

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

(PO-Version: 2016)**

Inhaltsverzeichnis

Master of Science - ME 2016	
Pflichtmodule	
1372	Optimierung.....4
1530	Partielle Differentialgleichungen.....6
1534	Product Lifecycle Management.....8
1533	Quantitative Modelle.....10
1531	Simulation.....12
1532	Stochastik.....14
Wahlpflichtmodule IT-Sicherheit und Kommunikationssysteme	
1634	IT-Sicherheit.....16
1244	Kommunikationstechnik II.....19
1289	Nachrichtentheorie und Übertragungssicherheit.....21
1220	Quellencodierung und Kanalcodierung.....25
1243	Signal- und Informationsverarbeitung.....27
1245	Übertragungssysteme der Hochfrequenztechnik, Mobilkommunikation.....30
1635	Wahlpflichtmodul - IT-Sicherheit & Kommunikationssysteme.....33
Wahlpflichtmodule Mechatronik	
1242	Antriebsregelung und Aktorik, EMV in der Energietechnik.....35
1241	Automatisierungstechnik.....38
1240	Messtechnik und Sensorik.....41
1227	Praktikum: Elektrische Maschinen.....43
1237	Systeme der Leistungselektronik.....45
1364	Technische Mechanik I und II für ME.....47
1535	Wahlpflichtmodul - Mechatronik.....50
Wahlpflichtmodule Modellierung und Simulation Bauwesen	
1468	Bauen im Einsatz und Sicherheit der baulichen Infrastruktur.....51
1312	Konstruktiver Ingenieurbau V.....53
1313	Konstruktiver Ingenieurbau VI.....55
1334	Kontinuumsmechanik und Werkstoffmodelle.....57
1314	Nichtlineare Statik.....59
1544	Projektarbeit (ME MSB).....61
1343	Schalentragwerke.....62
1333	Strömungssimulation in Labor und Computer.....64
1538	Wahlpflichtmodul - Modellierung und Simulation im Bauwesen.....66
Wahlpflichtmodule Modellierung luft- und raumfahrttechnischer Systeme	
1048	Aerothermodynamik.....67
1053	Computational Fluid Dynamics.....69
1067	Höhere Technische Mechanik.....71
1545	Projektarbeit (ME-MLRTS).....73

Universität der Bundeswehr München

1089	Strukturdynamik.....	74
1537	Wahlpflichtmodul - Modellierung luft- und raumfahrttechnischer Systeme.....	76
1090	Wärme- und Stofftransport.....	77
	Master-Arbeit	
1097	Master-Arbeit ME.....	79
	Verpflichtendes Begleitstudium studium plus	
1008	Seminar Studium plus, Training *).....	80
Erläuterungen	83

Modul 1372 Optimierung

zugeordnet zu: Pflichtmodule

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 • Unrestringierte Optimierung <ul style="list-style-type: none"> - notwendige und hinreichende Optimalitätsbedingungen - global konvergente Abstiegsverfahren (z.B. Gradientenverfahren, Trust-Region-Verfahren) - lokal schnell konvergente Verfahren (z.B. Newton- und Quasi-Newton-Verfahren) • Restringierte Optimierung <ul style="list-style-type: none"> - notwendige und hinreichende Optimalitätsbedingungen - numerische Verfahren (z.B. SQP-Verfahren, Penalty-Verfahren) • Ausgewählte Kapitel (z.B. lineare Optimierung, konvexe Optimierung, parametrische 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
-----------------	---------------------------

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

Gerds, 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 und beginnt im Frühjahrstrimester des 1. Masterjahres.

Modul 1530 Partielle Differentialgleichungen

zugeordnet zu: Pflichtmodule

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

Modulverantwortlicher Prof. Dr. rer. nat. habil. Thomas Apel

Inhalt

Behandelt werden Lösungseigenschaften, analytische Methoden und numerische Verfahren (insbesondere Finite Differenzen, Finite Volumen sowie Finite Elemente) für Anfangs- bzw. Randwertprobleme für

- elliptische partielle Differentialgleichungen,
- parabolische partielle Differentialgleichungen,
- hyperbolische partielle Differentialgleichungen.

Qualifikationsziele

Viele naturwissenschaftliche Vorgänge können durch Anwendung der Erhaltungssätze der Physik modelliert und erklärt werden, zum Beispiel die Dynamik von Bauwerken und Robotern, die Ausbreitung von Wärme in Turbinen und Triebwerken, das Verhalten elektrischer Netzwerke und die Verwirbelungen von Luft bei der Durchfahrt von Zügen durch ein Tunnel. In der Sprache der Mathematik entstehen aus der Anwendung von Erhaltungssätzen der Physik im Allgemeinen Differentialgleichungen. Diese Differentialgleichungen können nach Bauart und Komplexität sehr unterschiedlich sein.

In diesem Modul lernen die Studierenden, partielle Differentialgleichungen nach verschiedenen Gesichtspunkten zu klassifizieren und daraus Lösungseigenschaften abzuleiten. Für einfache Aufgaben werden die Studierenden in die Lage versetzt, Lösungsdarstellungen anzugeben.

Komplizierte Aufgaben können nicht analytisch gelöst werden, dazu benötigt man numerische Methoden. Die Studierenden sollen Algorithmen für die numerische Lösung von Differentialgleichungen kennen lernen und in die Lage versetzt werden, diese zu analysieren und Zusammenhänge zu erkennen.

Die eigenverantwortliche Umsetzung der Algorithmen auf dem Rechner dient zunächst der Übung im Programmieren und der kritischen Analyse des eigenen Programms. Der eigentliche Zweck der Programme ist aber das Spielen mit Parametern, wodurch Einsichten in das Verhalten der Algorithmen und die Kondition der Probleme erzielt werden.

Das Modul soll bei den Studierenden Begeisterung für das Fach wecken, die analytischen Fähigkeiten verbessern, das logische und unabhängige Denken schulen. Durch das selbständige Programmieren und Austesten der Algorithmen wird die praktische Handlungsfähigkeit sowie die Kritikfähigkeit verbessert.

Das Modul ergänzt das Modul Differentialgleichungen aus dem Bachelor ME.

Voraussetzungen	Kenntnisse aus der Analysis (Funktionenreihen, Differentialrechnung von Funktionen einer und mehrerer Veränderlicher), aus der Funktionalanalysis, aus der Linearen Algebra und der Numerischen Mathematik; grundlegende Kenntnisse zu gewöhnlichen und partiellen Differentialgleichungen, wie sie im Modul Differentialgleichungen im Bachelor ME vermittelt werden; Fähigkeiten im Programmieren numerischer Algorithmen.
Verwendbarkeit	Pflichtmodul im Master-Studiengang ME; Kenntnisse anwendbar in allen Modulen, in denen physikalische Vorgänge durch partielle Differentialgleichungen beschrieben werden, wie Festkörpermechanik, Strömungsmechanik und Elektrodynamik
Leistungsnachweis	Schriftliche Prüfung 90 Minuten oder mündliche Prüfung 30 Minuten
Literatur	- Larsson, St.; Thomée, V.: Partielle Differentialgleichungen und numerische Methoden. Springer, Berlin, 2005 - Tveito A., Winther R.: Einführung in partielle Differentialgleichungen, Springer, Berlin, 2002 - Großmann, Chr.; Roos, H.-G.: Numerik partieller Differentialgleichungen. Teubner, Stuttgart, 2006
Dauer und Häufigkeit	Das Modul dauert ein Trimester. Das Modul beginnt jedes Studienjahr im Wintertrimester.

Modul 1534 Product Lifecycle Management

zugeordnet zu: Pflichtmodule

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	15341	Integrierte Anwendungssysteme im Product Lifecycle Management (Vorlesung (PF) - 3 TWS)
	15342	Integrierte Anwendungssysteme im Product Lifecycle Management (Übung (PF) - 2 TWS)

Modulverantwortlicher Prof. Dr.-Ing. Andreas Karcher

Inhalt

Im Modul Product Lifecycle Management stehen industrielle, produktzentrierte Wertschöpfungsketten im Mittelpunkt der Betrachtung. Die rechnerbasierte Entwicklung und Verwaltung von komplexen Produkten und Systemen gehört bereits seit den Anfängen der Informatik zu deren wichtigsten Anwendungsfeldern. Wo der Rechner im Kontext des so genannten Computer Aided Design (CAD) ursprünglich das Zeichenbrett der Ingenieure ablöste und damit die Digitalisierung des kompletten Produktentwicklungsprozesses initiierte, gilt es heute mit Verfahren und Methoden der (Wirtschafts-) Informatik integrierte Anwendungssysteme zu konzipieren, zu entwickeln und an die sich permanent ändernden Randbedingungen von produzierenden Unternehmen anzupassen.

