

Modulhandbuch des Studiengangs

**Mathematical Engineering
(Master of Science)**

**an der
Universität der Bundeswehr München**

(Version 2024)

Stand: 15. Dezember 2023

Prolog

Die in diesem Modulhandbuch aufgeführten Pflichtmodule 1530 (Partielle Differentialgleichungen), 1531 (Simulation), 1532 (Stochastik), 3649 (Vertiefte Kapitel der Angewandten Mathematik), 1533 (Quantitative Modelle) und 3502 (Nichtlineare FEM) sind von allen Studierenden einzubringen, ebenso die Module 9903 (Studium plus) und 1097 (Masterarbeit). Weiterhin muss eine von vier Wahlpflichtgruppen mit Modulen im Umfang von jeweils **54 ECTS** gewählt werden. Zur Wahl stehen:

- Die Wahlpflichtgruppe **IT-Sicherheit und Kommunikationssysteme (ITSK)**. Bei dieser Wahl müssen alle unter der Überschrift „PFL Module ME-ITSK“ aufgeführten Module belegt werden. Darüber hinaus sind Module im Umfang von mindestens **33 ECTS** aus der Liste der unter der Überschrift „WPFL Module ME-ITSK“ aufgeführten Module zu wählen. Hierbei gilt die nähere Regelung, dass im Umfang von **mindestens 15 ECTS** unter den Modulen mit Nummern 1287 (Praktikum Nachrichtentechnische Systeme), 1493 (Praktikum Numerische Simulation in der Technik), 1846 (Biomedizinische Informationstechnik 1), 2317 (Quantencomputing für Ingenieure), 6053 (Kanalcodierung), 2996 (Mobilkommunikation und Radartechnik), 4143 (CAD und Wellenausbreitung), 6060 (Digitale Filter und Array Processing) sowie im Umfang von **mindestens 18 ECTS** unter den Modulen mit Nummern 1037 (Informations- und Codierungstheorie), 1196 (Ausgewählte Kapitel der Komplexitätstheorie), 1211 (Algorithmen in der Mathematik), 1231 (Data Mining und IT-basierte Entscheidungsunterstützung), 1518 (Formale Entwicklung korrekter Software), 3918 (Benutzbare Sicherheit (erweitert)), 3851 (Information Retrieval), 5502 (Netzicherheit), 5503 (Hardwaresicherheit), 5504 (Datenschutz und Privacy), 5505 (Systemsicherheit), 5506 (Kryptologie), 5507 (Anwendungssicherheit), 5508 (Security- und IT- Management) zu wählen ist.
- Die Wahlpflichtgruppe **Mechatronik (MECH)**. Bei dieser Wahl müssen alle unter der Überschrift „PFL Module Mechatronik“ aufgeführten Module belegt werden. Darüber hinaus sind Module im Umfang von mindestens **30 ECTS** frei aus den Modulhandbüchern der Masterstudiengänge Bauingenieurwesen und Umweltwissenschaften, Elektrotechnik und Informationstechnik, Informatik sowie Luft- und Raumfahrttechnik zu wählen. Einschränkend gilt hierbei, dass den Bestimmungen der ABaMaPO Rechnung zu tragen ist und keine Leistung doppelt eingebracht werden darf. Für die Beschreibungen der frei wählbaren Module (insbesondere die Modulbestandteile, den Modulumfang, die Teilnahmevoraussetzungen, die ECTS-Punkte und die Bestimmungen zu Leistungsnachweis und Benotung) gelten die Modulhandbücher der Fakultäten BAU, EIT, INF und LRT. Die unter „WPFL Module Mechatronik“ aufgeführten Module 4215 (Grundlagen und Implementierung des maschinellen Lernens) und 4216 (Optimierung für Data Science) sind zusätzliche Module, das im Rahmen der frei wählbaren 30 ECTS belegt werden kann, aber nicht muss.
- Die Wahlpflichtgruppe **Modellierung und Simulation im Bauingenieurwesen (ME-BAU)**. Bei dieser Wahl müssen alle unter der Überschrift „PFL Module ME-BAU“ aufgeführten Module belegt werden. Darüber hinaus sind Module im Umfang von mindestens **25 ECTS** frei aus den Modulhandbüchern der bei der Wahlpflichtgruppe MECH genannten Masterstudiengänge der Trägerfakultäten zu wählen. Hierbei gilt das für die frei wählbaren Module der Wahlpflichtgruppe MECH Gesagte, ebenso für die Module 4215 und 4216.
- Die Wahlpflichtgruppe **Modellierung luft- und raumfahrttechnischer Systeme (ME-LRT)**. Bei dieser Wahl müssen alle unter der Überschrift „PFL Module ME-LRT“ aufgeführten Module belegt werden. Darüber hinaus sind Module im Umfang von mindestens **25 ECTS** frei aus den Modulhandbüchern der bei der Wahlpflichtgruppe MECH genannten Masterstudiengänge der Trägerfakultäten zu wählen. Hierbei gilt das für die frei wählbaren Module der Wahlpflichtgruppe MECH Gesagte, ebenso für die Module 4215 und 4216.

Inhaltsverzeichnis

Prolog	2
Pflichtmodule - ME 2024	
1530 Partielle Differentialgleichungen.....	5
1531 Simulation.....	7
1532 Stochastik.....	9
1533 Quantitative Modelle.....	11
3502 Nichtlineare FEM.....	13
3649 Vertiefte Kapitel der Angewandten Mathematik.....	15
<u>Wahlpflichtgruppe: IT-Sicherheit und Kommunikationssysteme - ME 2024</u>	
PFL Module ME-ITSK 2024	
3459 Grundlagen der Informationssicherheit.....	17
4138 Kommunikationsnetze II.....	19
4150 Funksysteme und Antennen.....	21
6050 Signalverarbeitung.....	23
WPFL Module ME-ITSK 2024	
1037 Informations- und Codierungstheorie.....	25
1196 Ausgewählte Kapitel der Komplexitätstheorie.....	27
1211 Algorithmen in der Mathematik.....	29
1231 Data Mining und IT- basierte Entscheidungsunterstützung.....	31
1287 Praktikum: Nachrichtentechnische Systeme.....	33
1493 Praktikum: Numerische Simulation in der Technik.....	35
1518 Formale Entwicklung korrekter Software.....	37
1846 Biomedizinische Informationstechnik 1.....	40
2317 Quantencomputing für Ingenieure.....	43
2996 Mobilkommunikation und Radartechnik.....	45
3851 Information Retrieval.....	48
3918 Benutzbare Sicherheit (erweitert).....	50
4143 CAD und Wellenausbreitung.....	53
5502 Netzsicherheit.....	55
5503 Hardwaresicherheit.....	57
5504 Datenschutz und Privacy.....	59
5505 Systemsicherheit.....	61
5506 Kryptologie.....	63
5507 Anwendungssicherheit.....	65
5508 Security- und IT- Management.....	68

