauer und Häufigkeit

Das Modul dauert ein Trimester, es findet im Herbsttrimester des 1. Master-Studienjahres statt.

Modul 1086 Satellitensysteme

zugeordnet zu: Wahlpflichtmodule Vertiefungsrichtung: Moderne Verfahren sicherer Kommunikationssysteme

Studiengang:	Mathematical Engineering	Modultyp:	Pflicht
Workload gesamt (h):	150 Stunden	ECTS-Punkte:	5
-> Präsenzzeit (h):	48 Stunden	TWS:	4 Stunden
-> Selbststudium (h):	102 Stunden		

Modulbestandteile	10861	Satellitensysteme (Vorlesung (PF) - 2 TWS)
	10862	Satellitensysteme (Übung (PF) - 2 TWS)

Modulverantwortlicher Prof. Dr.-Ing. Roger Förstner

Inhalt

In dieser Vorlesung werden die wichtigsten Subsysteme, aus denen ein Satellit aufgebaut ist, vertieft betrachtet. Nach einer Darstellung der verschiedenen Segmente (Boden-, Transfer-, Raumsegment) aus denen eine Raumfahrtmission besteht und deren Verknüpfungen, werden zunächst die wichtigsten technischen Aspekte verschiedener Klassen von Raumfahrtmissionen (Erdbeobachtung, Telekommunikation, Navigation, planetaren und interplanetaren Exploration) und ihr Einfluss auf den Entwurf von Satellitensystemen erarbeitet. Nachfolgend werden die Besonderheiten der Weltraumumgebung dargestellt. Es wird der Einfluss des Vakuums, der kosmischen Strahlung, des Sonnenwindes, der planetaren Atmosphären und Magnetfelder auf Raumfahrzeuge beleuchtet und mögliche designtechnische Lösungen vorgestellt. Es werden dann die wichtigsten Subsysteme von Satelliten im Einzelnen untersucht (Energieversorgung, Lage- und Bahnregelung, Antriebe, Struktur und Mechanismen, Thermalregelung, Datenverarbeitung, Kommunikation). Dabei werden zunächst die theoretischen Grundlagen erarbeitet, dann verschiedene technische Lösungen vorgestellt und abschließend gezeigt, wie eine erste qualitative und quantitative Auslegung des Subsystems vorgenommen werden kann.

Die Gliederung der Vorlesung sieht wie folgt aus:

- 1) Raumfahrtmissionen aus systemtechnischer Sicht
- 2) Einfluss der Weltraumumgebung auf Raumfahrzeuge
- 3) Satellitensubsysteme: Energieversorgung, Antriebssysteme, Lage- und Bahnregelung, Thermalregelung, Datenverarbeitung, Kommunikation, Mechanismen, Konfiguration und Struktur

Qualifikationsziele

Die Studierenden:

- Können die Besonderheiten verschiedener Raumfahrtmissionen aus systemtechnischer Sicht beurteilen.
- Können die Einflüsse der Weltraumumgebung auf das Design von Satellitensystemen einschätzen

- haben ein grundlegendes Verständnis für alle Subsysteme von Satelliten
- können für alle Subsysteme eine erste quantitative Auslegung durchführen

Voraussetzungen

Vorausgesetzt werden allgemeine ingenieurwissenschaftliche Grundlagen (Höhere Mathematik, Experimentalphysik, Technische Mechanik I-II, Strömungsmechanik, Thermodynamik, Allgemeine Elektrotechnik, Werkstoffkunde).

Verwendbarkeit

Voraussetzung für wissenschaftliche Grundlagenuntersuchungen, angewandte Forschung sowie Projektmanagement auf dem Gebiet der Raumfahrt.

Leistungsnachweis

Schriftliche Prüfung 90 Minuten

- 30 Minuten Frageteil: keine Hilfsmittel
- 60 Minuten Aufgabenteil: Skript, Formelsammlung, Taschenrechner

Sonstige Bemerkungen

Zuordnung zu den Studienschwerpunkten siehe Tabelle am Anfang des Dokumentes.

Literatur

- Ley, Wittman, Hallmann: Handbuch der Raumfahrttechnik
- Wertz J.R., Larson W.J.: Space Mission Analysis and Design

Dauer und Häufigkeit

Das Modul dauert ein Trimester, es findet im Wintertrimester des 1. Master-Studienjahres statt.

Modul 1293 Schaltungssimulation

zugeordnet zu: Wahlpflichtmodule Vertiefungsrichtung: Moderne Verfahren sicherer Kommunikationssysteme

Studiengang:	Mathematical Engineering	Modultyp:	Wahlpflicht
Workload gesamt (h):	150 Stunden	ECTS-Punkte:	5
-> Präsenzzeit (h):	60 Stunden	TWS:	5 Stunden
-> Selbststudium (h):	90 Stunden		

Modulbestandteile	12931	Schaltungssimulation (Vorlesung (WP) - 2 TWS)
	12932	Schaltungssimulation (Praktikum (WP) - 3 TWS)

Modulverantwortlicher Dr.-Ing. Roland Pfeiffer

Inhalt

Der Schwerpunkt der Vorlesung und des Praktikums liegt in der Analogtechnik und behandelt die folgenden Themen:

1. Vorlesung:

- mathematische Methoden der Schaltungssimulation unter besonderer

Berücksichtigung des Schaltungssimulator PSPICE

- Erlernen der Grundeigenschaften analoger MOS-Schaltungen, insbesondere

Verstärkerschaltungen

- Numerische Ausdrücke für die Grundeigenschaften, Kenngrößen

- Bandgap-Schaltungen, Mixerschaltungen, Oszillatorschaltungen als Vorbereitung

für die erweiterten Simulationsmöglichkeiten von PSPICE

- Einfluss des Layouts auf analoge Schaltungen, Mismatch, als Vorbereitung auf die

Monte-Carlo-Analyse und Worst-Case-Analyse von PSPICE

- Zukünftige analoge MOS-Schaltungen: Probleme und Lösungen, Pre-Silicon

Modellparameter

2. Praktikum

Intensives Kennenlernen des Schaltungssimulationsprogramms PSPICE

- Von einer Digitalschaltung zur Analogschaltung

- Vom Großsignalschaltbild (Transienten-Analyse) zum Kleinsignalersatzschaltbild (AC-Analyse)

- Versorgung von Analogschaltungen,

- OTA - ein OpAmp für Kondensatorlast

- Miller Operationsverstärker - ein OpAmp für Widerstandslast

- Erstellter OpAmp als Subcircuit

- Überprüfung durch geeignete PSPICE-Simulation der in der Vorlesung aufgestellten

numerischen Ausdrücke

- Weitere Analyse-Arten von PSPICE:

- Temperaturanalyse: Drainstrom, Bandgapschaltung
- Rauschanalyse: Widerstand, MOS-Transistor, MOS-R-Inverterverstärker
- Fourieranalyse: MOS-R-Inverterverstärker, Differenzverstärker, Balancing von Mixerschaltungen
- Monte-Carlo-Analyse, Worst-Case-Analyse am Beispiel MOS-R-Inverterverstärker
- Transfer-Analyse, Sensitivity-Analyse am Beispiel MOS-R-Inverterverstärker
- ABM-Bauelemente (unter anderen Phase-Locked-Loop-Erstellung)
- Oszillator-Schaltungen (Ringoszillator)
- Parameter-Analyse
- Optimizer zur Schaltungs-Optimierung
- Smoke zur Schaltungs-Stress-Analyse
- Transmission Line
- Abändern von Bauteilen
- Sample-and-Hold
- Layouterstellung mit dem Layoutprogramm „Microwind“
- Simulation zukünftiger analoger CMOS-Schaltungen mittels Pre-Silicon MOS Modell-Parameter

Qualifikationsziele

Die Vorlesung gibt einen erweiterten Einblick in die Grundlagen der mathematische Methoden der Schaltungssimulation. Die Studierenden gewinnen zudem durch das Praktikum die Fähigkeit, mit Hilfe eines Simulationsprogramms auch aufwendige Schaltungen durch Simulation zu entwickeln und zu dimensionieren sowie ihre Funktionsfähigkeit zu verifizieren.
Gute Grundlage für Master-Arbeiten im Bereich des Schaltungsentwurfs.