Das Aufgabenspektrum reicht dabei von der ersten Produktidee über die Gestaltung, die Produktion, den Vertrieb bis hinein in die Betriebs- und Wartungsphase der Produkte und Systeme - das so genannte Product Lifecycle Management (PLM). Die enorme Komplexität, die mit der Bereitstellung aller Daten und Dokumente in zunehmend verteilten und unternehmensübergreifenden PLM-Prozessen verbunden ist, ist ohne entsprechend integrierte Anwendungssystemlandschaft nicht mehr beherrschbar.

Das Modul vermittelt hier den Studierenden einen fundierten Einblick in die Anwendungssysteme des Product Lifecycle Managements. Dabei erfolgt zunächst eine allgemeine Einführung in die Anforderungen und die entsprechenden PLM-Wertschöpfungsketten. Darauf aufsetzend wird dann im zweiten Teil die Architektur und Schnittstellenproblematik typischer verteilter PLM-Anwendungssysteme vertieft und an Praxisbeispielen verdeutlicht.

Abschließend wird die Thematik der systematischen, unternehmensspezifischen Spezifikation, Ersterstellung und Anpassung (Customizing) von am Markt verfügbaren PLM-Anwendungssystemen auf der Basis von Standards und Referenzmodellen verankert.

Einblicke in konkrete Fallbeispiele und Industrieprojekte runden das Modul ab.

Qualifikationsziele

Das Modul bietet einen theoretisch fundierten und gleichzeitig praxisnahen Einblick in komplexe Einsatzfelder von Anwendungssystemen in produktzentrierten Wertschöpfungsketten. Die Teilnehmer erwerben die Fähigkeiten und Kenntnisse, die zur systematischen und modellbasierten Spezifikation, Entwicklung, Einführung und Anpassung integrierter Anwendungssysteme erforderlich sind. Dazu gehören das Grundverständnis der domänenspezifischen Anforderungen sowie allgemeine Grundlagen über Aufbau und Funktion der eingesetzten Standardsysteme. Den Überbau bilden die zu vermittelnden Kenntnisse und Fähigkeiten bezogen auf Modellbildung, Vorgehenssystematik, Referenzmodelle und Standards.

Verwendbarkeit

Durch die Behandlung unternehmensbezogener Problemfelder und praxisorientierter Beispiele bereitet das Modul auf die industrielle Praxis vor.

Leistungsnachweis

Schriftliche Prüfung von 60 Minuten Dauer oder mündliche Prüfung von 30 Minuten Dauer oder leistungsbezogener Notenschein. Die Art der Prüfung wird jeweils zu Beginn des Moduls bekannt gegeben.

Dauer und Häufigkeit

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

Modul 1533 Quantitative Modelle

zugeordnet zu: Pflichtmodule

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	15331	Quantitative Modelle (Vorlesung, Übung (PF) - 5 TWS)
-------------------	-------	---

Modulverantwortlicher	Prof. Dr.-Ing. Markus Siegle
-----------------------	------------------------------

Inhalt	<p>Neben der Frage, ob ein modernes IKT-System seine funktionalen Anforderungen korrekt und vollständig erfüllt, spielt die Frage nach der Leistungsfähigkeit und Zuverlässigkeit des Systems eine zentrale Rolle. Modelle mit stochastischem Charakter sind ein wichtiges Hilfsmittel für die Leistungs- und Zuverlässigkeitsbewertung von Systemen. In diesem Modul werden die Grundlagen solcher Modelle und ihrer quantitativen Analyse behandelt. Einfache stochastische Prozesse, insbesondere Markov-Prozesse mit diskretem oder stetigem Zeitparameter werden eingeführt. Dann werden wichtige Leistungs- und Zuverlässigkeitskenngrößen definiert und bestimmt. Grundlegende Gesetzmäßigkeiten, wie das Gesetz von Little, werden erläutert. Es werden unterschiedliche Typen von Bediensystemen betrachtet, und schließlich verschiedene Verfahren für die Analyse von Warteschlangennetzen und die numerische Analyse von Markovketten vorgestellt.</p>
--------	--

Qualifikationsziele	<p>Die Studierenden lernen, ein existierendes oder geplantes reales System auf ein Modell abzubilden und anhand des Modells Aussagen über die zu erwartende Leistungsfähigkeit und/oder Zuverlässigkeit zu machen. Sie werden in die Lage versetzt, die Zusammenhänge zwischen den diversen Parametern eines Systems und den zu erwartenden Leistungs- und Zuverlässigkeitskenngrößen zu verstehen. Die Studierenden sollten nach erfolgreicher Teilnahme an diesem Modul in der Lage sein, (Rechner-)Systeme performanter und verlässlicher zu entwerfen, bzw. existierende Systeme bezüglich Performance und Verlässlichkeit zu bewerten.</p>
---------------------	---

Voraussetzungen	<p>Wahrscheinlichkeitsrechnung auf Bachelor-Niveau wird vorausgesetzt. Voraussetzung ist ferner eine Vertrautheit mit dem grundlegenden Aufbau von technischen Systemen, insbesondere von IKT-Systemen.</p>
-----------------	---

Verwendbarkeit	<p>Angesichts der hohen Leistungs- und Zuverlässigkeitsanforderungen an IT-basierte Systeme in den unterschiedlichsten Anwendungsbe-</p>
----------------	--

reichen (z.B. verteilte eingebettete Systeme, Prozesssteuerungen, sicherheitskritische Systeme, Workflow-Systeme oder paralleles wissenschaftliches Rechnen) bilden die erworbenen Kenntnisse einen wichtigen Bestandteil der Ausbildung von Informatikern, Ingenieuren und angewandten Mathematikern.

Leistungsnachweis

Schriftliche Prüfung über 60 min oder mündliche Prüfung über 30 min oder Notenschein. Voraussetzung für die Teilnahme an der Prüfung ist die erfolgreiche Bearbeitung von Aufgaben während der Übungen und zu Hause. Der Prüfungsmodus und die Details zur Aufgabenbearbeitung werden zu Beginn des Moduls bekannt gegeben.

Dauer und Häufigkeit

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

Modul 1531 Simulation

zugeordnet zu: Pflichtmodule

Studiengang:	Mathematical Engineering	Modultyp:	Pflicht
Workload gesamt (h):	180 Stunden	ECTS-Punkte:	6
-> Präsenzzeit (h):	60 Stunden	TWS:	5 Stunden
-> Selbststudium (h):	120 Stunden		

Modulbestandteile	15311	Simulation (Vorlesung, Übung (PF) - 3 TWS)
	15312	Praktikum Modellbildung und Simulation (klein) (Praktikum (PF) - 2 TWS)

Modulverantwortlicher Prof. Dr. Oliver Rose

Inhalt

Im Rahmen dieses Moduls werden die Studierenden zunächst anhand von Beispielen in die unterschiedlichen Einsatz- und Anwendungsbereiche der rechnergestützten Simulation eingeführt. Sie sollen dabei die unterschiedlichen, bei Entwurf und Implementierung eines Simulationsmodells zu berücksichtigenden Einfluß-, Steuer- und Ausgabeparameter kennenlernen. Im Mittelpunkt dieser Einführung werden des weiteren Klassifikationen von Anwendungsbereichen und Techniken der rechnergestützten Simulation stehen, mit dem Schwerpunkt auf der diskreten Simulation. Die Studierenden werden danach unterschiedliche Prinzipien von Ablaufsteuerungen, Zufallszahlenerzeugung, Datenerhebung und -auswertung sowie Möglichkeiten und Problematik der Modell-Verifikation und -Validierung kennenlernen. Außerdem werden Chancen, Risiken und Vorgehensweisen von Modellentwurfsprozessen, einer komponentenbasierten Modellentwicklung sowie paralleler und verteilter Simulationsanwendung behandelt. Es wird der Einsatz von Modellierungsmethoden und Techniken rechnergestützter Simulation unter besonderen Randbedingungen bzw. für spezielle Verwendungszwecke behandelt. Dabei handelt es sich einmal um:

- Maßnahmen zur Sicherstellung der Gültigkeit und Qualität von Modellen und deren Ergebnissen hinsichtlich eines bestimmten Verwendungszwecks (Verifikation und Validierung von Modellen),
- Techniken zur Kopplung von Modellkomponenten oder Modellen, sowie deren verteilte oder parallele Ausführung auf mehreren Prozessoren oder Rechnern aus Gründen der Erhöhung der Leistungsfähigkeit oder auch der Zuverlässigkeit (Parallele und verteilte Simulation),
- Vorgehensweisen und Methoden zum Einsatz von Simulation als ein Hilfsmittel zu Entscheidungsfindungen, welche meist unter Realzeitbedingungen zu erfolgen haben und zu verlässlichen Ergebnissen führen müssen.