6053	Kanalcodierung.....	70
6060	Digitale Filter und Array Processing.....	72
<u>Wahlpflichtgruppe: Mechatronik-ME 2024</u>		
PFL Module Mechatronik-ME 2024		
1241	Automatisierungstechnik.....	75
4132	Dynamik & Regelung elektrischer Antriebe, EMV in der Energietechnik.....	77
4133	Systeme der Leistungselektronik.....	81
4134	Sensorik und Elektrische Messtechnik.....	83
WPFL Module Mechatronik- ME 2024		
4215	Grundlagen und Implementierung des Maschinellen Lernens.....	85
4216	Optimierung für Data Science.....	87
<u>Wahlpflichtgruppe: Modellierung und Simulation Bauingenieurswesen - ME 2024</u>		
PFL Module ME-BAU - ME 2024		
1334	Kontinuumsmechanik und Werkstoffmodelle.....	89
1343	Schalentragwerke.....	91
1468	Bauen im Einsatz und Sicherheit der baulichen Infrastruktur.....	93
1544	Projektarbeit (ME MSB).....	96
3835	Nichtlineare Statik.....	97
WPFL Module ME-BAU - ME 2024		
4215	Grundlagen und Implementierung des Maschinellen Lernens.....	99
4216	Optimierung für Data Science.....	101
<u>Wahlpflichtgruppe: Modellierung luft- und raumfahrttechnischer Systeme - ME 2024</u>		
PFL Module ME-LRT - ME 2024		
1063	Flugzeugaerodynamik.....	103
1067	Höhere Technische Mechanik.....	105
1090	Wärme- und Stofftransport.....	107
1545	Projektarbeit (ME-MLRTS).....	109
3827	Computational Fluid Dynamics I.....	110
WPFL Module ME-LRT - ME 2024		
4215	Grundlagen und Implementierung des Maschinellen Lernens.....	112
4216	Optimierung für Data Science.....	114
Masterarbeit - ME 2024		
1097	Masterarbeit ME.....	116
Verpflichtendes Begleitstudium plus		
9903	studium plus 3, Seminar und Training.....	117
Übersicht des Studiengangs: Konten und Module.....		
		119
Übersicht des Studiengangs: Lehrveranstaltungen.....		
		121

Modulname	Modulnummer
Partielle Differentialgleichungen	1530

Konto	Pflichtmodule - ME 2024
-------	-------------------------

Modulverantwortliche/r	Modultyp	Empf. Trimester
Univ.-Prof. Dr. rer. nat. habil. Thomas Apel	Pflicht	1

Workload in (h)	Präsenzzeit in (h)	Selbststudium in (h)	ECTS-Punkte
150	72	78	5

Zugehörige Lehrveranstaltungen:

Nr.	Art	Veranstaltungsname	Teilnahme	TWS
15301	VÜ	Partielle Differentialgleichungen	Pflicht	6
Summe (Pflicht und Wahlpflicht)				6

Empfohlene 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.

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

<p>Einsichten in das Verhalten der Algorithmen und die Kondition der Probleme erzielt werden.</p> <p>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.</p> <p>Das Modul ergänzt das Modul Differentialgleichungen aus dem Bachelor ME.</p>
Inhalt
<p>Behandelt werden Lösungseigenschaften, analytische Methoden und numerische Verfahren (insbesondere Finite Differenzen, Finite Volumen sowie Finite Elemente) für Anfangs- bzw. Randwertprobleme für</p> <ul style="list-style-type: none"> - elliptische partielle Differentialgleichungen, - parabolische partielle Differentialgleichungen, - hyperbolische partielle Differentialgleichungen.
Literatur
<ul style="list-style-type: none"> - 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
Leistungsnachweis
Mündliche Prüfung 30 Minuten.
Verwendbarkeit
<p>Pflichtmodul im Master-Studiengang ME; Kenntnisse anwendbar in allen Modulen, in denen physikalische Vorgänge durch partielle Differentialgleichungen beschrieben werden, wie Festkörpermechanik, Strömungsmechanik und Elektrodynamik</p>
Dauer und Häufigkeit
Das Modul dauert ein Trimester. Das Modul beginnt jedes Studienjahr im Wintertrimester.

Modulname	Modulnummer
Simulation	1531

Konto	Pflichtmodule - ME 2024
-------	-------------------------

Modulverantwortliche/r	Modultyp	Empf. Trimester
Univ.-Prof. Dr. Oliver Rose	Pflicht	1

Workload in (h)	Präsenzzeit in (h)	Selbststudium in (h)	ECTS-Punkte
180	60	120	6

Zugehörige Lehrveranstaltungen:

Nr.	Art	Veranstaltungsname	Teilnahme	TWS
11433	VÜ	Simulation	Pflicht	3
15312	P	Praktikum Modellbildung und Simulation (klein)	Pflicht	2
Summe (Pflicht und Wahlpflicht)				5

Empfohlene Voraussetzungen
Grundlegende Kenntnisse zu Wahrscheinlichkeitstheorie und Statistik.
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 dabei lernen, wie Qualität, Zuverlässigkeit und Leistungsfähigkeit komplexer Simulationsmodelle durch Auswahl entsprechender Entwurfs- und Testmethoden gewährleistet werden können.
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 Modellentwurfprozessen sowie einer komponentenbasierten Modellentwicklung behandelt. Es wird der Einsatz von Modellierungsmethoden und Techniken rechnergestützter Simulation unter besonderen Randbedingungen bzw. für spezielle Verwendungszwecke behandelt. Dabei werden insbesondere die Datenaufbereitung für Simulationsmodelle, die Versuchsplanung bei Simulationsexperimenten und die Auswertung von Simulationsergebnissen betrachtet.

Im Praktikum werden die Inhalte der Vorlesung im Rahmen eines exemplarischen Simulationsprojektes zur Anwendung gebracht.
Leistungsnachweis
Schriftliche Prüfung von 60 Minuten oder mündliche Prüfung von 30 Minuten. Die Art der Prüfung wird zu Beginn des Moduls bekannt gegeben.
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.
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.

Modulname	Modulnummer
Stochastik	1532

Konto	Pflichtmodule - ME 2024
-------	-------------------------

Modulverantwortliche/r	Modultyp	Empf. Trimester
Univ.-Prof. Dr. rer. nat. Mathias Richter	Pflicht	1

Workload in (h)	Präsenzzeit in (h)	Selbststudium in (h)	ECTS-Punkte
150	72	78	5

Zugehörige Lehrveranstaltungen:

Nr.	Art	Veranstaltungsname	Teilnahme	TWS
15321	VÜ	Stochastik	Pflicht	6
Summe (Pflicht und Wahlpflicht)				6

Voraussetzungen laut Prüfungsordnung

keine

Empfohlene Voraussetzungen

Grundvorlesungen in Analysis und Linearer Algebra wie beispielsweise im Bachelorstudium ME vermittelt.

Qualifikationsziele

In diesem Modul wird die grundlegende Fähigkeit erworben, ein Zufallsgeschehen mathematisch adäquat zu modellieren und im Rahmen dieser Modellierung Berechnungen und Abschätzungen von Wahrscheinlichkeiten durchzuführen. Ein sicherer Umgang mit Fachbegriffen der Wahrscheinlichkeitstheorie und Statistik (wie etwa „Erwartungswert“, „Quantil“, „Varianz“, „Korrelation“) wird erworben. Studentinnen und Studenten erlangen die Kompetenz, statistische Schätz- und Testverfahren zu entwerfen und die Qualität und Aussagekraft solcher Verfahren zu beurteilen.