Voraussetzungen

Grundkenntnisse im Bereich der elektronischen Bauelemente

Verwendbarkeit

Wahlpflichtmodul für den Masterstudiengang EIT mit allen Vertiefungsrichtungen,
Wahlpflichtmodul für den Masterstudiengang ME mit allen Vertiefungsrichtungen.

Leistungsnachweis

Vorlesung: Schriftliche Prüfung von 45 Minuten Dauer (sP-45) oder mündliche Prüfung von 15min Dauer (mP-15) am Trimesterende (sP-45 oder mP-15). Die Festlegung der Prüfungsart erfolgt zu Beginn des Moduls. Eine Wiederholungsprüfung wird am Ende des dritten Quartals angeboten. (2 ECTS-LP)

Praktikum: Teilnahmechein. Die regelmäßige Teilnahme an dem Praktikum mit Vor- und Nachbereitung ist für den Erhalt des Teilnahmecheins notwendig. (3 ECTS-LP)

Literatur

- Kurt Hoffmann: "Systemintegration vom Transistor zur großintegrierten Schaltung", ISBN-13: 978-3486578942 Oldenbourg Verlag,
- Behzad Razavi: "Design of Analog CMOS Integrated Circuits", ISBN-13: 978-0071188395 Mcgraw-Hill Higher Education Verlag,
- John Keown: "Orcad Pspice and Circuit Analysis", ISBN-13: 978-0130157959 Prentice-Hall Verlag,
- Oliver Hilbertz, Walter Motsch: "Benutzerunterstützung für das Simulationssystem PSpice (Version 8)", ISBN-13: 978-3826588167 Shaker Verlag,

Dauer und Häufigkeit

Das Modul dauert 1 Trimester.
Das Modul beginnt jedes Studienjahr jeweils im Frühjahrstrimester.
Als Startzeitpunkt ist das Frühjahrstrimester im 1. Studienjahr vorgesehen.

Modul 1087 Sensortechnik

zugeordnet zu: Wahlpflichtmodule Vertiefungsrichtung: Moderne Verfahren sicherer Kommunikationssysteme

Studiengang:	Mathematical Engineering	Modultyp:	Wahlpflicht
Workload gesamt (h):	150 Stunden	ECTS-Punkte:	5
-> Präsenzzeit (h):	48 Stunden	TWS:	4 Stunden
-> Selbststudium (h):	102 Stunden		

Modulbestandteile	10871	Sensortechnik für Autonome Systeme (Vorlesung (PF) - 2 TWS)
	10872	Sensortechnik für Autonome Systeme (Übung (PF) - 2 TWS)

Modulverantwortlicher Prof. Dr.-Ing. Hans-Joachim Wünsche

Inhalt

Die Studierenden erwerben im Modul „Sensortechnik für Autonome Systeme“ einen Überblick zur analogen und digitalen Meßtechnik, sowie detaillierte Einblicke in den Aufbau und die Verwendungsmöglichkeiten von Sensoren und von Sensorplattformen. Zunächst werden einige grundlegende Sensorprinzipien vorgestellt, worauf dann die wesentlichen internen und externen Sensorsysteme behandelt werden. Als Beispiel werden u.a. die im institutseigenen Fahrzeug eingebauten Sensorplattformen (Kamerasystem, LIDAR, Inertialplattform mit Dual GPS, ...) ausführlich erklärt.

Ausgehend von einem Überblick über die Entwicklung und den derzeitigen Stand der Meßtechnik, der Sensortechnik und von Meßplattformen werden die folgenden Themenkreise behandelt:

- Einleitung und kurze Wiederholung von: Wozu benötigen wir Sensoren, Beispiele für Sensoren in Robotern und (autonomen) Fahrzeugen, Einteilung von Sensoren. Statistische Kenngrößen und typische Messfehler einschl. deren mathematischer Beschreibung. Sensormodelle und Sensoreigenschaften.
- Messkette – von der Messgröße zum Messwert im Rechner Signalaufbereitung, Abtastung, Abtasttheorem, Aliasing, Analog-Digital-Wandler, Digitale Signalübertragung, Serielle Bussysteme, Digital-Analog-Wandler
- Grundlegende Sensorprinzipien; Positionssensoren: Grundlegende Sensorprinzipien und -effekte, wie Hall-Sensor, induktiver Sensor, kapazitiver Sensor, magnetoresistiver, piezoelektrischer und piezoresistiver Effekt. Interne Sensoren: Messung von Positionen und Geschwindigkeiten.
- Messung von Beschleunigungen: Verschiedene Prinzipien zur Messung von Beschleunigungen. MEMS Sensoren. Kompass Sensoren. Drehratenmessung: Coriolis Kraft Prinzip und Sagnac Effekt; Kreiselkompass, Vibrationskreisel, MEMS Kreisel, Faserkreisel und Ringlaser.

- Inertiale Messsysteme und inertielle Navigationssysteme: Inertiale Messsysteme (IMU): Plattform und Strap-down Technologie, Gimbal-Lock, typische Fehler. Inertiale Navigationssysteme (INS); Arten der Stützung: Zero Update, Magnetfeld, GNSS (GPS): lose, enge und sehr enge Kopplung. Satelliten-Navigations Systeme wie GPS, Glonass, Galileo.
- Externe Sensoren: Landmarken Navigation: Natürliche und künstliche Landmarken. Leuchttürme, Funkfeuer, VOR und DME. Hyperbelnavigation und coastal Navigation. Kraft-Momenten-Sensor, 3D-Space Mouse, Taktile Sensoren, Näherungssensoren
- Abstandsgebende Sensoren auf Basis Laufzeitmessung: Prinzip der Laufzeitmessung: Ultraschallsensoren, Radar und Lidar
- Bildgebende Sensoren: Video- und Infrarotkameras, HD (hochauflösende) 3D Lidarsysteme, optische time-of-flight Kameras. Grundlagen der Modellierung, Abbildungsgleichungen, homogene Koordinaten.
- Weiterführende Themen: Sensor-Timing, -Synchronisation und -Fusion. Out-of-sequence Messung.

Qualifikationsziele

Die Studierenden

- wissen aus welchen wesentlichen Elementen die Sensoren und Sensor-Plattformen eines autonomes System bestehen,
- verstehen die Funktionsweise der verwendeten Sensorsysteme,
- können die erlernten Kenntnisse im parallel stattfindenden Praktikum „Autonome Systeme“ beim Aufbau eines autonomen Modell-Fahrzeugs anwenden.

Voraussetzungen

Vorausgesetzt werden die im Modul "Messtechnik" vermittelten Kenntnisse, sowie gute Kenntnisse über physikalische Grundgesetze, Digital-Elektronik und Statistik.

Verwendbarkeit

Autonome, kognitive Systeme werden zukünftig immer stärker in unser Leben vordringen. Fahr- und Flugzeuge werden nicht nur im militärischen Bereich um Assistenzsysteme erweitert, die einen zunehmend autonomen Betrieb ermöglichen. Roboter, die ihre Umgebung über einfache Sensoren und bzw. über komplexe Sensorplattformen wahrnehmen und sich in ihr situationsgerecht verhalten, werden nicht nur Soldaten zur Hand gehen, sondern auch in Fabriken sowie im häuslichen Umfeld schwere, monotone, gefährliche oder ermüdende Aufgaben übernehmen.

Leistungsnachweis

Schriftliche Prüfung 75 Minuten oder mündliche Prüfung 30 Minuten

Sonstige Bemerkungen

Dieses Modul kann auch als Munich-Aerospace-Partnermodul belegt werden.

Zuordnung zu den Studienschwerpunkten siehe Tabelle am Anfang des Dokumentes.

Literatur

- Everett H.R.: Sensors for Mobile Robots. Wellesley: Peters, 1995.

Dauer und Häufigkeit

Das Modul dauert ein Trimester, es findet im Herbsttrimester des 1. Master-Studienjahres statt.