Qualifikationsziele

Ziel der Lehrveranstaltungen dieses Moduls ist es, die Studierenden mit speziellen Techniken der Modellentwicklung und rechnergestützter Simulation vertraut zu machen. Insbesondere sollen sie Studierenden

den dabei lernen, wie Qualität, Zuverlässigkeit und Leistungsfähigkeit komplexer Simulationsmodelle durch Auswahl entsprechender Entwurfs- und Testmethoden gewährleistet werden können.

Voraussetzungen

Grundlegende Kenntnisse zu Wahrscheinlichkeitstheorie und Statistik.

Verwendbarkeit

Die Teilnahme an den Lehrveranstaltungen dieses Wahlpflichtmoduls ermöglicht den Studierenden die Übernahme einer Master-Arbeit auf dem Gebiet der Modellbildung und Simulation. Da außerdem in nahezu allen Disziplinen zunehmend rechnergestützte Simulation als Hilfsmittel für Analysen und bewertende Untersuchungen eingesetzt wird, erleichtert es den Studierenden bei Auswahl dieses Moduls Einschätzung des Potentials von Simulation und deren Anwendungen in vielen Fachgebieten.

Leistungsnachweis

Notenschein: mündliche Prüfung zur Vorlesung und schriftliche Ausarbeitung mit Präsentation für das Praktikum

Dauer und Häufigkeit

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

Modul 1532 Stochastik

zugeordnet zu: Pflichtmodule

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

Modulverantwortlicher: Prof. Dr. rer. nat. Dr.-Ing. Stefan Schäffler

Inhalt

A. Wahrscheinlichkeitsrechnung
 Zufallsexperimente und Wahrscheinlichkeitsräume;
 Zufallsvariablen und ihre Verteilung, Wahrscheinlichkeitsfunktion,
 Dichte;
 Verteilungs- und Quantilfunktion, Quantiltransformation;
 bedingte Wahrscheinlichkeit und Unabhängigkeit;
 der Erwartungswert reeller Zufallsvariablen;
 Varianz, Kovarianz(matrix), Korrelation;
 Standardmodelle: Binomial- und Multinomialverteilung, ein- und mehr-
 dimensionale Normalverteilung, Gamma-, Chiquadrat-, Beta-, F- und
 t-Verteilung;
 Konvergenzbegriffe: Konvergenz fast überall, stochastische, L^2 - und
 schwache Konvergenz;
 Gesetze der großen Zahlen und zentraler Grenzwertsatz.

B. Statistik
 der statistische Raum;
 Stichproben und Stichprobenfunktionen: Stichprobenmittel, Stichpro-
 benvarianz, empirische Verteilungsfunktion, Ordnungs- und Rangstati-
 stiken, Stichprobenquantile;
 Satz von Glivenko-Cantelli und Satz von Student;
 Schätzfunktionen: Erwartungstreue, Effizienz;
 Maximum-Likelihood-Schätzung;
 Informationsungleichung und Höchsteffizienz;
 Konsistenz von Schätzfunktionen;
 Konfidenzbereiche, insbesondere für Binomial- und Gaußmodelle;
 Tests: Gütefunktion, Irrtumsniveau, p-Wert;
 Binomial-, Gauß-, t-Tests, Chiquadrat-Tests, Zwei-Stichproben-t-
 Tests;
 Anpassungs- und Unabhängigkeitstests;
 lineare Regression.

Voraussetzungen: Analysis einer und mehrerer Variablen, Lineare Algebra

Leistungsnachweis: schriftliche Prüfung von 90 min oder mündliche Prüfung von 30 min

Literatur

- L.Wasserman, All of Statistics, Springer.
- O. Georgii, Stochastik, de Gruyter.

Dauer und Häufigkeit

Das Modul dauert ein Trimester und wird im ersten Fachtrimester (Wintertrimester) angeboten.

Modul 1634 IT-Sicherheit

zugeordnet zu: Wahlpflichtmodule IT-Sicherheit und Kommunikationssysteme

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

Modulbestandteile	10101	Ausgewählte Kapitel der IT-Sicherheit (Vorlesung, Übung (PF) - 3 TWS)
	10103	Praktikum Netzsicherheit (Praktikum (PF) - 3 TWS)
	11432	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. Die Lehrveranstaltung 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)

In der Vorlesung Ausgewählte Kapitel der IT-Sicherheit erhalten Studierende einen vertiefenden Einblick in ausgewählte Fragestellungen der IT-Sicherheit. Zunächst erfolgt eine Betrachtung verschiedener Paradigmen der IT-Sicherheit. Hierbei wird insbesondere die unterschiedliche Betrachtung von Sicherheit durch geschlossene vs. offener Systeme vorgestellt (security by obscurity) sowie Vor- und Nachteile abgewägt. Im weiteren Verlauf gehen moderne Angriffsverfahren auf die Entwicklung und Durchführung heutiger Angriffe ein und leiten Konsequenzen für die Gewährleistung der IT-Sicherheit ab. Hierbei werden sowohl die Rolle der Software in Form von Angriffen auf Software und -implementierungen, als auch die Bedeutung der Hardware-sicherheit im Angriffskontext vorgestellt. In diesem Rahmen erfolgt sowohl eine Betrachtung des Herstellungsprozesses moderner Hardwarekomponenten als auch eine Vorstellung beispielhafter Hardware-schwachstellen und -backdoors. Die Bedeutung des breitbandigen Einsatzes von commercial of the shelf (COTS)-Produkten für die IT-Sicherheit sowie die rasante und alle Bereiche umfassende Compu-

terisierung wird behandelt und mit Hinblick auf die Voraussetzungen und Entwicklung, den Einsatz sowie der Bedeutung von Cyber-Waffen bewertet. Die Möglichkeiten, auch Hochsicherheits- und Offline-Netze zu infiltrieren wird anhand aktueller Beispiele der Praxis demonstriert, wobei insbesondere auch nicht-technische Aspekte der IT-Sicherheit untersucht werden.

Schwerpunkt im Praktikum Netzsicherheit ist die selbstständige Durchführung von praktischen Aufgaben zu aktuellen Themen und Fragestellungen der Absicherung von IT-Systemen. Zu Beginn werden einfache Angriffe auf den Ebenen 2 bis 4 sowie 7 des ISO/OSI-Referenzmodells vorgestellt, bspw. durch die Manipulation von ARP oder Subnetting oder Angriffe gegen Webseiten auf Applikationsebene (z.B. XSS) betrachtet. Entsprechende Gegenmaßnahmen werden untersucht und integriert (z.B. Einrichtung und Betrieb einer Firewall, Absicherung von Webservern, Aufbau und Betrieb von Tunneln). Darauf aufbauend werden weitere, aktuelle Angriffsverfahren behandelt, bspw. Bot-Netz-Attacken oder spezialisierte Angriffe wie z.B. zielgerichtete Angriffe. Hierzu werden ebenfalls geeignete Gegenmaßnahmen entwickelt und praktisch implementiert (z.B. Intrusion Detection/Prevention Systeme, low/high interaction Honeybots/Honeynets).

Qualifikationsziele

Die Studierenden erwerben in der Lehrveranstaltung Sicherheit in der Informationstechnik 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.

In der Vorlesung Ausgewählte Kapitel der IT-Sicherheit erhalten die Studierenden einen vertiefenden Einblick in verschiedene Aspekte der IT-Sicherheit mit hoher, praktischer Relevanz. Durch die ausgewählten Bereiche sind sie nach der Vorlesung in der Lage, die Bedeutung und Zusammenhänge verschiedener Einflussfaktoren auf die IT-Sicherheit zu verstehen und darauf basierend ganzheitliche Betrachtungen und Bewertungen der IT-Sicherheit moderner Systeme und Strukturen vorzunehmen und darüberhinaus die besondere Bedeutung externer und nicht-technischer Faktoren zu erkennen und zu berücksichtigen.