Inhalt

Im ersten Teil der Vorlesung werden aus der Wahrscheinlichkeitstheorie behandelt: Zufallsexperimente und Wahrscheinlichkeitsräume; Zufallsvariablen und ihre Verteilung; Dichtefunktionen; Verteilungsfunktionen; Quantiltransformation; bedingte Wahrscheinlichkeit und Unabhängigkeit; Erwartungswert, Varianz, Kovarianz und Korrelation; Standardverteilungen; Gesetze der großen Zahlen; zentraler Grenzwertsatz.

Im zweiten Teil der Vorlesung werden aus der Statistik behandelt: Statistischer Raum; Standardmodelle; Schätzfunktionen; Maximum-Likelihood-Schätzung; Bayes-Schätzung; Erwartungstreue und Effizienz von Schätzfunktionen; Informationsungleichung und Optimalität von Schätzfunktionen; Konfidenzbereiche für Binomial- und Gaußmodelle; Hypothesentest mit Gütefunktionen, Irrtumsniveau und p-Wert; Ordnungs- und Rangstatistik-Tests.

An ausgesuchten Beispielen erhalten die Studentinnen und Studenten einen Überblick über die Relevanz dieser Themen in der Anwendung auf technisch-naturwissenschaftliche Probleme.
Literatur
<ul style="list-style-type: none">• Georgii: Stochastik, deGruyter• Meintrup, Schäffler: Stochastik, Springer
Leistungsnachweis
Mündliche Prüfung von 30 min am Endes des Trimesters.
Verwendbarkeit
Pflichtmodul in den Masterstudiengängen ME in allen Wahlpflichtgruppen.
Dauer und Häufigkeit
Das Modul dauert ein Trimester und wird im ersten Fachtrimester (Wintertrimester) angeboten.

Modulname	Modulnummer
Quantitative Modelle	1533

Konto	Pflichtmodule - ME 2024
-------	-------------------------

Modulverantwortliche/r	Modultyp	Empf. Trimester
Univ.-Prof. Dr.-Ing. Markus Siegle	Pflicht	2

Workload in (h)	Präsenzzeit in (h)	Selbststudium in (h)	ECTS-Punkte
150	60	90	5

Zugehörige Lehrveranstaltungen:

Nr.	Art	Veranstaltungsname	Teilnahme	TWS
10321	VÜ	Quantitative Modelle	Pflicht	5
Summe (Pflicht und Wahlpflicht)				5

Empfohlene Voraussetzungen
Wahrscheinlichkeitsrechnung auf Bachelor-Niveau wird vorausgesetzt. Voraussetzung ist ferner eine Vertrautheit mit dem grundlegenden Aufbau von technischen Systemen, insbesondere von IKT-Systemen.
Qualifikationsziele
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.
Inhalt
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.

Leistungsnachweis
Schriftliche Prüfung über 60 min oder mündliche Prüfung über 30 min. Der Prüfungsmodus wird zu Beginn des Moduls bekannt gegeben.
Verwendbarkeit
Angesichts der hohen Leistungs- und Zuverlässigkeitsanforderungen an IT-basierte Systeme in den unterschiedlichsten Anwendungsbereichen (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.
Dauer und Häufigkeit
Das Modul dauert 1 Trimester. Das Modul beginnt jedes Studienjahr jeweils im Frühjahrstrimester.

Modulname	Modulnummer
Nichtlineare FEM	3502

Konto	Pflichtmodule - ME 2024
-------	-------------------------

Modulverantwortliche/r	Modultyp	Empf. Trimester
Univ.-Prof. Dr.-Ing. Alexander Popp	Wahlpflicht	2

Workload in (h)	Präsenzzeit in (h)	Selbststudium in (h)	ECTS-Punkte
150	72	78	5

Zugehörige Lehrveranstaltungen:

Nr.	Art	Veranstaltungsname	Teilnahme	TWS
35021	VL	Nichtlineare FEM	Pflicht	4
35022	UE	Nichtlineare FEM	Pflicht	2
Summe (Pflicht und Wahlpflicht)				6

Empfohlene Voraussetzungen

Grundkenntnisse in den Bereichen Mathematik und Finite-Elemente-Methoden für lineare Probleme (wie sie beispielsweise in den Modulen Mathematik I bis III sowie Einführung FEM im Bachelorstudiengang BAU erworben werden). Idealerweise außerdem Grundkenntnisse im Bereich der Kontinuumsmechanik und Tensorrechnung.

Qualifikationsziele

Nach der erfolgreichen Teilnahme an der Modulveranstaltung Nichtlineare FEM sind die Studierenden in der Lage die Finite-Elemente-Methode (FEM) auf nichtlineare Problemstellungen im Bauingenieurwesen und in den Umweltwissenschaften anzuwenden. Dabei können sie geeignete Verzerrungs- und Spannungsmaße zur Beschreibung des Problems auswählen und die grundlegenden Werkzeuge der nichtlinearen Systemanalyse (Inkrementieren und Iteration) selbständig einsetzen. Außerdem sind die Studierenden in der Lage, Gleichgewichtspfade detailliert zu charakterisieren, kritische Punkte zu erkennen und einfache nichtlineare FEM-Elementformulierungen selbständig zu implementieren.

Inhalt

- Einführung in die nichtlineare Modellierung und Analyse
- Ursachen für Nichtlinearitäten
- Nichtlineare Kontinuumsmechanik (Kinematik, Bilanzgleichungen, Stoffgesetze)
- Werkzeuge für die nichtlineare Analyse / FEM
- Newton-Raphson-Verfahren / Tangentensteifigkeitsmatrix
- Bestimmung kritischer Punkte und Stabilität
- 2D/3D nichtlineare Elementformulierungen
- Verschiebungsbasierte FEM und gemischte FEM
- Einführung in die nichtlineare Dynamik

Leistungsnachweis
Schriftliche Prüfung 90 Minuten oder mündliche Prüfung 30 Minuten.
Verwendbarkeit
Das Modul ist empfohlene Voraussetzung für die Teilnahme am Modul "Computergestützte Simulation in der Kontaktmechanik" und bietet eine Vorbereitung auf Projektarbeiten und die Masterarbeit sowie weitergehende angewandte Forschung.
Dauer und Häufigkeit
Das Modul dauert 1 Trimester. Das Modul findet jeweils im Frühjahrstrimester statt.
Sonstige Bemerkungen
Das Modul ist für Studierende der Master-Studiengänge BAU und ME geeignet.