Modul 1286 Spezielle messtechnische Probleme

zugeordnet zu: Wahlpflichtmodule Vertiefungsrichtung: Moderne Verfahren sicherer Kommunikationssysteme

Studiengang:	Mathematical Engineering	Modultyp:	Wahlpflicht
Workload gesamt (h):	150 Stunden	ECTS-Punkte:	5
-> Präsenzzeit (h):	60 Stunden	TWS:	5 Stunden
-> Selbststudium (h):	90 Stunden		

Modulbestandteile	12861	Spezielle messtechnische Probleme (Seminar (WP) - 5 TWS)
-------------------	-------	--

Modulverantwortlicher	Prof. Dr. techn. Christian Kargel
-----------------------	-----------------------------------

Inhalt	<p>Das Seminar „Spezielle messtechnische Probleme" vertieft praxisnah das Verständnis für spezielle messtechnische Problemstellungen. Die Studierenden bearbeiten unter Anleitung eine bestimmte vorgegebene oder selbst vorgeschlagene Aufgabenstellung entweder als Einzelperson oder in Kleingruppen. Die Ergebnisse und Lösungen werden in der Seminargruppe vorgetragen und zur Diskussion gestellt</p>
--------	--

Qualifikationsziele	<ul style="list-style-type: none"> • Die Studierenden haben die in anderen Modulen erworbenen Kenntnisse vertieft und für bestimmte messtechnische Aufgabenstellungen praktische Lösungen erarbeitet. • Die Studierenden sind in der Lage, typische in der Praxis auftretende messtechnische Probleme zu analysieren und mithilfe von ingenieurwissenschaftlichem Denken und Handeln zu lösen. • Die Studierenden haben vertiefte Fertigkeiten bei der problemorientierten Auswahl von und dem praktischen Umgang mit Sensoren, Messgeräten, Messverfahren und Mess-Systemen erworben. • Durch die eigene Präsentation einer speziellen messtechnischen Problemstellung und die aktive Teilnahme an Fachdiskussionen zu anderen Themen haben die Studierenden grundlegende Arbeitsweisen zur Aufarbeitung von Fachthemen angewandt und Techniken erworben zur Vorstellung und Diskussion wissenschaftlich-technischer Themen einschließlich der korrekten Verwendung spezifischer Fachbegriffe. Diese Fähigkeiten können auch im Rahmen von studentischen Abschlussarbeiten nutzbringend eingesetzt werden.
---------------------	---

Voraussetzungen	<ul style="list-style-type: none"> • Kenntnisse der Elektrotechnik, Messtechnik, Mathematik und Physik. • Die erfolgreiche Bewältigung des Moduls „Sensorik und Messtechnik" wird als Voraussetzung empfohlen.
-----------------	--

Verwendbarkeit

- Wahlpflichtmodul für alle Studien- und Vertiefungsrichtungen.
 - Das Modul steht in thematischem Zusammenhang mit den Pflichtmodulen
 - o Digitale Bildverarbeitung,
 - o Sensorik und Messtechnik,
- sowie mit den Wahlpflichtfächern
- o Sensorik und Messtechnik, Praktikum
 - o Simulationswerkzeuge in der Sensorik und Messtechnik
 - o Sensornetze und digitale Mess-Systeme,
 - o Multisensorsysteme und Sensornetze.

Leistungsnachweis

- Die Benotung erfolgt anhand der erarbeiteten Lösungen und der eigenen Präsentation. Die Mitarbeit und Involvierung bei den Fachdiskussionen im Rahmen des Oberseminars fließen ebenfalls in die Benotung ein.

Literatur

Je nach Aufgabenstellung unterschiedlich. Wird individuell bekannt gegeben.

Dauer und Häufigkeit

Das Modul dauert ein Trimester.
Das Modul wird im Herbsttrimester und/oder Wintertrimester und/oder Frühjahrstrimester angeboten.
Als Startzeitpunkt ist das Wintertrimester im 1. Studienjahr vorgesehen.

Modul 1088 Statische und dynamische Beanspruchung von Werkstoffen

zugeordnet zu: Wahlpflichtmodule Vertiefungsrichtung: Moderne Verfahren sicherer Kommunikationssysteme

Studiengang:	Mathematical Engineering	Modultyp:	Pflicht
Workload gesamt (h):	150 Stunden	ECTS-Punkte:	5
-> Präsenzzeit (h):	48 Stunden	TWS:	4 Stunden
-> Selbststudium (h):	102 Stunden		

Modulbestandteile	10881	Statische und dynamische Beanspruchung von Werkstoffen (Vorlesung (PF) - 2 TWS)
	10882	Statische und dynamische Beanspruchung von Werkstoffen (Übung (PF) - 2 TWS)

Modulverantwortlicher Prof. Dr.-Ing. habil. Hans-Joachim Gudladt

Inhalt

- Im ersten Abschnitt des Moduls erhalten die Studenten eine grundlegende Einführung in die LEBM. Dabei werden die Grenzen der Anwendbarkeit im Hinblick auf duktil verformbare Werkstoffe wie z.B. Metalle, aufgezeigt. Es werden Kriterien angegeben die es erlauben, technische metallische Werkstoffe mittels der Bruchmechanik z.B. unter Berücksichtigung der Bruchzähigkeit zu qualifizieren. Zum Abschluss des Abschnitts wird das Versagen rissbehafteter Bauteile auf der Grundlage des sogenannten R-Kurvenkonzeptes behandelt. Dieses eröffnet den Studenten die Möglichkeit, sowohl für spröde Werkstoffe, wie Keramiken, als auch für duktile Werkstoffe, wie Metalle, das Materialversagen im Hinblick auf außen anliegende Kräfte und vorgegebene Risslängen für ein Bauteil rechnerisch abzuschätzen.
- Im 2. Abschnitt lernen die Studenten das Materialverhalten unter schwingender Beanspruchung kennen. Man spricht hier von sogenannter Materialermüdung. Dabei wird sowohl dem Aspekt der Gesamtlebensdauer als auch dem der Lebensdauer angerissener Bauteile breiter Raum gewidmet. Letzteres ist im Sinne des Leichtbaukonzeptes für die Bauteilauslegung unerlässlich. Die Studenten lernen dabei, auf der Basis der Bruchmechanik die Rißausbreitung als Funktion der äußeren Beanspruchung zu erfassen und können daraus die Lebensdauer eines Bauteils näherungsweise bestimmen.
- Im letzten Teil der Vorlesung wird auf den Einfluss der Mittelspannung und der Kerbgeometrie im Hinblick auf die Rissausbreitung eingegangen. Darüber hinaus wird das Verhalten der sogenannten kurzen Risse besprochen, die sich der klassischen Bruchmechanik entziehen.

Qualifikationsziele	<ul style="list-style-type: none">• Die Studenten gewinnen einen Einblick in das Materialverhalten von 1- und 2-phasigen Leichtmetallen sowohl unter monotoner als auch unter schwingender Belastung.• Sie lernen, mittels bruchmechanischer Hilfsmittel die Grenzen der Einsetzbarkeit von Werkstoffen zu bewerten.• Darüber hinaus wird ihnen das Handwerkszeug der linearelastischen Bruchmechanik (LEBM) mitgegeben, um die Lebensdauer von vorgeschädigten und rissbehafteten Bauteilen abschätzen zu können.
Voraussetzungen	Bachelor-Studium
Verwendbarkeit	Das erworbene Wissen ist Voraussetzung für die Bewertung vorgeschädigter Bauteile im Hinblick auf ihre weitere Verwendbarkeit. Darüber hinaus lassen sich mit Hilfe der entwickelten Lebensdauerkonzepte metallische Strukturwerkstoffe im Sinne des Leichtbaukonzeptes optimieren.
Leistungsnachweis	Schriftliche Prüfung 75 Minuten oder mündliche Prüfung 30 Minuten
Sonstige Bemerkungen	Dieses Modul kann auch als Munich-Aerospace-Partnermodul belegt werden. Zuordnung zu den Studienschwerpunkten siehe Tabelle am Anfang des Dokumentes.
Literatur	<ul style="list-style-type: none">• Broek D.: Elementary Engineering Fracture Mechanics. 5th rev. ed. Martinus Nijhoff Publishers, 1982.• Schwalbe K.-H.: Bruchmechanik metallischer Werkstoffe. Carl Hanser Verlag, 1980.• Heckel K.: Einführung in die technische Anwendung der Bruchmechanik. Carl Hanser Verlag, 1991.• Suresh S.: Fatigue of materials. Cambridge Solid State Science Series, 1991.
Dauer und Häufigkeit	Das Modul dauert ein Trimester, es findet im Wintertrimester des 1. Master-Studienjahres statt.