Nach dem Praktikum Netzsicherheit sind die Studierenden in der Lage, Maßnahmen zur Abwehr von gängigen Bedrohungen und zur Absicherung von IT-Systemen zu implementieren und deren Wirksamkeit zu verifizieren. Durch die eigenständige Bearbeitung von angeleiteten, praktischen Aufgaben vertiefen und festigen die Studierenden ihre Kenntnisse im Bereich Cyber Defence.

Voraussetzungen

Grundlegende Kenntnisse zu Rechnernetzen, wie sie z.B. in der Bachelor-Lehrveranstaltung Einführung in Rechnernetze vermittelt werden.

Leistungsnachweis

Leistungsnachweis für das Gesamtmodul ist ein Notenschein, der sich aus verschiedenen Einzelleistungen in den Teilveranstaltungen zusammensetzt. Die geforderten Einzelleistungen werden in den einzelnen Veranstaltungen separat bekannt gegeben.

Dauer und Häufigkeit

Die Vorlesung Sicherheit in der Informationstechnik wird jeweils im WT angeboten.
Die Vorlesung Ausgewählte Kapitel der IT-Sicherheit wird jeweils im HT angeboten.

Modul 1244 Kommunikationstechnik II

zugeordnet zu: Wahlpflichtmodule IT-Sicherheit und 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: Wahlpflichtmodule IT-Sicherheit und 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): 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. Hierbei 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: Wahlpflichtmodule IT-Sicherheit und 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 Prof. Dr.-Ing. Andreas Knopp

Inhalt	<ul style="list-style-type: none"> • Kurzeinführung in die Informationstheorie • Quellencodierungstheorem • Grundlegende Quellencodierverfahren: Huffman code, Shannon-Fano Algorithmus, Lempel-Ziv Algorithmus • Kanalcodierungstheorem • Kanalkapazität verschiedener Übertragungskanäle • Prinzip der Kanalcodierung • Prinzip der Maximum-Likelihood und Maximum-A-Posteriori Decodierung • Soft-in soft-out Decodierung • Lineare Blockcodes • Analytische und simulative Bestimmung der Fehlerwahrscheinlichkeit von Blockcodes • Low Density Parity Check (LDPC) Codes: <ul style="list-style-type: none"> # Tanner Graphen # Message Passing Decodierung • Faltungscodes und Viterbi-Decodierung • Verkettete Codes und iterative Decodierung: <ul style="list-style-type: none"> # Parallel und seriell verkettete Codes, Turbo-Codes # Turbo-Decodierung # Beurteilung und Konstruktion von Codes mithilfe von EXIT Charts (Grundlagen) # MAP Decodierung mit dem BCJR Algorithmus (Grundlagen) • Anwendungen von Quellencodierung und Kanalcodierung in kommerziellen Systemen (u.a. CD, DVD, Funkkommunikation)
--------	---

Qualifikationsziele	<ul style="list-style-type: none"> • Grundkenntnisse der Quellencodierung und beispielhafte Quellencodierverfahren • Grundkenntnisse der informationstheoretischen Grundlagen der Kanalcodierung • Kenntnisse grundlegender Codierverfahren und ihrer Decodierung • Kenntnisse zur analytischen Untersuchung von Codierverfahren
---------------------	--

- Verständnis des Turbo-Prinzips zur iterativen Decodierung und Verständnis der Anwendung dieses Prinzips bei anderen Detektionsproblemen
- Kenntnis von Codierungsverfahren in kommerziellen Systemen
- Verständnis der praktischen Probleme bei der Implementierung von Codierungsverfahren in kommerziellen Systemen
- Fähigkeit zur Abgrenzung von Quellen- und Kanalcodierung nach Zweck, Wirkungsweise und Einsatzgebieten

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-Mechatronik 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 1243 Signal- und Informationsverarbeitung

zugeordnet zu: Wahlpflichtmodule IT-Sicherheit und 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 Prof. Dr.-Ing. Andreas Knopp

Inhalt

Modulteil Signalverarbeitung:

- Charakterisierung von Signalen:
 - # Analoge und digitale Signale
 - # 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
- Parametrische und nicht parametrische Schätzung von weiteren Signalkenngrößen am Beispiel der Einfallswinkelschätzung mit Antennen-Arrays
- Higher-Order-Statistics (HOS) Schätzung von Modulationsart und Signal-Rausch-Abstand

- Beurteilung der Schätzgüte mithilfe der Cramer-Rao-Bound
- Grundlagen der Sprach- und Bildverarbeitung

Qualifikationsziele

- 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
- Verständnis für die Anwendungsbreite von Schätzverfahren über die Zeit- und Frequenzbereichsschätzung hinaus
- Verständnis für die Prinzipien der statistischen Signalklassifikation
- Sicherer Umgang mit wesentlichen Algorithmen der räumlichen Signalanalyse

Voraussetzungen

- Kenntnisse der Signal- und Systemtheorie
- Kenntnisse der Wahrscheinlichkeitsrechnung und stochastischer Prozesse
- Höhere Mathematik.

Verwendbarkeit

- 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

- 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 2 Trimester.
Das Modul findet jedes Studienjahr im Wintertrimester und Frühjahrstrimester statt.
Als Startzeitpunkt ist das Wintertrimester im ersten Studienjahr vorgesehen.

Modul 1245 Übertragungssysteme der Hochfrequenztechnik, Mobilkommunikation

zugeordnet zu: Wahlpflichtmodule IT-Sicherheit und 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 1635 Wahlpflichtmodul - IT-Sicherheit & Kommunikationssysteme

zugeordnet zu: Wahlpflichtmodule IT-Sicherheit und Kommunikationssysteme

Studiengang:	Mathematical Engineering	Modultyp:	Pflicht
Workload gesamt (h):	450 Stunden	ECTS-Punkte:	15
-> Präsenzzeit (h):	168 Stunden	TWS:	14 Stunden
-> Selbststudium (h):	282 Stunden		

Modulbestandteile	10104	10105	IT-Forensik (Vorlesung, Übung (WP) - 3 TWS)
			System- und Software-Sicherheit (Vorlesung, Übung (WP) - 3 TWS)
			10106 Sicherheitsmanagement (Vorlesung, Übung (WP) - 3 TWS)
			10471 IT-Governance (Vorlesung, Übung (WP) - 5 TWS)
			10472 IT-Management (Praktikum (WP) - 3 TWS)
			12112 Ausgewählte mathematische Methoden in Kryptographie und Codierungstheorie (Vorlesung, Übung (WP) - 3 TWS)
			15171 Entwurf Verteilter Systeme (Vorlesung, Übung (WP) - 5 TWS)
			15172 Methoden und Werkzeuge (Vorlesung, Übung (WP) - 5 TWS)
			15174 Spezifikation (Vorlesung, Übung (WP) - 5 TWS)
			16351 Embedded Systems (Vorlesung, Übung (WP) - 3 TWS)

Modulverantwortlicher	Prof. Dr.-Ing. Berthold Lankl
-----------------------	-------------------------------

Inhalt

Die Wahlpflichtveranstaltungen, die im Rahmen dieses Moduls belegt werden können, decken inhaltlich ein weites Feld im Bereich der Kommunikationssysteme und der IT-Sicherheit ab, mit einem Schwerpunkt auf der IT-Sicherheit. Die Studierenden können zwischen hardwarenahen Themen wie Embedded Systems, Themen aus dem Bereich Cyber Defense, Themen im Umfeld von IT- und Sicherheitsmanagement, Themen im Bereich von Kryptographie und Codierungstheorie und Themen aus dem Bereich der formalen Entwicklung korrekter Software wählen.

Eine detaillierte Beschreibung der Inhalte der einzelnen Wahlpflichtveranstaltungen, die im Rahmen dieses Moduls belegt werden können, ist den Beschreibungen der Module zu entnehmen, aus denen diese Wahlpflichtveranstaltungen stammen, nämlich den Beschreibungen der Module 1010 "Cyber Defense", 1047 "IT-Management", 1211 "Algorithmen in der Mathematik" und 1517 "Formale Entwicklung korrekter Software (erweitert)" im Modulhandbuch zum Master-Studiengang Informatik sowie der Beschreibung des Moduls 1248 "Embedded Systems und Sensornetze" im Modulhandbuch zum Master-Studiengang Elektrotechnik und Informationstechnik.