Modulname	Modulnummer
Vertiefte Kapitel der Angewandten Mathematik	3649

Konto	Pflichtmodule - ME 2024
-------	-------------------------

Modulverantwortliche/r	Modultyp	Empf. Trimester
Univ.-Prof. Dr. rer. nat. Matthias Gerdts	Pflicht	3

Workload in (h)	Präsenzzeit in (h)	Selbststudium in (h)	ECTS-Punkte
150	72	78	5

Zugehörige Lehrveranstaltungen:

Nr.	Art	Veranstaltungsname	Teilnahme	TWS
36491	VL	Vertiefte Kapitel der Angewandten Mathematik	Pflicht	6
Summe (Pflicht und Wahlpflicht)				6

Empfohlene Voraussetzungen
Kenntnisse in höherer Mathematik und Numerik, Kenntnisse in Regelungstechnik und Optimierung sind vorteilhaft.
Qualifikationsziele
Die Studierenden erwerben im Modul Kenntnisse zur Theorie und Numerik von Optimalsteuerungsproblemen sowie deren Anwendung in Regelungsaufgaben. Darüber hinaus lernen die Studierenden, Aufgaben aus der Praxis zu modellieren und mithilfe von Softwarepaketen zu lösen.
Inhalt
<ul style="list-style-type: none"> • Modellierung und Formulierung von Optimalsteuerungsproblemen • Notwendige Bedingungen für Optimalsteuerungsprobleme: lokales und globales Minimumprinzip • Numerische Methoden für Optimalsteuerungsprobleme: indirekte Methoden und direkte Diskretisierungsmethoden • Gitterbasierte Methoden auf Basis der Wertefunktion; Konstruktion von Feedback-Reglern • Anwendung der Methoden in modell-prädiktive Regelungsverfahren • Anwendungsbeispiele und deren praktische Lösung
Literatur
<ul style="list-style-type: none"> • M. Gerdts: Optimal Control of ODEs and DAEs, De Gruyter, Berlin, 2011. • L. Grüne, J. Pannek: Nonlinear Model Predictive Control - Theory and Algorithms, 2nd Edition, Springer, 2017.
Leistungsnachweis
Mündliche Prüfung 30 Minuten.

Verwendbarkeit
Pflichtmodul im Master-Studiengang Luft- und Raumfahrttechnik in verschiedenen Vertiefungsrichtungen
Dauer und Häufigkeit
Das Modul dauert 1 Trimester, es findet im Herbsttrimester statt.

Modulname	Modulnummer
Grundlagen der Informationssicherheit	3459

Konto	PFL Module ME-ITSK 2024
-------	-------------------------

Modulverantwortliche/r	Modultyp	Empf. Trimester
Univ.-Prof. Dr. rer. nat. Wolfgang Hommel	Pflicht	1

Workload in (h)	Präsenzzeit in (h)	Selbststudium in (h)	ECTS-Punkte
180	72	108	6

Zugehörige Lehrveranstaltungen:

Nr.	Art	Veranstaltungsname	Teilnahme	TWS
10101	VÜ	Ausgewählte Kapitel der IT-Sicherheit	Pflicht	3
11432	VÜ	Sicherheit in der Informationstechnik	Pflicht	3
Summe (Pflicht und Wahlpflicht)				6

Empfohlene Voraussetzungen

Für das Modul werden grundlegende Kenntnisse in folgenden Bereichen benötigt:

- Programmieren und Software Engineering, wie z.B. in den Bachelormodulen "Einführung in die Informatik 1/2" und "Objektorientierte Programmierung" vermittelt.
- Rechnernetze, wie z.B. in "Einführung in Rechnernetze" vermittelt.

Qualifikationsziele

Das Absolvieren des Moduls wird Studierenden im Bachelor-Studium, die den Master-Studiengang Cyber-Sicherheit (MCYB) studieren möchten, **dringend** empfohlen. MCYB-Studierende, die das Modul nicht bereits im Bachelor-Studium absolviert haben, müssen es zu Beginn des Master-Studiengangs verpflichtend belegen.

Studierende erhalten einen Einblick in die verschiedenen Aspekte der IT-Sicherheit und sind in der Lage, die Bedeutung und Zusammenhänge verschiedener technischer und organisatorischer Einflussfaktoren auf die IT-Sicherheit zu verstehen. Mit den erworbenen Kenntnissen können die Studierenden systematische Bewertungen des Schutzbedarfs und des Sicherheitsniveaus moderner IT-Systeme und IT-Infrastrukturen vornehmen, in die auch in der Praxis häufig noch unterschätzte nicht-technische Faktoren einfließen.

Inhalt

Das Modul führt in die Grundlagen der Informations- und IT-Sicherheit ein und gibt dabei einen breiten Überblick über die Teildisziplinen der Informationssicherheit.

Die Lehrveranstaltung "Sicherheit in der Informationstechnik" umfasst klassische Methoden der technischen und organisatorischen Informationssicherheit, u.a.

- Bedrohungen und Gefährdungen, Risikoanalysen
- Security Engineering
- Grundlagen der angewandten Kryptographie
- Sicherheitsmodelle

- Grundlagen von
 - Netzsicherheit
 - komponentenorientierter Sicherheit
 - Systemsicherheit
 - Anwendungssicherheit
 - Softwaresicherheit

Die Lehrveranstaltung "Ausgewählte Kapitel der IT-Sicherheit" vertieft einige Aspekte der Informationssicherheit mit hoher praktischer Relevanz u.a. anhand von Fallbeispielen und Lösungsansätzen aus der Forschung; die behandelten Themen umfassen u.a.:

- Security Incident Response mit Breach- und Malware-Analyse
- Social Engineering: Faktor Mensch in der Informationssicherheit
- Stolperfallen bei angewandter Kryptographie

Literatur

- Claudia Eckert: IT-Sicherheit: Konzepte - Verfahren - Protokolle. De Gruyter Oldenbourg 2018 (10. Auflage).
- Ross Anderson: Security Engineering: A Guide to Building Dependable Distributed Systems. Wiley 2021 (3. Auflage).
- Christof Paar, Jan Pelzl: Kryptografie verständlich: Ein Lehrbuch für Studierende und Anwender. Springer Vieweg 2016.
- Sharon Conheady: Social Engineering in IT Security — Tools, Tactics, and Techniques. McGrawHill 2014.

Leistungsnachweis

Schriftliche Prüfung mit 60 Minuten Dauer, in der beide Lehrveranstaltungen des Moduls in gleichem Umfang geprüft werden.

Verwendbarkeit

Das Modul vermittelt Grundlagen und Begriffe der IT-Sicherheit, die u.a. in der Softwareentwicklung und beim praktischen Betrieb von IT-Diensten benötigt werden. Seine Inhalte werden in den meisten Modulen im Masterstudiengang Cyber-Sicherheit vorausgesetzt und sind für die IT-sicherheitsbezogenen Module in den Masterstudiengängen Informatik, Wirtschaftsinformatik und Mathematical Engineering (Wahlpflichtgruppe IT-Sicherheit und Kommunikation) relevant.

Dauer und Häufigkeit

Das Modul dauert 1 Trimester und wird jeweils im WT für Master-Studierende und im FT für Bachelor-Studierende angeboten.