Modul 1208 Stochastische Schwingungen in Theorie und Praxis

zugeordnet zu: Wahlpflichtmodule Vertiefungsrichtung: Moderne Verfahren sicherer Kommunikationssysteme

Studiengang:	Mathematical Engineering	Modultyp:	Wahlpflicht
Workload gesamt (h):	90 Stunden	ECTS-Punkte:	3
-> Präsenzzeit (h):	36 Stunden	TWS:	3 Stunden
-> Selbststudium (h):	54 Stunden		

Modulbestandteile	12081	Stochastische Schwingungen in Theorie und Praxis (Vorlesung (PF) - 2 TWS)
	12082	Stochastische Schwingungen in Theorie und Praxis (Übung (PF) - 1 TWS)

Modulverantwortlicher Dr.-Ing. Ottmar Breuer

Inhalt

Die Studierenden erwerben im Modul "Stochastische Schwingungen in Theorie und Praxis" das notwendige Grundwissen zur rechnerischen und messtechnischen Behandlung von realistischen mechanischen Anregungen, wie sie stochastische Schwingungen im Einsatzbereich von Luft- und Raumfahrtgerät aber auch im allgemeinen Fahrzeugbau darstellen.

Im Einzelnen werden folgende Inhalte vermittelt:

- Die Studierenden erhalten einen Überblick über die mechanischen Umweltbedingungen, denen Luft- und Raumfahrzeuge sowie bodengebundene Fahrzeuge im Betrieb ausgesetzt sind sowie eine Einordnung der Bedeutung stochastischer Signale im Mess- und Versuchswesen.
- Die Studierenden werden mit den mathematischen Grundlagen der statistischen Signalanalyse im Zeit- und Frequenzbereich sowie der Klassifizierung von Signaltypen vertraut gemacht. Insbesondere wird die Bedeutung von Signal- und Leistungsspektren zur Beurteilung realistischer Belastungen auf schwingungsfähige Strukturen den Studierenden quantitativ (RMS-Wert) vermittelt.
- Die Studierenden lernen das Antwortverhalten linearer Systeme bei stochastischer Erregung, Lösungsverfahren und wesentliche Unterschiede zu deterministischen Signalen kennen.
- Anhand praktischer messtechnischer Erfassung stochastischer Signale wird den Studierenden das wichtigste Messinstrument (FFT-Analysator), Messfehler und deren Vermeidung bei der digitalen Verarbeitung nähergebracht.
- Die Rolle der stochastischen Signale bei einer experimentellen Systemidentifikation und deren messtechnische Realisierung werden in Theorie und Praxis den Studierenden vermittelt.

Qualifikationsziele

- Die Studierenden verstehen, die Bedeutung der stochastischen Signale im Vergleich zu den deterministischen Signalen im realitäts-

nahen Betrieb von Luft- und Raumfahrzeugen sowie von Fahrzeugsystemen zu erfassen.

- Die Studierenden sind in der Lage, Signaltypen zu klassifizieren und dabei stochastische Signale durch ihre Mittelwerte quantitativ einzuordnen.
- Die Studierenden erwerben die Fähigkeit, die mathematischen Werkzeuge zur Behandlung von Signalen im Zeit- und Frequenzbereich sicher anzuwenden, sowie den Übergang zwischen den Bereichen zu beherrschen.
- Die Studierenden erwerben die Fähigkeit, anhand von Signal- und Leistungsspektren im Versuchswesen Belastungen der zu untersuchenden Struktur wie des Prüfaufbaus (elektrodynamischer Shaker, Hydraulikzylinder) abzuschätzen.
- Die Studierenden werden in die Lage versetzt, die zur Verarbeitung stochastischer Signale notwendige Messtechnik und ihre Fehlerquellen sowie deren Abhilfe zu verstehen.

Voraussetzungen

Vorausgesetzt werden Kenntnisse der Technischen Mechanik und der Strukturmechanik.

Verwendbarkeit

Das Modul erweitert die Schwingungsuntersuchung auf Zufallsschwingungen. Es gibt Einblick in die Methoden der Versuchstechnik der dynamischen Strukturprüfung in der Luft- und Raumfahrt sowie der messtechnischen Verarbeitung stochastischer Signale.

Leistungsnachweis

Mündliche Prüfung 30 Minuten (ohne Hilfsmittel)

Sonstige Bemerkungen

Dieses Modul kann auch als Munich-Aerospace-Partnermodul belegt werden.

Literatur

- Wirsching P. et al.: Random Vibrations. John Wiley&Sons, 1995.
- Böhme J.F.: Stochastische Signale. Teubner Studienbücher, 1998.

Dauer und Häufigkeit

Das Modul dauert ein Trimester, es findet im Wintertrimester des 2. Master-Studienjahres statt.

Modul 1333 Strömungssimulation in Labor und Computer

zugeordnet zu: Wahlpflichtmodule Vertiefungsrichtung: Moderne Verfahren sicherer Kommunikationssysteme

Studiengang:	Mathematical Engineering	Modultyp:	Pflicht
Workload gesamt (h):	150 Stunden	ECTS-Punkte:	5
-> Präsenzzeit (h):	60 Stunden	TWS:	4 Stunden
-> Selbststudium (h):	90 Stunden		

Modulbestandteile	13331	Großes Laborpraktikum Hydromechanik (Praktikum (PF) - 2 TWS)
	13332	Numerische Methoden der Strömungsmechanik (Vorlesung (PF) - 2 TWS)

Modulverantwortlicher Prof. Dr.-Ing. Andreas Malcherek

Inhalt	<p>Laborpraktikum (Dr.-Ing. Kulisch, Prof. Malcherek):</p> <ul style="list-style-type: none"> • Physikalische Eigenschaften von Flüssigkeiten • Hydrostatik • Messungen im physikalischen Modell • Ausfluss aus Öffnungen • Messüberfälle • Wehr, Überfall und Schützströmung • Saugheber • Pelton-Turbine • Pfeilerstau: Geschwindigkeitsverteilung und Sedimenttransport • Geschiebetransport in der Laborrinne • Abflussmessungen im Feld (Hachinger Bach) • Bestimmung der Schiffstabilität und Fahrdynamik • Aufnahme der Sohltopografie durch Echolot und Peilung • ADCP-Einsatz auf dem Boot (Donau) • Entnahme und Analyse von Sedimentproben <p>Numerische Methoden (Prof. Malcherek):</p> <ul style="list-style-type: none"> • Digitale Geländemodelle und Gittergenerierung • Dreidimensionale Strömungsmodelle (DNS, LES, RANS) • Tiefengemittelte Strömungsmodelle • Anfang- und Randbedingungen • Sohlrauheit und Sohlschubspannung • Turbulente Viskosität und Dispersion • Methoden des Postprocessings • Qualitätskriterien für numerische Verfahren • Numerische Diskretisierungsverfahren: FD, FE, FV • Lagrange- und Charakteristikenverfahren
--------	---

Qualifikationsziele In diesem Modul erwirbt man die Qualifikation, komplexe Strömungen, die nicht mehr mit 'Bleistift und Papier' berechenbar sind, entweder

durch Laborexperimente und Naturmessungen oder durch die Computersimulation zu untersuchen.

Voraussetzungen

Vorausgesetzt werden die Kenntnisse aus den Modulen Hydromechanik I - III (oder vergleichbare Kenntnisse).

Leistungsnachweis

Mündliche Prüfung 30 Minuten (mP-30).

Dauer und Häufigkeit

Das Modul dauert 1 Trimester.
Das Modul beginnt jedes Studienjahr jeweils im Wintertrimester.

Modul 1237 Systeme der Leistungselektronik

zugeordnet zu: Wahlpflichtmodule Vertiefungsrichtung: Moderne Verfahren sicherer Kommunikationssysteme

Studiengang:	Mathematical Engineering	Modultyp:	Pflicht
Workload gesamt (h):	180 Stunden	ECTS-Punkte:	6
-> Präsenzzeit (h):	72 Stunden	TWS:	6 Stunden
-> Selbststudium (h):	108 Stunden		

Modulbestandteile	12371	Systeme der Leistungselektronik I (Vorlesung (PF) - 3 TWS)
	12372	Systeme der Leistungselektronik II (Vorlesung (PF) - 3 TWS)

Modulverantwortlicher Prof. Dr.-Ing. Rainer Marquardt

Inhalt

- Anwendungsgebiete und Entwicklungstrends: Grundstrukturen Leistungselektronischer Systeme,
- Ansteuertechnik für Leistungshalbleiter: Anforderungen, Signalübertragungsarten, Energieversorgung, Störbeeinflussung und Zuverlässigkeit, Schaltungstechnik und Realisierung,
- Leistungsteile: Anforderungen, Elektrische Schnittstellen, Komponenten und Modularisierung, Sicherheit und Störfallbehandlung, EMV und Störaussendung, Passive Komponenten,
- Messwertverarbeitung: Anforderungen, Elektrische und nichtelektrische Messgrößen, Arten der Messwerterfassung, Arten der Messwertübertragung, Schnittstellen/Normung, Verfahren zur Störungsminderung,
- Leistungselektronische Systeme für Stromversorgungen,
- Leistungselektronische Systeme für Antriebszwecke,
- Leistungselektronische Systeme für die Energieübertragung und -verteilung.