Qualifikationsziele	<p>Die Studierenden sollen sich zu Experten in einem oder mehreren selbst gewählten Gebieten der IT-Sicherheit und der Kommunikationssysteme weiterbilden.</p> <p>Eine detaillierte Beschreibung der Qualifikationsziele der einzelnen Wahlpflichtveranstaltungen, die im Rahmen dieses Moduls belegt werden können, ist den Beschreibungen der Module zu entnehmen, aus denen diese Wahlpflichtveranstaltungen stammen, nämlich den Beschreibungen der Module 1010 "Cyber Defense", 1047 "IT-Management", 1211 "Algorithmen in der Mathematik" und 1517 "Formale Entwicklung korrekter Software (erweitert)" im Modulhandbuch zum Master-Studiengang Informatik sowie der Beschreibung des Moduls 1248 "Embedded Systems und Sensornetze" im Modulhandbuch zum Master-Studiengang Elektrotechnik und Informationstechnik.</p>
Leistungsnachweis	<p>Leistungsnachweis für das Gesamtmodul ist ein Notenschein, der sich aus verschiedenen Einzelleistungen in den Teilveranstaltungen zusammensetzt. Die geforderten Einzelleistungen werden in den einzelnen Veranstaltungen separat bekannt gegeben.</p>
Sonstige Bemerkungen	<p>Von den angegebenen Wahlpflichtveranstaltungen sind Veranstaltungen im Umfang von 13 bis 15 TWS zu belegen, also entweder</p> <ul style="list-style-type: none">• fünf Wahlpflichtveranstaltungen im Umfang von 3 TWS oder• drei Wahlpflichtveranstaltungen im Umfang von 3 TWS und eine Wahlpflichtveranstaltung im Umfang von 5 TWS oder• eine Wahlpflichtveranstaltung im Umfang von 3 TWS und zwei Wahlpflichtveranstaltungen im Umfang von 5 TWS oder• drei Wahlpflichtveranstaltungen im Umfang von 5 TWS. <p>Das Praktikum IT-Management kann nur belegt werden, wenn auch die Lehrveranstaltung IT-Governance belegt wird.</p>
Dauer und Häufigkeit	<p>Das Modul kann sich je nach Wahl der Wahlpflichtveranstaltungen über mehrere Trimester erstrecken. Die Lehrveranstaltungen "System- und Software-Sicherheit", "Entwurf verteilter Systeme", "Methoden und Werkzeuge", "Spezifikation" und "Ausgewählte mathematische Methoden in Kryptographie und Codierungstheorie" werden üblicherweise im Zweijahresrhythmus angeboten.</p>

Modul 1242 Antriebsregelung und Aktorik, EMV in der Energietechnik

zugeordnet zu: Wahlpflichtmodule 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	12421	Antriebsregelung und Aktorik I (Vorlesung (PF) - 1 TWS)
	12422	Antriebsregelung und Aktorik I (Übung (PF) - 1 TWS)
	12423	Antriebsregelung und Aktorik II (Vorlesung (PF) - 2 TWS)
	12424	Antriebsregelung und Aktorik II (Übung (PF) - 2 TWS)
	12425	EMV in der Energietechnik (Vorlesung (PF) - 2 TWS)

Modulverantwortlicher Prof. Dr.-Ing. Dieter Gerling

Inhalt

a) Lehrveranstaltung „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); Gleichstromnebenschlussmaschine (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.

b) Lehrveranstaltung „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 Quersfeldreaktanzen; 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.

c) Lehrveranstaltung „EMV in der Energietechnik“:

- Niederfrequente, leitungsgeführte Störungen,
- Entstehung von Störsignalen, Oberschwingungen und Zwischenharmonischen,
- Messung und Bewertung von Netzurückwirkungen,
- Entwurfskriterien von Netzfiltern,
- Untersuchung spezieller Schaltungen.

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,
- Kenntnisse über Elektromagnetische Verträglichkeit (EMV) bei elektrischen und elektronischen Systemen.

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 in der Vertiefungsrichtung „Energietechnische Systeme“.

Leistungsnachweis

Gesamtmodul: sP-130 oder mP-40
 Anteil ARA (I+II): sP-90 oder mP-25
 Anteil EMV: sP-40 oder mP-15

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

Für die Modulnote werden die Leistungen der Lehrveranstaltungen ARA (I+II) und EMV im Verhältnis 3:1 gewertet.

Literatur

Literatur zu Lehrveranstaltung „Antriebsregelung und Aktorik I“:

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

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

Literatur zu Lehrveranstaltung „Antriebsregelung und Aktorik II“:

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

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

Literatur zu Lehrveranstaltung „EMV in der Energietechnik“:

W. Zeng: Vorlesungsskript „EMV in der Energietechnik“, UniBw München, EAA, 2011

A.J. Schwab, W. Kürner:
„Elektromagnetische Verträglichkeit“, 6. Auflage,
Springer-Verlag, Berlin, 2011

Dauer und Häufigkeit

Das Modul dauert 3 Semester.

Das Modul beginnt jedes Studienjahr jeweils im Wintersemester.

Als Startzeitpunkt ist das Wintersemester im 1. Studienjahr vorgesehen

Modul 1241 Automatisierungstechnik

zugeordnet zu: Wahlpflichtmodule 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 1240 Messtechnik und Sensorik

zugeordnet zu: Wahlpflichtmodule 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	12401	Sensorik und Elektrische Messtechnik (Vorlesung (PF) - 4 TWS)
	12402	Sensorik und Elektrische Messtechnik (Übung (PF) - 1 TWS)

Modulverantwortlicher Prof. Dr. techn. Christian Kargel

Inhalt

Die Lehrveranstaltung „Sensorik und Elektrische Messtechnik“ beschäftigt sich mit den physikalischen Effekten und dem Aufbau von in der messtechnischen Praxis unerlässlichen Sensoren. Beispielsweise müssen in der Prozess- und Automatisierungstechnik, Automobil- und Luftfahrttechnik, Medizintechnik und der intelligenten Gebäudetechnik zahlreiche nichtelektrische Größen wie Temperatur, Weg, Winkel, Beschleunigung, Kraft, Druck, Durchfluss, Drehzahl, Geschwindigkeit, Gaszusammensetzung und Konzentration, pH-Wert, etc. erfasst werden. Sensoren liefern elektrische Signale, aus denen dann Messwerte und Messergebnisse mithilfe von geeigneten Messmethoden und Messverfahren der Elektrischen Messtechnik bestimmt werden können. Bei der Auswahl des Sensors und der Festlegung der Konzeption des gesamten Mess-Systems für eine bestimmte Applikation spielen die erzielbare Sensitivität und Selektivität sowie die statischen und dynamischen Eigenschaften eine entscheidende Rolle. Diese Aspekte werden in der Vorlesung und in den Übungen ausführlich behandelt. Darüber hinaus werden auch Maßnahmen und Ansätze besprochen, die nachteilige Einflüsse wie beispielsweise Temperatur(quer)empfindlichkeiten, Fertigungsstreuungen und Alterungseffekte reduzieren (oder sogar gänzlich eliminieren) sowie eine geringe Messunsicherheit garantieren helfen. Ein kurzer Streifzug durch die sich rasant entwickelnde Welt der „Mikrosensorik“ rundet die Lehrveranstaltung ab.

Der Besuch dieser Lehrveranstaltung bildet die ideale Vorbereitung für das Wahlpflichtpraktikum „Sensorik und Messtechnik“.

Qualifikationsziele

- Die Studierenden haben ein vertieftes Verständnis für die Anforderungen, den Aufbau und die Funktionsweise von Sensoren für nichtelektrische Größen in verschiedenen Anwendungsbereichen (Prozess- und Automatisierungstechnik, Automobil- und Luftfahrttechnik, Medizintechnik, intelligente und energieeffiziente Gebäudetechnik, etc.).

- Die Studierenden verstehen die Details des systemischen Zusammenwirkens von Sensorik und Elektrischer Messtechnik und können Messverfahren und Messsysteme analysieren.
- Die Studierenden sind in der Lage, applikationsabhängige Messprobleme durch Auswahl geeigneter Sensoren zu lösen und anforderungsgerechte Messsysteme auszuwählen bzw. entsprechend zu dimensionieren.
- Die Studierenden können sowohl die zu erwartenden als auch die tatsächlich auftretenden Messunsicherheiten berechnen und die Grenzen des sinnvollen praktischen Einsatzes von Sensoren und Messverfahren abschätzen.