Sonstige Bemerkungen

Das Modul wird derzeit üblicherweise inhaltsgleich zweimal pro Jahr, im WT und im FT, angeboten. Es ist dabei im WT für Masterstudierende (zum Beginn des Masterstudiums) und im FT für Bachelorstudierende (BINF-/WINF-Wahlpflichtmodul gemäß Musterstudienplan im FT des zweiten Studienjahres) gedacht. Die Teilnahme ist selbstverständlich auch im jeweils anderen Trimester möglich, allerdings kann bei der Termin- und Raumplanung keine Rücksicht auf Überschneidungen mit anderen Mastermodulen (im FT) bzw. Bachelormodulen (im WT) genommen werden.

Modulname	Modulnummer
Kommunikationsnetze II	4138

Konto	PFL Module ME-ITSK 2024
-------	-------------------------

Modulverantwortliche/r	Modultyp	Empf. Trimester
Univ.-Prof. Dr.-Ing. Carmen Mas Machuca	Pflicht	3

Workload in (h)	Präsenzzeit in (h)	Selbststudium in (h)	ECTS-Punkte
150	90	60	5

Zugehörige Lehrveranstaltungen:

Nr.	Art	Veranstaltungsname	Teilnahme	TWS
41381	VÜ	Kommunikationsnetze II	Pflicht	5
Summe (Pflicht und Wahlpflicht)				5

Empfohlene Voraussetzungen
Keine

Qualifikationsziele
<p>Mit diesem Modul erlernen Studierende die Formulierung unterschiedlicher Planungsprobleme von Kommunikationsnetzen. Diese Probleme unterscheiden sich hinsichtlich der Ziele und Anforderungen der Betreiber. Dadurch werden die Studierenden in der Lage sein, das beste Problem für jeden Anwendungsfall zu identifizieren. Es werden verschiedene Methoden behandelt: Heuristik, ILPs und maschinelles Lernen, wobei den Studierenden die Vorteile jeder einzelnen Methode aufgezeigt werden. Darüber hinaus verstehen die Studierenden die Bedeutung der Zuverlässigkeit in Kommunikationsnetzen, wie man sie bewertet, welche verschiedenen Metriken verwendet werden können und wie sie bei der Netzplanung beim Entwurf des Netzes, aber auch beim Aufbau neuer Verbindungen berücksichtigt werden können.</p>

Inhalt
<p>Nach einer allgemeinen Einführung in Kommunikationsnetze lernen die Studierenden die verschiedenen Technologien, Segmente und Geschäftsmodelle kennen.</p> <p>Der erste Teil des Kurses konzentriert sich auf verschiedene Netzplanungsprobleme und verdeutlicht den Unterschied zwischen Zugangs- und Kernnetzen. Die Planungsprobleme unterscheiden sich hinsichtlich der Zielfunktion und/oder der Randbedingungen.</p> <p>Der zweite Teil des Kurses konzentriert sich auf die Netzresilienz und darauf, wie unterschiedliche Verbindungsverfügbarkeiten gewährleistet werden können. Zu diesem Zweck werden verschiedene Metriken und Modelle eingeführt. Die Modelle werden auf verschiedene Anwendungsfälle angewendet und bewerten den Kompromiss zwischen Zuverlässigkeit und den erforderlichen Netzressourcen. Die Netzresilienz wird sowohl auf der physikalischen als auch auf der logischen Ebene untersucht.</p>

Literatur
“Mesh based survivable networks” by W. D. Grover
Leistungsnachweis
Schriftliche Prüfung 90 Minuten.
Verwendbarkeit
<ul style="list-style-type: none">• Pflichtmodul im Studiengang EIT M.Sc. für die Vertiefungsrichtung SKE• Pflichtmodul im Studiengang ME M.Sc. für die Wahlpflichtgruppe ITSK• EIT MSc. Wahlpflichtmodul MINT
Dauer und Häufigkeit
Das Modul dauert 1 Trimester. Das Modul beginnt jedes Studienjahr jeweils im Herbsttrimester des 1. Studienjahres.

Modulname	Modulnummer
Funksysteme und Antennen	4150

Konto	PFL Module ME-ITSK 2024
-------	-------------------------

Modulverantwortliche/r	Modultyp	Empf. Trimester
Prof. Dr.-Ing. (habil) Stefan Lindenmeier	Pflicht	1

Workload in (h)	Präsenzzeit in (h)	Selbststudium in (h)	ECTS-Punkte
150	60	90	5

Zugehörige Lehrveranstaltungen:

Nr.	Art	Veranstaltungsname	Teilnahme	TWS
41501	VÜ	Übertragungssysteme der Hochfrequenztechnik und Antennen	Pflicht	3
41502	P	Praktikum Übertragungssysteme der Hochfrequenztechnik	Pflicht	2
Summe (Pflicht und Wahlpflicht)				5

Empfohlene Voraussetzungen

Vorausgesetzt werden Kenntnisse in Hochfrequenztechnik und Theoretischer Elektrotechnik, wie sie z.B. in den Modulen „Einführung in Hochfrequenztechnik“, „Secure Communications“, „Elektrodynamik“ aus den jeweiligen B.Sc.-Studiengängen vermittelt werden.

Qualifikationsziele

Die Studierenden haben ein detailliertes Verständnis des Aufbaus von mobilen Funksystemen, Systemen der Funkortung und der Radartechnik. Sie sind in der Lage, Übertragungssysteme und deren aktiver Hochfrequenz-Komponenten hinsichtlich ihrer Gesamtsystemparameter zu analysieren und bewerten.

Die Studierenden kennen den Aufbau von Sende-Empfängern, Frontend-Architekturen und deren Hochfrequenzschaltungen und sind in der Lage, diese zu analysieren.

Die Studierenden haben vertiefende Kenntnisse von Antennen und Mehrantennensystemen und können diese selbständig analysieren und vergleichen.

Inhalt

Veranstaltung 1.:

In dieser Vorlesung erhalten die Studierenden eine vertiefende Einführung in moderne Übertragungssysteme: Mobile und fest installierte Funknetze für die Anwendungen Mobilkommunikation, Funkortung und Radar.

Die Studierenden erwerben ein grundlegendes Verständnis zu Aufbau und Funktion aktiver Hochfrequenz-Frontend-Schaltungen wie z. B. mehrstufiger Verstärker, Mischer und Oszillatoren und lernen, mit deren Parametern umzugehen.

Die Studierenden erhalten eine vertiefende Einführung in Antennen für Funkverkehr, Funkortung und Radar, adaptive Antennengruppen und Frontendarchitekturen für Richtfunksysteme mit adaptiver Strahlformung sowie intelligente Antennensysteme.

Ein Verständnis der Grundlagen von Antennendiversity-Verfahren zur Empfangsverbesserung bei Mehrwege-Wellenausbreitung sowie von Antennen und Frontendaufbau von Single Input Multiple Output (SIMO) und Multiple Input Multiple Output (MIMO)-Übertragungstrecken wird vermittelt.

Ein Kurzüberblick über Frontend-Architekturen sowie Sender und Empfänger-Architekturen ermöglicht den Studierenden einen Einblick in den Aufbau realer Übertragungssysteme.