Qualifikationsziele

- Kenntnisse über Anwendungsbereiche und typ. Eigenschaften leistungselektronischer Systeme,
- Selbständiges Erfassen der typischen Grundstrukturen,
- Selbständiges Erkennen technischer Probleme in Planung und Realisierung,
- Fähigkeiten zur Analyse und grundlegenden Dimensionierung leistungselektronischer Systeme.

Voraussetzungen

- Kenntnisse des Moduls "Grundlagen der Elektrotechnik",
- Kenntnisse der Module "Mathematik A", "Mathematik B" und "Mathematik C",
- Kenntnisse des Moduls "Leistungselektronik".

Verwendbarkeit

- Pflichtmodul in der Vertiefungsrichtung "Energietechnische Systeme" des Studiengangs Elektrotechnik und Informationstechnik (M.Sc.)
- Pflichtmodul in der Vertiefungsrichtung ME-Mechatronik des Studiengangs Mathematical Engineering (M.Sc.)
- Wahlpflichtmodul der Vertiefungsrichtungen "Kommunikationstechnik" und "Sicherheitstechnik" des Studiengangs Elektrotechnik und Informationstechnik (M.Sc.)
- Wahlpflichtmodul der Vertiefungsrichtungen ME-EET, ME-VSK und ME-PTM des Studiengangs Mathematical Engineering (M.Sc.)

Leistungsnachweis

Schriftliche Prüfung von 90min Dauer (sP-90) oder mündliche Prüfung von 30min Dauer (mP-30) am Ende des Moduls. Die genaue Art der Prüfung wird zu Beginn des Moduls bekannt gegeben.

Literatur

- Mohan: "Power Electronics", Wiley Verlag,
- A.Steimel: "Elektrische Triebfahrzeuge und Ihre Energieversorgung", Oldenburg Industrieverlag,
- K.Heumann: "Grundlagen der Leistungselektronik", Teubner Verlag.

Dauer und Häufigkeit

Das Modul dauert 2 Trimester.
Das Modul beginnt jedes Studienjahr jeweils im Herbsttrimester.

Modul 1247 Technologie der Halbleiter und Mikrosysteme

zugeordnet zu: Wahlpflichtmodule Vertiefungsrichtung: Moderne Verfahren sicherer Kommunikationssysteme

Studiengang:	Mathematical Engineering	Modultyp:	Pflicht
Workload gesamt (h):	180 Stunden	ECTS-Punkte:	6
-> Präsenzzeit (h):	72 Stunden	TWS:	6 Stunden
-> Selbststudium (h):	108 Stunden		

Modulbestandteile	12471	Grundlagen der Halbleitertechnologie (Vorlesung (PF) - 2 TWS)
	12472	Grundlagen der Halbleitertechnologie (Übung (PF) - 1 TWS)
	12473	Mikrosystemtechnik (Vorlesung (PF) - 2 TWS)
	12474	Mikrosystemtechnik (Übung (PF) - 1 TWS)

Modulverantwortlicher Prof. Dr.-Ing. Walter Hansch

Inhalt

Mikro-Chips (Integrierte Schaltkreise, ICs) bestimmen heute die Leistungsfähigkeit nahezu aller elektronischen Geräte. Hierbei können die Mikro-Chips entsprechend der geplanten Aufgaben spezielle Funktionen realisieren, wobei in der Kommunikations- und Informationstechnologie vorrangig ICs mit hohen Rechenleistungen oder Speicherkapazitäten notwendig sind. Zur kontinuierlichen Steigerung der Leistungsfähigkeit und auch aus ökonomischen Gründen werden dabei durch ständige Technologieverbesserungen die geometrischen Abmessungen der einzelnen Halbleiterbauteile kontinuierlich verkleinert, diese Entwicklung wird durch das sogenannte „Moore´sche Gesetz“ beschrieben. Die hierzu notwendigen, hochkomplexen, hochreproduzierbaren Technologien mit Nanometer-Präzision können in der Regel nur von wenigen großen Halbleiterfirmen bereit gestellt werden. Kleinere Unternehmen und Forschungsinstitute beliefern den Markt hingegen mit neuen, flexiblen Technologien und „maßgeschneiderten“ Mikrochips, welche unterschiedlichste und komplexe Aufgaben erfüllen können (das sogenannte „More than Moore“). Die hierzu notwendigen technologischen Verfahren basieren zwar auf den Entwicklungen der Großindustrie, stellen jedoch in vielen Details innovative Weiterentwicklungen zur Realisierung funktioneller Komponenten dar, wobei die notwendigen lateralen Abmessungen deutlich entspannter im Mikrometer- oder sogar im Millimeterbereich liegen können. Solche Mikrosysteme bilden auf einem Chip aus verschiedenen Einzelkomponenten ein System, das über Sensorik Informationen aus der Umwelt gewinnt, diese mittels Elektronik verarbeitet, Signale und Daten kommuniziert und aktive Rückmeldung an die Umgebung leisten kann. Die hierzu notwendigen technologischen Prozesse stellen höchste Ansprüche an die Entwicklerteams, die sich auf den Gebieten Mikrosystem- und Nanotechnik, Optik, Fluidik, Biologie, Medizin, Elektronik und kabelloser Kommunikationstechnik bewegen müssen.

- Im Teil 1 des Moduls (Technologie der Halbleiter) werden die jeweils aktuellen Herstellungsverfahren, deren mögliche technologische Weiterentwicklungen sowie deren prognostizierte Grenzen, behandelt. Der Schwerpunkt liegt auf der Diskussion der physikalisch-chemischen Grundlagen der Materialien und Prozesse zur Realisierung hochintegrierter Mikro-Chips.
- Im Teil 2 des Moduls (Mikrosystemtechnik) werden in Erweiterung von Teil 1 die Technologien zur Herstellung von Mikrosystemen behandelt. Schwerpunkt sind die Grundlagen unterschiedlicher Halbleitersensoren, deren mikrotechnische Herstellung, die elektronische Signalgewinnung, die Weiterverarbeitung des Signals durch weitere integrierte Komponenten, die Diskussion von Datenblättern.

Detaillierte Inhalte Teil 1: Geschichte und Märkte der Halbleiterindustrie; Halbleiterphysik: Kristalle, Defekte, Bandstrukturen, Ladungsträger; Herstellung von Siliziumwafern; Reinraumtechnik; Schichtabscheidung (Halbleiter, Isolatoren, Metalle) und Verfahren (Chemical Vapor Deposition, Sputtern), Schichtmodifikation (Dotieren, Implantation), Strukturierung: Lithographie (Deep-UV, EUV) und Geräte, Sub-Wellenlängenverfahren (Phasenschiebermasken, Optical Proximity); Spezialstrukturen (Planarisierung, trench-isolation, Damascene-Metallisierung); Schichtabtragung (Naß- und Trockenätzen, CMP); Gesamtprozesse (Logik, DRAM), Analytik und Prozeßüberwachung, Packaging, Trends und Perspektiven.