Voraussetzungen

Vorausgesetzt wird die erfolgreiche Bewältigung der Module „Mathematik A“, „Mathematik B“, „Mathematik C“, „Regelungstechnik“ sowie „Grundlagen der Messtechnik“ und „Physik“.

Verwendbarkeit

- Pflichtmodul in der EIT-Vertiefungsrichtung „Energietechnische Systeme“.
- Wahlpflichtmodul für alle anderen Studien- und Vertiefungsrichtungen.

Leistungsnachweis

Für die Vorlesung und Übung „Sensorik und Elektrische Messtechnik“: 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. Niebuhr, G. Lindner: Physikalische Messtechnik mit Sensoren. Oldenbourg Verlag, München, 2002.
P. Profos, T. Pfeifer: Handbuch der industriellen Messtechnik. Oldenbourg Verlag, München, 2002.
E. Schrüfer: Elektrische Messtechnik. Messung elektrischer und nicht-elektrischer Größen. Hanser, München, 2003.
U. Kiencke, R. Eger: Messtechnik, Systemtheorie für Elektrotechniker, 6. Aufl., Springer, Berlin, 2005.
M. Möser: Messtechnik der Akustik, Springer, Berlin, 2010.

Dauer und Häufigkeit

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

Modul 1227 Praktikum: Elektrische Maschinen

zugeordnet zu: Wahlpflichtmodule 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. Dieter Gerling

Inhalt

- Messtechnische Untersuchungen an den Grundtypen von elektrischen Maschinen,
- Bestimmung von Maschinenparametern,
- Feldmessungen; Leerlauf-, Kurzschluss- und Belastungsmessungen,
- Aufnahmen typischer Betriebskennlinien,
- Unsymmetrische Schaltungen,
- Sondermaschinen.

Qualifikationsziele

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

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 in den Vertiefungsrichtungen „Energietechnische Systeme“ und „Sicherheitstechnik“.

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: Vorlesungsskript „Elektrische Maschinen und Antriebe“, UniBw München, EAA, 2010
 G. Müller, B. Ponick: „Grundlagen elektrischer Maschinen“, 9.Auflage, Wiley-VCH Verlag, Weinheim, 2006

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 1237 Systeme der Leistungselektronik

zugeordnet zu: Wahlpflichtmodule 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 Messwerterfassung, Arten der Messwertübertragung, Schnittstellen/Normung, Verfahren zur Störungsminde- rung,
- 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 Rea- lisierung,
- Fähigkeiten zur Analyse und grundlegenden Dimensionierung leistungselektronischer Systeme.

Voraussetzungen

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

Verwendbarkeit	<ul style="list-style-type: none">• 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	<p>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.</p>
Literatur	<ul style="list-style-type: none">- Mohan: "Power Electronics", Wiley Verlag,- A.Steimel: "Elektrische Triebfahrzeuge und Ihre Energieversorgung", Oldenburg Industrieverlag,- K.Heumann: "Grundlagen der Leistungselektronik", Teubner Verlag.
Dauer und Häufigkeit	<p>Das Modul dauert 2 Trimester. Das Modul beginnt jedes Studienjahr jeweils im Herbsttrimester.</p>

Modul 1364 Technische Mechanik I und II für ME

zugeordnet zu: Wahlpflichtmodule Mechatronik

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

Modulbestandteile

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

Inhalt

Die Studierenden erwerben im Modul Technische Mechanik I und II für ME die Grundlagen zur Technischen Mechanik.

1) Grundlagen der Vektorrechnung

2) Statik starrer Körper: Einzelkräfte, Kräftepaare, Momente, Zentrale Kräftegruppe und allgemeine Kraftsysteme, Schnittprinzip, innere und äußere Kräfte, Schwerpunkte, Lagerungen und Lagerreaktionen, Lastverteilungen, Gleichgewichtsbedingungen, statische Bestimmtheit, Schnittgrößen an Fachwerken, Balken und Rahmentragwerken, Haftreibung, Arbeitsbegriff, Ermittlung von Gleichgewichtslagen und deren Stabilität

3) Elastostatik statisch bestimmter und unbestimmter Systeme: Zug und Druck in Stäben (Spannung, Dehnung und Stoffgesetz), Spannungstensor und Verzerrungstensor sowie deren Transformation, Hookesches Elastizitätsgesetz, Balkenbiegung, Flächenträgheitsmomente, Satz von Steiner, Schub und Torsion, Knickung, Arbeitsprinzipien, Die Sätze von Castigliano

4) Kinematik und Kinetik des Massepunktes: Orts-, Geschwindigkeits- und Beschleunigungsfunktion, Geradlinige Bewegung, Kreisbewegung und Relativbewegung, freie und geführte Bewegung, Kräftesatz, Energie- und Arbeitssatz, zentrischer Stoss, Reibung

5) Kinematik und Kinetik starrer Körper: Orts-, Geschwindigkeits- und Beschleunigungsvektor, begleitendes Dreibein, Beschreibung der Bewegung in ebenen Polarkoordinaten, Inertialsystem, bewegte Bezugssysteme, Relativbewegung, Kreisbewegung, Vektor der Winkelgeschwindigkeit, Eulersche Geschwindigkeitsformel, Momentanpol, Newtonsche Axiome, Schwerpunkt- und Drallsatz, Trägheitstensor, Hauptträgheitsmomente, Eulersche Kreiselgleichungen, Stabilität freier Drehbewegungen, Unwuchtwirkungen, statisches und dynamisches Auswuchten, Satz von Steiner, Energie- und Arbeitssatz, gerader und schiefer zentraler Stoß, nichtlineare Federn, Dämpfung und Reibung

Qualifikationsziele	<ol style="list-style-type: none">1) Die Studierenden sind nach erfolgreichem Bestehen des Moduls in der Lage, einfache, linear elastische, gerade Strukturelemente wie Stäbe, Balken, Rohre und Fachwerke sowie einfache dynamische Systeme aus starren Körpern mit den Methoden der Technischen Mechanik zu behandeln.2) Die Studierenden kennen die der Technischen Mechanik zugrunde liegenden physikalischen Zusammenhänge und sind imstande, einfache Systeme eigenständig zu modellieren.3) Die Studierenden erwerben die Fähigkeit, einfache Modelle mit den entsprechenden mathematischen Methoden zu behandeln.4) Die Studierenden erlangen die Grundlagen für weiterführende Lehrveranstaltungen der Luft- und Raumfahrttechnik.
Arbeitsaufwand	<p>Bestandteil Wochen - h/Woche - workload</p> <p>Vorlesung/Übung: TM I für ME 12 - 5 - 60 Vor- und Nachbereitung: TM I für ME 12 - 60 - 60 Prüfungsvorbereitung: TM I für ME 1 - 30 - 30</p> <p>Bestandteil Wochen - h/Woche - workload Vor- und Nachbereitung: TM II für ME 12 - 6 - 60 Prüfungsvorbereitung: TM II für ME 1 - 30 - 30</p>
Voraussetzungen	Es werden keine Module vorausgesetzt.
Verwendbarkeit	Das erworbene Wissen ist Voraussetzung für wissenschaftliche Grundlagenuntersuchungen und angewandte Forschung und Entwicklung auf den Gebieten der Ingenieurwissenschaften. Das Modul Technische Mechanik I und II für ME bildet die Grundlage für weitere Lehrveranstaltungen.
Leistungsnachweis	Schriftliche Prüfung 180 Minuten.
Sonstige Bemerkungen	Hinweis: 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 I und II für ME". Diese Studierenden bringen stattdessen weitere 10 ECTS-Punkte aus dem Wahlpflichtkatalog ein.
Literatur	<ol style="list-style-type: none">1) Gross, Hauger, Schröder, Wall: Technische Mechanik 1/2/3, Springer Verlag.2) Szabo: Einführung in die Technische Mechanik, Springer Verlag.3) Balke: Einführung in die Technische Mechanik: Kinetik, Springer Verlag.4) Mahnken: Lehrbuch der Technischen Mechanik: Dynamik, Springer Verlag.

Dauer und Häufigkeit

Das Modul dauert zwei Trimester. Die Vorlesung Technische Mechanik I findet im Herbsttrimester des 1. Studienjahres (1. Trimester). Die Vorlesung Technische Mechanik II findet im Wintertrimester des 1. Studienjahres (2. Trimester). Das Modul wird jedes Studienjahr angeboten.