Veranstaltung 2.:

Das Praktikum bietet einen Einblick in Aufbau und Funktion moderner Funkübertragungstechnik. Anhand von ausgewählten Versuchen werden exemplarisch typische Baugruppen der Funktechnik mit Hilfe moderner Mess- und Simulationstechnik analysiert und optimiert, wie z. B. Verstärker, Bandfilter, Antennen, ... Hierdurch erhalten die Studierenden die Fähigkeit, in den Vorlesungen erworbenes Wissen selbständig anzuwenden und die Ergebnisse zu analysieren.

Literatur

- Meinke, Gundlach: "Taschenbuch der Hochfrequenztechnik", Springer Verlag, Berlin, 1986

Leistungsnachweis

Schriftliche Prüfung 75 min am Ende des Trimesters.

Verwendbarkeit

- Pflichtmodul im Studiengang EIT M.Sc. für die Studienrichtung SKE
- Wahlpflichtmodul im Studiengang EIT M.Sc. für die Studienrichtung EET
- Pflichtmodul im Masterstudiengang ME
- Pflichtmodul im Masterstudiengang ETTI (weiterhin als Beitrag zu CAE bzw. Nachfolgeprogramm. Derzeit in CAE-Modul 3660)

Dauer und Häufigkeit

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

Modulname	Modulnummer
Signalverarbeitung	6050

Konto	PFL Module ME-ITSK 2024
-------	-------------------------

Modulverantwortliche/r	Modultyp	Empf. Trimester
Univ.-Prof. Dr.-Ing. Andreas Knopp	-	1

Workload in (h)	Präsenzzeit in (h)	Selbststudium in (h)	ECTS-Punkte
150	60	90	5

Zugehörige Lehrveranstaltungen:

Nr.	Art	Veranstaltungsname	Teilnahme	TWS
60501	VÜ	Signalverarbeitung	Pflicht	5
Summe (Pflicht und Wahlpflicht)				5

Voraussetzungen laut Prüfungsordnung

keine

Empfohlene Voraussetzungen

Kenntnisse der Signal- und Systemtheorie, der Wahrscheinlichkeitsrechnung und stochastischer Prozesse und der höheren Mathematik.

Qualifikationsziele

Die Studierenden verstehen die mit dem Übergang vom kontinuierlichen Signal zum zeit- und wertdiskreten Signal einhergehenden Veränderungen von Signaleigenschaften. Sie wenden diese Signaleigenschaften eigenständig auf praktische Probleme an. Hierzu verfügen sie über einen sicheren Umgang mit Schlüsseltechniken der digitalen Signalverarbeitung im Zeit- und Frequenzbereich. Die Studierenden differenzieren ferner die Prinzipien der statistischen Signalklassifikation.

Inhalt

Die Studierenden werden in dieser Lehrveranstaltung spezifisch mit digitalen Signalen deterministischer und stochastischer Natur (Zufallssignalen) vertraut gemacht. Sie setzen sich im ersten Schritt mit der Darstellung von zeitkontinuierlichen und zeitdiskreten Signalen im Zeit- und Frequenzbereich als Fourier-Reihe, Fourier-Transformation, Laplace-Transformation, Z-Transformation und zeitdiskrete Fourier-Transformation (DTFT) auseinander. Dazu verdeutlichen sich die Studierenden erneut das Verfahren der Signalabtastung und dessen Effekte. Als wichtigstes Ergebnis dieses Abschnitts zu den Signaltransformationen erlernen die Studierenden das Werkzeug der diskreten Fourier-Transformation (DFT) und grenzen dieses zu anderen Verfahren ab. Dabei machen sie sich mit allen Effekten der DFT vertraut, insbesondere der Zusammenhänge von Zeit- und Frequenzauflösung, Aliasing und Leakage-Effekt. Spezifische Größen für Zufallssignale und Zufallsvariablen sowie allgemeine stochastische Prozesse, insbesondere die Autokorrelation, Kreuzkorrelation und das Leistungsdichtespektrum, vervollständigen das Bild basierend auf den Wiener'schen Theorien. Darauf aufbauend wird die Spektralschätzung und Spektralanalyse eingeführt. So erwerben die

<p>Studierenden fundierte Kenntnis über die Spektralanalyse und Spektralschätzung von deterministischen Signalen und Zufallssignalen, wobei traditionelle, nicht-parametrische sowie parametrische Spektralschätzverfahren vermittelt werden. Zur Abrundung erlernen die Studierenden die Grundlagen der Parameterschätzung mithilfe von Statistiken höherer Ordnung (Higher-Order Statistics, HOS) und bestimmen die Schätzgüte anhand der wesentlichen Parameter Erwartungstreue und Schätzvarianz. Mithilfe der Cramer-Rao-Bound erlernen sie ferner, die Schätzgüte absolut sowie im Vergleich mit anderen Schätzverfahren zu beurteilen.</p>
Literatur
<ul style="list-style-type: none">• Kammeyer KD, Kroschel K: Digitale Signalverarbeitung. Springer Vieweg, 2022• Oppenheim A, Schaffer R: Discrete-Time Signal Processing: Pearson New International Edition. Pearson Education Limited, 2013
Leistungsnachweis
Schriftliche Prüfung von 60 Minuten Dauer (sP-60).
Verwendbarkeit
<ul style="list-style-type: none">• Pflichtmodul im Studiengang EIT M.Sc. für die Studienrichtung SKE• Pflichtmodul im Studiengang ME M.Sc. für die Wahlpflichtgruppe ITSK• Wahlpflichtmodul im Studiengang CYB M.Sc. für das Vertiefungsfeld SI• Wahlpflichtmodul im Studiengang INF M.Sc. für das Anwendungsfach Elektrotechnik• Wahlpflichtmodul MINT
Dauer und Häufigkeit
1 Trimester, in jedem WT

Modulname	Modulnummer
Informations- und Codierungstheorie	1037

Konto	WPFL Module ME-ITSK 2024
-------	--------------------------

Modulverantwortliche/r	Modultyp	Empf. Trimester
Univ.-Prof. Dr. rer. nat. Peter Hertling	Wahlpflicht	1

Workload in (h)	Präsenzzeit in (h)	Selbststudium in (h)	ECTS-Punkte
180	60	120	6

Zugehörige Lehrveranstaltungen:

Nr.	Art	Veranstaltungsname	Teilnahme	TWS
1037	VÜ	Informations- und Codierungstheorie	Wahlpflicht	5
Summe (Pflicht und Wahlpflicht)				5

Empfohlene Voraussetzungen

Es werden Grundkenntnisse in Analysis, linearer Algebra und Wahrscheinlichkeitstheorie vorausgesetzt.

Qualifikationsziele

Die Studierenden lernen einerseits grundlegende theoretische Begriffe zur Übertragung von Information durch einen Bitstrom kennen, sowie prinzipielle Grenzen der Informationsübertragung.

Andererseits lernen sie wichtige Codierungsmethoden kennen, die in der digitalen elektronischen Datenübertragung verwendet werden. Sie lernen zu beurteilen, welche Codierungsmethoden in welcher Situation vorzuziehen sind. Außerdem sollen sie selbst Algorithmen zur Codierung und Decodierung (auch Fehlerkorrektur) implementieren können.