Detaillierte Inhalte Teil 2: Materialgrundlagen; Technologie: Silizium, Sonderprozesse für Mikrosysteme, Aufbau- und Verbindungstechnik; Kraftsensoren für Druck, Beschleunigung, : Elastizitätstheorie, piezoresistive, piezoelektrische und kapazitive Sensoren; Kontakttemperatursensoren: Thermiodioden und Thermotransistoren; Strahlungssensoren: Bolometer, Quantensensoren (CCDs), Teilchendetektoren; Magnetfeldsensoren: Hall-Sensoren, Feldplatten, AMR-Sensoren; Feuchtesensoren; Chemosensoren: ChemFETs, Pellistoren; Biosensoren: Enzym-Sensoren, DNS-Sensoren, Immuno-Sensoren, Biomedizinische Sensoren, Sensorimplantate; Smart-Sensors, Sensorsysteme;

Qualifikationsziele

Die Studierenden erhalten einen Überblick zu den technologischen Verfahren zur Herstellung hochintegrierter Halbleiterchips und Sensor-Chips der Mikrosystemtechnik. In Übungen lernen die Studierenden Berechnungen zu Prozeßparametern und Prozeßführungen sowie das Parameterdesign von Halbleitersensoren aufgrund physikalischer, chemischer oder biologischer Grundlagen. Im Vergleich mit Datenblättern kann die Leistungsfähigkeit von Mikrochips beurteilt werden.

Voraussetzungen

- Kenntnisse der Elektrotechnik, Physik und Mathematik aus dem Bachelor-Studiengang

Verwendbarkeit

- Pflichtmodul für die Vertiefungsrichtung Kommunikationstechnik im Studiengang EIT (M.Sc.)
- Wahlpflichtmodul für alle anderen Vertiefungsrichtungen des M.Sc.-Studiengangs EIT
- Pflichtmodul für die Vertiefungsrichtung ME-EET im Studiengang Mathematical Engineering (M.Sc.)

Leistungsnachweis

Leistungsnachweis: Schriftliche Prüfung 90 min oder mündliche Prüfung 30 min am Ende des zweiten Trimesters (sP-90 oder mP-30). Die genaue Prüfungsform wird zu Beginn der Lehrveranstaltung bekanntgegeben.

Literatur

D.Widmann, H.Mader, H. Friedrich: Technologie hochintegrierter Schaltungen; Springer, Berlin (1996),
J.D.Plummer, M.D.Deal, P.B.Griffin: Silicon VLSI Technology, Prentice Hall, 2000
A. Heuberger: "Mikrosystemtechnik", Springer Verlag,
W.Heywang; Sensorik, Springer Verlag, 1993

Dauer und Häufigkeit

- Das Modul dauert 2 Trimester.
- Der Modulteil 1 findet jedes Studienjahr jeweils im Wintertrimester statt, Modulteil 2 im folgenden Herbsttrimester.
- Als Startzeitpunkt ist das Wintertrimester des 1. Studienjahrs vorgesehen.

Modul 1090 Wärme- und Stofftransport

zugeordnet zu: Wahlpflichtmodule Vertiefungsrichtung: Moderne Verfahren sicherer Kommunikationssysteme

Studiengang:	Mathematical Engineering	Modultyp:	Pflicht
Workload gesamt (h):	150 Stunden	ECTS-Punkte:	5
-> Präsenzzeit (h):	60 Stunden	TWS:	5 Stunden
-> Selbststudium (h):	90 Stunden		

Modulbestandteile	10901	Wärme- und Stofftransport (Vorlesung (PF) - 3 TWS)
	10902	Wärme- und Stofftransport (Übung (PF) - 2 TWS)

Modulverantwortlicher Prof. Dr. rer. nat. Michael Pfitzner

Inhalt

Die Studierenden erwerben im Modul „Wärme- und Stofftransport“ vertiefte Kenntnisse über die physikalischen Grundlagen der verschiedenen Arten der Wärmeübertragung und über besondere mathematische Berechnungsmethoden für die Berechnung von Wärmeübergangsaufgaben. Das Modul gliedert sich in folgende Abschnitte:

- Die Studierenden erhalten zunächst eine kurze Wiederholung der Eigenschaften der drei Arten von Wärmeübertragung: Wärmeleitung, konvektiver Wärmeübergang, Strahlung. Es wird eine Übersicht über Anwendungen in der Antriebs- und Raumfahrttechnik gegeben, in denen die Wärme- und Stoffübertragung eine wichtige Rolle spielt.
- Nach einer kurzen Erläuterung der einfachen Berechnungsmethoden für die Wärmeleitung werden die Studierenden mit komplexeren analytischen Berechnungsmethoden vertraut gemacht.
- Mit den Studierenden werden Maßnahmen zur Erhöhung des Wärmeübergangs, insbesondere auch durch Erhöhung der übertragenden Oberfläche, diskutiert.
- Anschließend werden die Kenntnisse der Studierenden in Bezug auf den konvektiven Wärmeübergang vertieft. Es werden die Zusammenhänge des konvektiven Wärmeübergangs mit den Navier-Stokes-Gleichungen (inkl. Energiegleichung) beleuchtet und daraus die Ähnlichkeitstheorie genauer begründet.
- Die in der Strömungsmechanik vermittelten Kenntnisse über die Berechnung von Grenzschichten werden für die Wärmeübertragung verallgemeinert. Es werden sowohl laminare wie turbulente Strömungen diskutiert und es wird der Wärmeübergang bei sehr schneller Überströmung erläutert.
- Beispiele gekoppelter Problemstellungen mit Wärmeleitung, konvektivem Wärmeübergang und Phasenwechsel vertiefen die Fähigkeiten der Studierenden.
- Es werden die Grundgleichungen für einfachen Stofftransport in binären Systemen hergeleitet und die Äquivalenz der Gleichungen mit den Grundgleichungen der Wärmeübertragung für die Wärmeleitung und den konvektiven Wärmeübergang erläutert.

Qualifikationsziele	<ol style="list-style-type: none">1) Die Studierenden kennen die verschiedenen Arten des Wärmeübergangs und ihre Eigenschaften, die Äquivalenz von Wärme- und Stoffübergang und die Bedingungen, unter denen diese Äquivalenz gültig ist.2) Die Studierenden erwerben die Fähigkeit, auch komplexere Wärmeübertragungsprobleme mittels analytischen Methoden zu analysieren und damit numerische Thermalsimulationen zu verifizieren.3) Die Studierenden besitzen ein vertieftes Verständnis der Eigenschaften der Wärmeübertragungsarten und deren physikalischem Hintergrund.4) Die Studierenden erwerben die Fähigkeit, kombinierte Wärme- und Stofftransportproblemstellungen selbstständig unter Verwendung von Standardliteratur zu lösen.
Voraussetzungen	Vorausgesetzt werden die Module „Höhere Mathematik“, „Thermodynamik I/II - Grundlagen der Wärmeübertragung“ sowie „Strömungslehre“. Vorteilhaft sind Kenntnisse der Aerodynamik und Gasdynamik.
Verwendbarkeit	Das Modul vertieft Inhalte des „Grundlagen der Wärmeübertragung“. Es bietet Methoden zur Analyse und Berechnung von anspruchsvollen Problemen des warmen Maschinenbaus an. In der Luft- und Raumfahrttechnik werden die Inhalte für die Entwicklung von Antrieben und von Raumfahrtssystemen benötigt.
Leistungsnachweis	Schriftliche Prüfung 90 Minuten
Sonstige Bemerkungen	Zuordnung zu den Studienschwerpunkten siehe Tabelle am Anfang des Dokumentes.
Dauer und Häufigkeit	Das Modul dauert ein Trimester, es findet im Herbsttrimester des 1. Master-Studienjahres statt.

Modul 1091 Weltraumphysik

zugeordnet zu: Wahlpflichtmodule Vertiefungsrichtung: Moderne Verfahren sicherer Kommunikationssysteme

Studiengang:	Mathematical Engineering	Modultyp:	Pflicht
Workload gesamt (h):	150 Stunden	ECTS-Punkte:	5
-> Präsenzzeit (h):	48 Stunden	TWS:	4 Stunden
-> Selbststudium (h):	102 Stunden		

Modulbestandteile	10911	Weltraumphysik (Vorlesung (PF) - 2 TWS)
	10912	Weltraumphysik (Übung (PF) - 2 TWS)

Modulverantwortlicher Prof. Dr.-Ing. Roger Förstner

Inhalt

Die Studierenden erwerben im Modul Weltraumphysik die für die Auslegung von Raumflugmissionen wichtigen Zusammenhänge unterschiedlicher Zeit- und Koordinatensysteme kennen. Es werden Methoden der Bahnbestimmung (Winkel, Doppler- und Laufzeitverfahren) zur Bestimmung der Bahnelemente vorgestellt. Das Gravitationspotenzial eines ausgedehnten Körpers wird abgeleitet, das Mehrkörperproblem sowie die Grundlagen der Störungstheorie werden am Beispiel erdnaheer und geostationärer Bahnen behandelt; ebenso wichtige Berechnungsmethoden und missionstechnische Konzepte, wie die „Einflusssphäre“, „Patched Conics“ Methode und „Gravity Assist“ Manöver, die beim interplanetaren Bahntransfer Anwendung finden.