Modul 1535 Wahlpflichtmodul - Mechatronik

zugeordnet zu: Wahlpflichtmodule Mechatronik

Studiengang:	Mathematical Engineering	Modultyp:	Pflicht
Workload gesamt (h):	150 Stunden	ECTS-Punkte:	15
-> Präsenzzeit (h):	72 Stunden	TWS:	0 Stunden
-> Selbststudium (h):	78 Stunden		

Modulbestandteile

Modulverantwortlicher

Sonstige Bemerkungen

Beschluss 08/15: *Der Prüfungsausschuss Mathematical Engineering beschließt: Für die Module 1535 Wahlpflichtmodul - Mechatronik für 15 ECTS, 1538 Wahlpflichtmodul - Modellierung und Simulation im Bauwesen für 15 ECTS, 1537 Wahlpflichtmodul - Modellierung luft- und raumfahrttechnischer Systeme für 20 ECTS, sind alle Master-Module der Trägerfakultäten wählbar.*

Die Studenten haben darauf zu achten, dass die Prüfungsordnung eingehalten wird. Insbesondere ist zu berücksichtigen, dass es kein doppeltes Prüfen derselben Inhalte geben darf. Im Zweifel ist der Rat der Paten einzuholen. Werden Leistungen im Umfang von mehr als der jeweiligen geforderten ECTS eingebracht, zählen die jeweils besseren Noten für die Ermittlung der Modulgesamtnote.

Für das Modul 1635 (Wahlpflichtmodul - IT-Sicherheit & Kommunikationssysteme) gilt im Umfang von 15 ECTS eine bewusst gesetzte Positivliste, aus der die Studierenden nach Neigung und Interesse auszuwählen haben. Ein Abweichen von dieser Auswahl ist besonders zu beantragen.

Modul 1468 Bauen im Einsatz und Sicherheit der baulichen Infrastruktur

zugeordnet zu: Wahlpflichtmodule Modellierung und Simulation Bauwesen

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	14681	Bauen im Einsatz (Vorlesung (PF) - 2 TWS)
	14682	Sicherheit der baulichen kritischen Infrastruktur für Bund und Bundeswehr (Vorlesung (PF) - 2 TWS)

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

Inhalt

1. Teil: 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

2. Teil: 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

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. Darüberhinaus 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.

Voraussetzungen

Fundierte mathematische, mechanische und statische Kenntnisse.

Verwendbarkeit

Das Modul bereitet auf eine spätere Tätigkeit als Bauingenieur in der Bundeswehr und bei Auslandseinsätzen vor und vermittelt entsprechende Kenntnisse.

Leistungsnachweis

Mündliche Prüfung 30 Minuten oder schriftliche Prüfung 90 Minuten.

Dauer und Häufigkeit

Das Modul dauert 2 Trimester. Das Modul beginnt jedes Studienjahr jeweils im Frühjahrstrimester und wird in der Regel als eine Blockveranstaltung von Donnerstag 18:00 Uhr bis Samstag 13:00 Uhr durchgeführt. Der Termin wird mit dem jeweiligen Studentengeneration abgesprachen. Der zweite Teil des Moduls findet anschließend im Herbsttrimester statt.

Modul 1312 Konstruktiver Ingenieurbau V

zugeordnet zu: Wahlpflichtmodule Modellierung und Simulation Bauwesen

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
- Anschlusstechnik 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.

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 1313 Konstruktiver Ingenieurbau VI

zugeordnet zu: Wahlpflichtmodule Modellierung und Simulation Bauwesen

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.

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: Wahlpflichtmodule Modellierung und Simulation Bauwesen

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
- Tensorrechnung (Prof. Apel):
- 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
- Kontinuumsmechanik (Prof. Brüinig):
- Kinematik des Kontinuums
 - Kräfte und Spannungen
 - Bilanz- und Erhaltungssätze
 - Materialgleichungen
 - Variationsprinzipie
- Modellbildung in der Werkstoffmechanik (Prof. Brüinig):
- 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 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

Deformations- und Versagensverhaltens von Bauteilen und Strukturen.

Voraussetzungen

Bachelor-Studium

Verwendbarkeit

- Modul "Finite Methoden und Stoffgesetze Hochdynamik"
- 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.

Als Startzeitpunkt ist das Wintertrimester des 2. Studienjahres vorgesehen.

Modul 1314 Nichtlineare Statik

zugeordnet zu: Wahlpflichtmodule Modellierung und Simulation Bauwesen

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	<p>Grundlagen der geometrisch und physikalisch nichtlinearen Statik für Stäbe und ebene Flächentragwerke (Prof.Gebbeken):</p> <ul style="list-style-type: none"> • 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	<p>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.</p>
---------------------	--

Voraussetzungen	Grundlagen der Statik (B.Sc.)
-----------------	-------------------------------

Verwendbarkeit	<ul style="list-style-type: none"> • Pflichtmodul für die Vertiefungsrichtung PTM/Bau des Studiengangs Mathematical Engineering (M.Sc.) • Empfohlenes Modul für: Finite Methoden und Stoffgesetze in der Hochdynamik
----------------	--

Leistungsnachweis	<p>Schriftliche Prüfung 90 Minuten oder mündliche Prüfung 30 Minuten Teilnahmeschein über erfolgreich besuchte Übungen (sP-90 oder mP-30, TS).</p>
-------------------	--

Dauer und Häufigkeit

Das Modul dauert 1 Trimester.

Das Modul beginnt jedes Studienjahr jeweils im Wintertrimester.

Als Startzeitpunkt ist das Wintertrimester des 1. Studienjahres vorgesehen.

Modul 1544 Projektarbeit (ME MSB)

zugeordnet zu: Wahlpflichtmodule Modellierung und Simulation Bauwesen

Studiengang:	Mathematical Engineering	Modultyp:	Wahlpflicht
Workload gesamt (h):	150 Stunden	ECTS-Punkte:	9
-> Präsenzzeit (h):	72 Stunden	TWS:	9 Stunden
-> Selbststudium (h):	78 Stunden		

Modulbestandteile

Modulverantwortlicher

Inhalt Selbstständige Bearbeitung einer umfangreicheren Problemstellung aus einem Bereich des Bauingenieurwesens und Umweltwissenschaften. 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 Die Studierenden erhalten Einblick in aktuelle Forschungsarbeiten der Fakultät für Bauingenieurwesen und Umweltwissenschaften. Sie sind vertraut mit den zur Bearbeitung solcher Fragestellungen erforderlichen wissenschaftlichen Methoden. Sie sind in der Lage, eine Problemstellung aus diesem Bereich unter Anleitung zu analysieren, klar darzustellen und einen Lösungsweg aufzuzeigen.

Voraussetzungen Alle Fachmodule des Master-Studiengangs Bauingenieurwesens und Umweltwissenschaften, die für die Bearbeitung der jeweiligen Problemstellung erforderlich sind.

Verwendbarkeit Das Modul Projekt ist erforderlich für den Abschluss des Master-Studiengangs Mathematical Engineering Bauingenieurwesens und Umweltwissenschaften. Der Abschluss der Projektarbeit ist Voraussetzung für den Beginn der Masterarbeit.

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 1 Trimester, es beginnt im Herbsttrimester des 1. Master-Studienjahres.

Modul 1343 Schalentragwerke

zugeordnet zu: Wahlpflichtmodule Modellierung und Simulation Bauwesen

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	13431	Mechanik der Schalentragwerke (Vorlesung (PF) - 2 TWS)
	13432	Mechanik der Schalentragwerke (Übung (PF) - 2 TWS)
	13433	Variationsrechnung (Vorlesung (PF) - 2 TWS)

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

Inhalt	<p>Variationsrechnung (Prof. Apel):</p> <ul style="list-style-type: none">• Extremalprobleme• Variationsgleichung• Eulersche Gleichung des Variationsproblems• Numerische Verfahren• Diskussion verschiedener Randbedingungen• Aufgaben mit höheren Ableitungen• Vektorfunktionen• Funktionen mehrerer Veränderlicher• Aufgaben mit Nebenbedingungen in Integralform / als Differentialgleichung <p>Mechanik der Schalentragwerke (Prof. Gebbeken):</p> <ul style="list-style-type: none">• Schalentragwerke 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• Näherung von Geckeler• Berechnung zusammengesetzter Schalentragwerke• Stabilitätsgleichungen• Beuluntersuchungen für Schalen einfacher Geometrie
--------	---

Qualifikationsziele	Die Studierenden erwerben Grundkenntnisse und Fähigkeiten zur Lösung partieller Differentialgleichungen. Sie erhalten weiterhin einen vertieften Einblick in das besondere Tragverhalten gekrümmter Flächentragwerke und in die Formulierung von Schalengleichungen. Sie erwerben Kenntnisse von Lösungskonzepten für Schalenkonstruktion.
---------------------	--

nen im Membran- und Biegespannungszustand und können Berechnungen für zusammengesetzte, rotationssymmetrische Schalentragwerke selbständig durchführen. Sie erwerben Kenntnisse, um einfache lineare Finite-Element-Berechnungen durchzuführen und die Berechnungsergebnisse mit Hilfe von Näherungsverfahren zu beurteilen.