Inhalt

Grundlegende Fragen der Informationsverarbeitung sind, wieviel Information man in einen Bitstrom hineincodieren kann und wieviel Information man durch das Senden eines Bitstroms in einer bestimmten Zeit von einem Ort zu einem anderen Ort übertragen kann, wenn der Bitstrom nur mit einer bestimmten Geschwindigkeit gesendet werden kann und die Sendung womöglich noch gestört wird. Diese Fragen werden in der Shannonschen Informationstheorie behandelt, die Inhalt dieser Veranstaltung ist. Dazu werden Grundbegriffe zu Codes eingeführt, der Begriff der Entropie, Nachrichtenquellen und Kanäle. Ziele sind der Quellencodierungssatz und der Kanalcodierungssatz von Shannon.

Anschließend werden in der Praxis wichtige Codierungsmethoden behandelt z.B. lineare Codes und Faltungscodes. Es werden Algorithmen und Ergebnisse zu derartigen Codierungsmethoden und zur Decodierung und Fehlerkorrektur einer übertragenen,

codierten, aber möglicherweise gestörten Nachricht behandelt werden. Am Ende soll noch eine kurze Einführung in die algorithmische Informationstheorie gegeben werden.
Literatur
<ul style="list-style-type: none">• Thomas M. Cover, Joy A. Thomas: Elements of Information Theory, John Wiley & Sons, Inc., New York, 1991.• Werner Heise, Pasquale Quattrocchi: Informations- und Codierungstheorie, Springer-Verlag, Berlin, 2. Auflage, 1989.• Rudolf Mathar: Informationstheorie, B. G. Teubner, Stuttgart, 1996.• Robert J. McEliece: The Theory of Information and Coding, Addison-Wesley Publishing Company, Reading, Massachusetts, 1977.• Wolfgang Willems: Codierungstheorie und Kryptographie, Birkhäuser, Basel, 2008.
Leistungsnachweis
Mündliche Prüfung von 30 Minuten Dauer.
Verwendbarkeit
<ul style="list-style-type: none">• Wahlpflichtmodul im Masterstudiengang Informatik, Vertiefungsfeld Theoretische Informatik• Wahlpflichtmodul im Masterstudiengang Cyber-Sicherheit, Vertiefungsfeld Security Intelligence (SI)• Wahlpflichtmodul im Masterstudiengang Mathematical Engineering, Vertiefungsfeld IT-Sicherheit und Kommunikationssysteme (ITSK)• Nützlich für alle Module, die mit Datenübertragung und elektronischen Kommunikationssystemen befasst sind.
Dauer und Häufigkeit
Das Modul dauert 1 Trimester. Es findet üblicherweise im Wintertrimester statt, wird aber nicht in jedem Studienjahr angeboten. Die konkreten Angebotstermine können der Lehrveranstaltungsplanung der Fakultät für Informatik entnommen werden.

Modulname	Modulnummer
Ausgewählte Kapitel der Komplexitätstheorie	1196

Konto	WPFL Module ME-ITSK 2024
-------	--------------------------

Modulverantwortliche/r	Modultyp	Empf. Trimester
Univ.-Prof. Dr. rer. nat. Peter Hertling	Wahlpflicht	3

Workload in (h)	Präsenzzeit in (h)	Selbststudium in (h)	ECTS-Punkte
180	60	120	6

Zugehörige Lehrveranstaltungen:

Nr.	Art	Veranstaltungsname	Teilnahme	TWS
11961	VL	Ausgewählte Kapitel der Komplexitätstheorie	Pflicht	3
11962	UE	Ausgewählte Kapitel der Komplexitätstheorie	Pflicht	2
Summe (Pflicht und Wahlpflicht)				5

Empfohlene Voraussetzungen

Vorausgesetzt werden Kenntnisse über Komplexitätstheorie, wie sie z.B. im Modul Algorithmen und Komplexität vermittelt werden, sowie Grundkenntnisse in Mathematik und über Algorithmen.

Qualifikationsziele

Die Fähigkeiten der Studierenden, die Schwierigkeit von Berechnungsproblemen aus der Praxis abzuschätzen, werden erheblich erweitert. Dazu lernen sie verschiedene Komplexitätsbegriffe aus unterschiedlichen Gebieten der Informatik und neue Werkzeuge zum Vergleich der Komplexität unterschiedlicher Probleme miteinander kennen. Sie beschäftigen sich mit interaktiven Protokollen, die in einer vernetzten Welt immer wichtiger werden, und mit einem bedeutenden komplexitätstheoretischen Resultat jüngerer Datums, das es ihnen erlaubt, auch die Schwierigkeit von Optimierungsproblemen besser zu beurteilen.

Inhalt

Einerseits soll in diesem Modul die bereits im Modul Algorithmen und Komplexität entwickelte Theorie für die Komplexität von Entscheidungsproblemen vertieft und verfeinert werden. Stichworte sind Berechnungen mit Orakeln und die polynomielle Hierarchie. Diagonalisierungstechniken zur Separierung von Komplexitätsklassen werden diskutiert. Kolmogorovkomplexität als Maß für die Komprimierbarkeit von Objekten wird behandelt und der Begriff unter anderem auf K-triviale Mengen angewendet. Zuletzt werden moderne Entwicklungen in der Komplexitätstheorie behandelt: Interaktive Beweissysteme und das PCP-Theorem, ein wichtiges Ergebnis über die Schwierigkeit von Approximationslösungen von Optimierungsproblemen.

Leistungsnachweis
Mündliche Prüfung von 30 Minuten Dauer.
Verwendbarkeit
<ul style="list-style-type: none">• Wahlpflichtmodul im Masterstudiengang Informatik, Vertiefungsfeld Theoretische Informatik• Wahlpflichtmodul im Masterstudiengang Mathematical Engineering, Vertiefungsfeld IT-Sicherheit und Kommunikationssysteme (ITSK)• Nützlich für andere Module im Masterstudiengang Informatik, in denen die Komplexität von Berechnungsproblemen eine Rolle spielt.
Dauer und Häufigkeit
Das Modul dauert 1 Trimester. Es wird nicht in jedem Studienjahr angeboten. Die konkreten Angebotstermine können der Lehrveranstaltungsplanung der Fakultät für Informatik entnommen werden.

Modulname	Modulnummer
Algorithmen in der Mathematik	1211

Konto	WPFL Module ME-ITSK 2024
-------	--------------------------

Modulverantwortliche/r	Modultyp	Empf. Trimester
Univ.-Prof. Dr. Andreas Nickel	Pflicht	3

Workload in (h)	Präsenzzeit in (h)	Selbststudium in (h)	ECTS-Punkte
270	96	174	9

Zugehörige Lehrveranstaltungen:

Nr.	Art	Veranstaltungsname	Teilnahme	TWS
12111	VÜ	Algorithmische Zahlentheorie	Pflicht	5
12112	VÜ	Ausgewählte mathematische Methoden in Kryptographie und Codierungstheorie	Wahlpflicht	3
12113	VÜ	Quantencomputer	Wahlpflicht	3
Summe (Pflicht und Wahlpflicht)				8

Empfohlene Voraussetzungen

Generelles Interesse an Mathematik und Theorie. Es wird empfohlen, das Modul "Elementare Zahlentheorie und Kryptographie" absolviert zu haben.