Die Vorlesung gliedert sich in:

- Bezugssysteme und Zeitreferenz
- Keplerbahn, Bahnelemente, Bahnübergänge
- Bestimmung von Satellitenbahnen
- Bahnstörungen
- Spezielle Satellitenbahnen
- Interplanetare Bahnen
- Interplanetarer Transfer

Qualifikationsziele

- Die Studierenden können die in der Vorlesung behandelten Themen der Weltraumphysik (Zeit- und Koordinatensysteme, Geopotenzial, Bahnmechanik, Bahnbestimmung, Bahntransfer) zeitgemäß einordnen.
- Die Studierenden lernen Berechnungsverfahren zur Bahnbestimmung im erdnaheer und im interplanetaren Raum anzuwenden und Messverfahren (wie Doppler- und Ranging-Verfahren) zu verstehen.
- Die Studierenden wissen die aus der Störungstheorie folgenden Auswirkungen auf Satellitenbahnen zu berechnen und deren Bedeutung für die Durchführung von Raumfahrtmissionen einzuschätzen.

- Die Studierenden erwerben die Fähigkeit, Berechnungen für Bahntransfer-Manöver im interplanetaren Raum vorzunehmen und dabei das Konzept der Einflussphären anzuwenden.

Voraussetzungen	Vorausgesetzt werden Kenntnisse in Höherer Mathematik sowie in der Regelungstechnik.
-----------------	--

Verwendbarkeit	Voraussetzung für wissenschaftliche Grundlagenuntersuchungen sowie angewandte Forschung und Entwicklung auf dem Gebiet der Dynamik und Lageregelung von Satelliten.
----------------	---

Leistungsnachweis	Schriftliche Prüfung 90 Minuten <ul style="list-style-type: none">• 30 Minuten Frageteil: keine Hilfsmittel• 60 Minuten Aufgabenteil: Skript, Formelsammlung, Taschenrechner
-------------------	---

Sonstige Bemerkungen	Die Vorlesung findet in klassischer Form mittels Beamerpräsentation, mündlichem Vortrag und Tafelanschrieb statt. In den Übungen werden typische Aufgaben interaktiv mit den Studenten durchgearbeitet und gelöst. Zuordnung zu den Studienschwerpunkten siehe Tabelle am Anfang des Dokumentes.
----------------------	--

Literatur	<ul style="list-style-type: none">• Curtis: Orbital Mechanics for Engineering Students• Steiner, Schagerl: Raumflugmechanik• Messerschmid, Fasoulas: Raumfahrtsysteme• Ley, Wittman, Hallmann: Handbuch der Raumfahrttechnik
-----------	---

Dauer und Häufigkeit	Das Modul dauert ein Trimester, es findet im Frühjahrstrimester des 1. Master-Studienjahres statt.
----------------------	--

Modul 1373 Werkstoffe der Elektrotechnik und der Halbleitertechnologie

zugeordnet zu: Wahlpflichtmodule Vertiefungsrichtung: Moderne Verfahren sicherer Kommunikationssysteme

Studiengang:	Mathematical Engineering	Modultyp:	Pflicht
Workload gesamt (h):	210 Stunden	ECTS-Punkte:	7
-> Präsenzzeit (h):	84 Stunden	TWS:	7 Stunden
-> Selbststudium (h):	126 Stunden		

Modulbestandteile	13731	Werkstoffe der Elektrotechnik (Vorlesung (PF) - 3 TWS)
	13732	Praktikum Halbleitertechnik (Praktikum (PF) - 4 TWS)

Modulverantwortlicher Prof. Dr.-Ing. Walter Hansch

Inhalt

Gegenstand der Vorlesung ist die Vermittlung von Grundwissen über den Aufbau von Werkstoffen, beginnend auf atomarer Ebene. Der Zusammenhang zwischen Mikrostruktur und physikalischen Eigenschaften der Materie wird gezeigt. Die mechanischen, elektrischen, optischen, thermischen und chemischen Eigenschaften der verschiedenen Arten von Werkstoffen sowie gängige Prüfverfahren werden vermittelt und durch fachpraktische Anteile wie Experimente und Übungen intensiviert. Des Weiteren erhält der Student /die Studentin einen Überblick sowohl über die Möglichkeiten zur gezielten Beeinflussung von Werkstoffen als auch über die Auswahl von Werkstoffen für verschiedene spezielle Anwendungen. Ein Hauptaugenmerk liegt dabei auf Werkstoffen, die in der Elektrotechnik Anwendung finden.

Im Praktikum werden den Studierenden Kenntnisse über die Laborarbeit unter Reinraumbedingungen vermittelt. Die Prozessierung der unterschiedlichen Werkstoffklassen mit Methoden der Halbleitertechnologie ist genauso Gegenstand des Praktikums wie die Kombination der unterschiedlichen Werkstoffe zu einen funktionsfähigen elektronischen Bauelement. Im Rahmen der einzelnen Teilprozesse wird den Studierenden praktisches Grundwissen über eine Reihe für die Elektrotechnik wichtiger Technologien, wie z.B. Vakuumtechnik, Fotolithografie, nass- und trockenchemische Prozesse, Abscheidung von Dünnschichten etc. vermittelt.

Qualifikationsziele

Der Student / die Studentin erwirbt während der Vorlesung Grundwissen der Werkstoffkunde und -technologie, das in allen Ingenieurwissenschaften breite Anwendung findet. Der Student / die Studentin erhält einen Überblick über typische Werkstoffe, die im Bereich der Elektrotechnik Anwendung finden. Der Student / die Studentin ist nach

Abschluss der Lehrveranstaltung in der Lage, Werkstoffe für spezifische Problemstellungen anhand ihrer Eigenschaften auszuwählen.

Im anschließenden Praktikum arbeiten die Studierenden selbst mit verschiedenen Werkstoffen, die in der Elektrotechnik Anwendung finden. Aus halbleitenden, isolierenden und metallischen Werkstoffen erstellen die Studenten eigenhändig ein Halbleiterbauelement und charakterisieren dieses.

Voraussetzungen	<ul style="list-style-type: none">• Der Stoff des Bachelormoduls Physik wird für Vorlesung und Praktikum vorausgesetzt.• Der Stoff des Pflichtmoduls Halbleitertechnologie wird für das Praktikum vorausgesetzt
-----------------	--

Verwendbarkeit	<ul style="list-style-type: none">• Pflichtmodul für die Vertiefungsrichtung ME-EET im Studiengang Mathematical Engineering (M.Sc.)• Wahlpflichtmodul für die Vertiefungsrichtungen ME-Mechatronik, ME-PTM und ME-VSK des Studiengangs Mathematical Engineering (M.Sc.)• Wahlpflichtmodul für alle Vertiefungsrichtungen des Studiengangs Elektrotechnik und Informationstechnik (M.Sc.) <p>Hinweis : Das Modul ist nur dann verwendbar, wenn keine der zugehörigen Lehrveranstaltungen im Rahmen eines anderen Moduls eingebracht wird!</p>
----------------	---

Leistungsnachweis	<ul style="list-style-type: none">• Nach der Vorlesung eine Prüfung, sP-60 (=40%)• Praktikum NoS: Eingangstest (=10%), Versuchsdurchführung (20%), Ausarbeitung (20%), Abschlussprüfung (10%)
-------------------	--

Literatur	<p>Ivers-Tiffée, v. Münch: Werkstoffe der Elektrotechnik, 10. Auflage, Teubner, 2007</p> <p>G. Fasching: Werkstoffe für die Elektrotechnik: Mikrophysik, Struktur, Eigenschaften, 4. Auflage, Springer, Wien, 2004</p>
-----------	--

Dauer und Häufigkeit	<p>Das Modul dauert 2 Semester.</p> <p>Das Modul findet jedes Studienjahr jeweils im Winter- und Frühjahrssemester statt.</p> <p>Als Startzeitpunkt ist das Wintersemester des 1. Studienjahrs vorgesehen.</p>
----------------------	--