Voraussetzungen	Kenntnisse aus der Differential- und Integralrechnung für Funktionen mehrerer Veränderlicher, Kenntnisse aus der Baumechanik und Baustatik.
Verwendbarkeit	Konstruktive Fächer
Leistungsnachweis	Schriftliche Prüfung 90 Minuten oder mündliche Prüfung 45 Minuten.
Dauer und Häufigkeit	Das Modul dauert 1 Trimester. Das Modul beginnt jedes Studienjahr jeweils im Herbsttrimester.

Modul 1333 Strömungssimulation in Labor und Computer

zugeordnet zu: Wahlpflichtmodule Modellierung und Simulation Bauwesen

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

Für das Modul werden grundlegende Kenntnisse aus der Hydromechanik vorausgesetzt, so wie sie in der Vorlesung Hydromechanik I angeboten werden. Der Inhalt dieser Vorlesung kann auch auf dem Youtube-Kanal Hydromechanik und Wasserbau in der Playlist Hydrodynamik eingesehen und gegebenenfalls nachbereitet werden.

Leistungsnachweis

Mündliche Prüfung 30 Minuten (mP-30).

Dauer und Häufigkeit

Das Modul dauert 1 Trimester.

Das Modul beginnt jedes Studienjahr jeweils im Wintertrimester.

Als Startzeitpunkt ist das Wintertrimester des 1. Studienjahres vorgesehen.

Im Rahmen eines Blended-Learning-Konzepts werden Vorlesungen als Präsenzveranstaltungen in Kombination mit Videoaufzeichnungen bei der Lehrveranstaltung Numerische Methoden der Strömungsmechanik angeboten. Zu jeder Videovorlesung wird eine Nachbesprechung mit Fragemöglichkeiten in Seminarform angeboten. Bei geringer Teilnehmerzahl werden einzelne Veranstaltungen im Konsenz mit den Studierenden auch als Block angeboten.

Modul 1538 Wahlpflichtmodul - Modellierung und Simulation im Bauwesen

zugeordnet zu: Wahlpflichtmodule Modellierung und Simulation Bauwesen

Studiengang:	Mathematical Engineering	Modultyp:	Pflicht
Workload gesamt (h):	150 Stunden	ECTS-Punkte:	15
-> Präsenzzeit (h):	72 Stunden	TWS:	15 Stunden
-> Selbststudium (h):	78 Stunden		

Modulbestandteile

Modulverantwortlicher

Sonstige Bemerkungen

Beschluss 08/15: Der Prüfungsausschuss Mathematical Engineering beschließt: Für die Module
 1535 Wahlpflichtmodul - Mechatronik für 15 ECTS,
 1538 Wahlpflichtmodul - Modellierung und Simulation im Bauwesen für 15 ECTS,
 1537 Wahlpflichtmodul - Modellierung luft- und raumfahrttechnischer Systeme für 20 ECTS,
 sind alle Master-Module der Trägerfakultäten wählbar.

Die Studenten haben darauf zu achten, dass die Prüfungsordnung eingehalten wird. Insbesondere ist zu berücksichtigen, dass es kein doppeltes Prüfen derselben Inhalte geben darf. Im Zweifel ist der Rat der Paten einzuholen. Werden Leistungen im Umfang von mehr als der jeweiligen geforderten ECTS eingebracht, zählen die jeweils besseren Noten für die Ermittlung der Modulgesamtnote.

Für das Modul 1635 (Wahlpflichtmodul - IT-Sicherheit & Kommunikationssysteme) gilt im Umfang von 15 ECTS eine bewusst gesetzte Positivliste, aus der die Studierenden nach Neigung und Interesse auszuwählen haben. Ein Abweichen von dieser Auswahl ist besonders zu beantragen.

Modul 1048 Aerothermodynamik

zugeordnet zu: Wahlpflichtmodule Modellierung luft- und raumfahrttechnischer Systeme

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 1053 Computational Fluid Dynamics

zugeordnet zu: Wahlpflichtmodule Modellierung luft- und raumfahrttechnischer Systeme

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 1067 Höhere Technische Mechanik

zugeordnet zu: Wahlpflichtmodule Modellierung luft- und raumfahrttechnischer Systeme

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 antimetrische Tensoren, Invarianten eines Tensors 2. Stufe, Hauptachsentransformation, Satz von Caley-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

- 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

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

- 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 1545 Projektarbeit (ME-MLRTS)

zugeordnet zu: Wahlpflichtmodule Modellierung luft- und raumfahrttechnischer Systeme

Studiengang:	Mathematical Engineering	Modultyp:	Wahlpflicht
Workload gesamt (h):	150 Stunden	ECTS-Punkte:	9
-> Präsenzzeit (h):	72 Stunden	TWS:	9 Stunden
-> Selbststudium (h):	78 Stunden		

Modulbestandteile

Modulverantwortlicher Prof. Dr. rer. nat. Matthias Gerdts

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 Der Abschluss der Projektarbeit ist Voraussetzung für den Beginn der Masterarbeit.

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 1 Trimester. Es beginnt spätestens im Wintertrimester des 2. Master-Studienjahres, kann aber in Absprache mit dem Betreuer früher beginnen.

Modul 1089 Strukturdynamik

zugeordnet zu: Wahlpflichtmodule Modellierung luft- und raumfahrttechnischer Systeme

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 transientser 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 Strukturdynamik 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.: Strukturdynamik. 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 1537 Wahlpflichtmodul - Modellierung luft- und raumfahrttechnischer Systeme

zugeordnet zu: Wahlpflichtmodule Modellierung luft- und raumfahrttechnischer Systeme

Studiengang:	Mathematical Engineering	Modultyp:	Pflicht
Workload gesamt (h):	150 Stunden	ECTS-Punkte:	20
-> Präsenzzeit (h):	72 Stunden	TWS:	20 Stunden
-> Selbststudium (h):	78 Stunden		

Modulbestandteile

Modulverantwortlicher

Sonstige Bemerkungen

Beschluss 08/15: Der Prüfungsausschuss Mathematical Engineering beschließt: Für die Module
 1535 Wahlpflichtmodul - Mechatronik für 15 ECTS,
 1538 Wahlpflichtmodul - Modellierung und Simulation im Bauwesen für 15 ECTS,
 1537 Wahlpflichtmodul - Modellierung luft- und raumfahrttechnischer Systeme für 20 ECTS,
 sind alle Master-Module der Trägerfakultäten wählbar.

Die Studenten haben darauf zu achten, dass die Prüfungsordnung eingehalten wird. Insbesondere ist zu berücksichtigen, dass es kein doppeltes Prüfen derselben Inhalte geben darf. Im Zweifel ist der Rat der Paten einzuholen. Werden Leistungen im Umfang von mehr als der jeweiligen geforderten ECTS eingebracht, zählen die jeweils besseren Noten für die Ermittlung der Modulgesamtnote.

Für das Modul 1635 (Wahlpflichtmodul - IT-Sicherheit & Kommunikationssysteme) gilt im Umfang von 15 ECTS eine bewusst gesetzte Positivliste, aus der die Studierenden nach Neigung und Interesse auszuwählen haben. Ein Abweichen von dieser Auswahl ist besonders zu beantragen.

Modul 1090 Wärme- und Stofftransport

zugeordnet zu: Wahlpflichtmodule Modellierung luft- und raumfahrttechnischer Systeme

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 1097 Master-Arbeit ME

zugeordnet zu: Master-Arbeit

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: Verpflichtendes Begleitstudium 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*.

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