Modul 1097 Master-Arbeit ME

zugeordnet zu: Masterarbeit

Studiengang:	Mathematical Engineering	Modultyp:	Pflicht
Workload gesamt (h):	900 Stunden	ECTS-Punkte:	30
-> Präsenzzeit (h):	0 Stunden	TWS:	0 Stunden
-> Selbststudium (h):	900 Stunden		

Modulbestandteile

Modulverantwortlicher

Modul 1008 Seminar Studium plus, Training *)

zugeordnet zu: Studium plus

Studiengang:	Mathematical Engineering	Modultyp:	Pflicht
Workload gesamt (h):	150 Stunden	ECTS-Punkte:	5
-> Präsenzzeit (h):	72 Stunden	TWS:	6 Stunden
-> Selbststudium (h):	78 Stunden		

Modulbestandteile	10081	Studium plus, Seminar (Seminar (PF) - 3 TWS)
	10082	Studium plus, Training (Training (PF) - 3 TWS)

Modulverantwortlicher Zentralinstitut Studium+

Inhalt

Kurzbeschreibung:

Die Seminare vermitteln Einblicke in aktuelle Themen und neue Wissensgebiete. Sie finden wöchentlich während an einem - mit der jeweiligen Fakultät vereinbarten - Wochentag in den sog. Blockzeiten oder auch am Wochenende statt, wobei den Studierenden die Wahl frei steht.

Die Trainings entsprechen den Trainings für Führungskräfte in modernen Unternehmen und finden immer am Wochenende statt.

Langbeschreibung:

Die studium plus-Seminare bieten Lerninhalte, die Horizont- oder Orientierungswissen vermitteln bzw. die Partizipationsfähigkeit steigern. Sämtliche Inhalte sind auf den Erwerb personaler, sozialer oder methodischer Kompetenzen ausgerichtet. Sie bilden die Persönlichkeit und erhöhen die Beschäftigungsfähigkeit.

Bei der Vermittlung von Horizontwissen werden die Studierenden beispielsweise mit den Grundlagen anderer, fachfremder Wissenschaften vertraut gemacht, sie lernen Denkweisen und "Kulturen" der fachfremden Disziplinen kennen. Bei der Vermittlung von Orientierungswissen steigern die Studierenden ihr Reflexionsniveau, indem sie sich exemplarisch mit gesellschaftsrelevanten Themen auseinandersetzen. Bei der Vermittlung von Partizipationswissen steht der Einblick in verschiedene soziale und politische Prozesse im Vordergrund.

Einen detaillierten Überblick bietet das jeweils gültige Seminarangebot von studium plus, das von Trimester zu Trimester neu erstellt und den Erfordernissen der künftigen Berufswelt sowie der Interessenslage der Studierenden angepasst wird.

Die studium plus-Trainings bieten berufsrelevante und an den Themen der aktuellen Führungskräfteentwicklung von Organisationen und Unternehmen orientierte Lerninhalte.

Einen detaillierten und aktualisierten Überblick bietet das jeweils gültige Trainingsangebot von *studium plus*. Im kommenden Trimester werden unter anderem die Trainings "Kreativitätstechniken", "Führen durch Kommunikation" und "Projektmanagement" angeboten.

Qualifikationsziele

Qualifikationsziele ***studium plus* -Seminare:**

Die Studierenden erwerben personale, soziale oder methodische Kompetenzen, um das Studium als starke, mündige Persönlichkeit zu verlassen. Die *studium plus* -Seminare bereiten die Studierenden dadurch auf ihre Berufs- und Lebenswelt vor und ergänzen die im Studium erworbenen Fachkenntnisse.

Durch die Vermittlung von Horizontwissen wird die eingeschränkte Perspektive des Fachstudiums erweitert. Dadurch lernen die Studierenden, das im Fachstudium erworbene Wissen in einem komplexen Zusammenhang einzuordnen und in Relation zu den anderen Wissenschaften zu sehen.

Durch die exemplarische Auseinandersetzung mit gesellschaftsrelevanten Fragen erwerben die Studierenden die Kompetenz, diese kritisch zu bewerten, sich eine eigene Meinung zu bilden und diese engagiert zu vertreten. Das dabei erworbene Wissen hilft, Antworten auch auf andere gesellschaftsrelevante Fragestellungen zu finden. Durch die Steigerung der Partizipationsfähigkeit wird die mündige Teilhabe an sozialen, kulturellen und politischen Prozessen der modernen Gesellschaft gefördert.

Qualifikationsziele ***studium plus* -Trainings:**

Die Studierenden erwerben personale, soziale und methodische Kompetenzen, um als Führungskräfte auch unter komplexen und teils widersprüchlichen Anforderungen handlungsfähig zu bleiben bzw. um ihre Handlungskompetenz wiederzuerlangen.

Damit ergänzt das Trainingsangebot die im Rahmen des Studiums erworbenen Fachkenntnisse insofern, als diese fachlichen Kenntnisse von den Studierenden in einen berufspraktischen Kontext eingebettet werden können und Möglichkeiten zur Reflexion des eigenen Handelns angeboten werden.

Voraussetzungen

Keine

Verwendbarkeit

Das Modul ist für sämtliche Masterstudiengänge gleichermaßen geeignet.

Leistungsnachweis

Leistungsnachweis ***studium plus* -Seminare :**

- In Seminaren werden Notenscheine erworben.
- Die Leistungsnachweise, durch die der Notenschein erworben werden kann, legt der/die Dozent/in in Absprache mit dem Zentralinstitut *studium plus* vor Beginn des Einschreibeverfahrens für das Seminar fest. Hierbei sind folgende wie auch weitere Formen sowie Mischformen möglich: Klausur, mündliche Prüfung, Hausarbeit,

Referat, Projektbericht, Gruppenarbeit, Mitarbeit im Kurs etc. Bei Mischformen erhält der Studierende verbindliche Angaben darüber, mit welchem prozentualen Anteil die jeweilige Teilleistungen gewichtet werden.

- Der Erwerb des Scheins ist an die regelmäßige Anwesenheit im Seminar gekoppelt.
- Bei der während des Einschreibeverfahrens stattfindenden Auswahl der Seminare durch die Studierenden erhalten diese verbindliche Informationen über die Modalitäten des Scheinerwerbs für jedes angebotene Seminar.

Leistungsnachweis *studium plus* -Trainings:

Die Trainings sind unbenotet, die Zuerkennung der ECTS-Leistungspunkte ist aber an die Teilnahme an der gesamten Trainingszeit gekoppelt.

Dauer und Häufigkeit

Das Modul dauert 2mal 1 Trimester.
Das Modul findet statt im ersten Studienjahr jeweils im Frühjahrstrimester und im Herbsttrimester.
Als Startzeitpunkt ist das Frühjahrstrimester im 1. Studienjahr vorgesehen.

Universität der Bundeswehr München

Erläuterungen

Abkürzungsverzeichnis - Lehrformen

BA	Bachelorarbeit
EX	Exkursion
FS	Fallstudie
IP	Industriepraktikum
KO	Kolloquium
KS	Kolloquium, Seminar
MA	Masterarbeit
PA	Praktikum/Auslandsstudium
PK	Praktikum
PP	Planspiel
PR	Projekt
PS	Studienprojekt/Seminar
SA	Studienarbeit
SB	Seminar und Übung
SC	Summerschool
SE	Seminar
SP	Studienprojekt
SR	Studienprojekt/Vorlesung
SS	Praktikum, Summer School
SU	Seminaristischer Unterricht
SV	Vorlesung, Seminaristischer Unterricht, Seminar
SX	Seminar, Exkursion
SY	Seminar, Übung, Exkursion
SZ	Studienprojekt, Exkursion
TR	Training
UE	Übung
US	Seminar, Studienprojekt, Übung
VE	Vorlesung, Seminaristischer Unterricht, Seminar, Exkursion
VL	Vorlesung
VO	Vorlesung, Seminar, Übung
VP	Vorlesung und Praktikum
VR	Vorlesung, Seminar, Projekt
VS	Vorlesung und Seminar
VU	Veranstaltung, Praktikum, Übung
VÜ	Veranstaltung und Übung
VX	Vorlesung, Seminar, Übung, Exkursion