Qualifikationsziele

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

Inhalt

Die Veranstaltung "Algorithmische Zahlentheorie" behandelt Grundbegriffe und wichtige Algorithmen aus der algebraischen Zahlentheorie, unter anderem Primzahlen und ihre Verallgemeinerungen, Primalitätstest, Faktorisierungsmethoden, und den Umgang mit elliptischen Kurven. Kryptographische Anwendungen werden im Blick behalten, sie sind aber nicht alleiniger Ausgangspunkt.

Die Veranstaltung "Ausgewählte mathematische Methoden der Kryptographie und Codierungstheorie" befasst sich mit ausgewählten und fortgeschrittenen Themen aus der Kryptographie und/oder der Codierungstheorie. Hierhin gehören kryptographische Verfahren, die auf zahlentheoretischen Ergebnissen aufsetzen, und "gute" Codes, die man mit Hilfe von algebraischen Kurven gefunden hat. Sowohl kryptographische als auch codierungstheoretische Inhalte sind vorgesehen; die Gewichtung zwischen diesen beiden Gebieten kann aber variieren.

In der Veranstaltung "Quantencomputer" wird das Modell des Quantencomputers vorgestellt. Seit Jahrzehnten gibt es nämlich die Hoffnung, dass man durch effizientes Ausnutzen von quantenmechanischen Vorgängen Computer bauen kann, die bestimmte

Berechnungsprobleme schneller lösen können als herkömmliche Computer. Zuerst werden einige mathematische Grundlagen gelegt, und es wird eine kurze Einführung in die notwendigen Begriffe der Quantenmechanik gegeben. Dann wird das Modell des Quantencomputers eingeführt, und es werden verschiedene Algorithmen für Quantencomputer behandelt, unter anderem der Algorithmus von Grover und der berühmte Faktorisierungsalgorithmus von Shor. Auch Komplexitätstheoretische Aspekte werden besprochen.

Literatur

Zur VÜ Algorithmische Zahlentheorie:

- O. Forster: Algorithmische Zahlentheorie, Springer
- H. Cohen: A course in computational algebraic number theory, Graduate Texts in Mathematics 138, Springer

Zur VÜ Ausgewählte mathematische Methoden in Kryptographie und Codierungstheorie:

- D. Jungnickel: Codierungstheorie, Spektrum Akad. Verlag
- W. Lütkebohmert, Codierungstheorie, Springer-Vieweg
- W. Heise und P. Quattrocchi: Informations- und Codierungstheorie, Springer

Zur VÜ Quantencomputer:

- M. Homeister: Quantum Computing verstehen, Springer
- E. Desurvire: Classical and quantum information theory, Cambridge University Press

Leistungsnachweis

Schriftliche Prüfung von 90 Minuten Dauer oder mündliche Prüfung von 30 Minuten Dauer. Die Art der Prüfung wird zu Beginn des Moduls bekannt gegeben.

Verwendbarkeit

- Wahlpflichtmodul im Anwendungsfach Mathematik und Angewandte Systemwissenschaften im Masterstudiengang Informatik.
- Wahlpflichtmodul in der Wahlpflichtgruppe IT-Sicherheit und Kommunikationssysteme (ITSK) im Masterstudiengang Mathematical Engineering.

Dauer und Häufigkeit

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

Sonstige Bemerkungen

Neben der Pflichtveranstaltung "Algorithmische Zahlentheorie" ist eine der beiden anderen Vorlesungen mit Übungen im Umfang von 3 TWS zu belegen.

Modulname	Modulnummer
Data Mining und IT- basierte Entscheidungsunterstützung	1231

Konto	WPFL Module ME-ITSK 2024
-------	--------------------------

Modulverantwortliche/r	Modultyp	Empf. Trimester
Univ.-Prof. Dr. Stefan Pickl	Pflicht	1

Workload in (h)	Präsenzzeit in (h)	Selbststudium in (h)	ECTS-Punkte
180	60	120	6

Zugehörige Lehrveranstaltungen:

Nr.	Art	Veranstaltungsname	Teilnahme	TWS
12311	VÜ	Data Mining und IT-basierte Entscheidungsunterstützung	Pflicht	5
Summe (Pflicht und Wahlpflicht)				5

Empfohlene Voraussetzungen

Grundkenntnisse zu mathematischen Methoden des Operations Research und der Statistik wie sie z.B. im Bachelor Informatik bzw. Wirtschaftsinformatik vermittelt werden.

Qualifikationsziele

Lernziele sind das kompetente Beherrschen grundlegender Verfahren und Methoden sowie ihrer praktischen Anwendung in den unter Inhalte dargestellten Bereichen.

Inhalt

Die Studierenden sollen in dieser Veranstaltung mit den IT-basierten und entscheidungstheoretischen Grundlagen im Bereich der modernen Datenanalyse vertraut gemacht werden; insbesondere im Hinblick auf die Strukturierung von Entscheidungsproblemen, die Entwicklung von geeigneten Analyseverfahren zur Erforschung von komplexen datenbasierten Zusammenhängen ("Exploratory Analysis").

Data Mining bedeutet dabei das Extrahieren von impliziten, noch unbekanntem Informationen aus Rohdaten. Dazu sollten IT-Systeme in die Lage versetzt werden, Datenbanken und Datenansammlungen (z.B. im Bereich der Geoinformatik) automatisch nach Gesetzmäßigkeiten und Mustern zu durchsuchen und einen Abstraktionsprozess durchzuführen, der als Ergebnis aussagekräftige Informationen liefert. Insbesondere das heutige maschinelle Lernen und das Verfahren des "Datafarming" stellen dafür die Werkzeuge und Techniken zur Verfügung, die in den Bereich des modernen Wissensmanagements (bis zur Begriffsanalyse) und "Datamining" hineinführen.

Literatur

- Decision Support Systems Developing Web-Enabled Decision Support Systems, Abhijit A. Pol and Ravindra K. Ahuja. Dynamic Ideas 2007.
- Exploratory Data Analysis Making Sense of Data: A Practical Guide to Exploratory Data Analysis and Data Mining, Glenn J. Myatt. John Wiley, 2006.

- Spatial Data Analysis Spatial Data Analysis - Theory and Practice, Robert Haining, Cambridge University Press 2003.
- Data Mining Data Mining: Practical Machine Learning Tools and Techniques (Second Edition) Ian H. Witten, Eibe Frank. Morgan Kaufmann 2005.
- Data Mining: A Knowledge Discovery, K. Cios, W. Pedrycz, R. Swiniarski Springer, 2007.
- Data Mining Introductory and Advanced Topics, Margaret Dunham, Prentice Hall, 2003.
- Advances in Knowledge Discovery and Data Mining, U. Fayyad, G. Piatetsky-Shapiro, P. Smyth, R. Uthurusamy, editors , MIT Press, 1996.
- Data Mining: Concepts and Techniques, Jiawei Han, Micheline Kamber. Morgan Kaufmann, 2006.
- Principles of Data Mining, David J. Hand, Heikki Mannila and Padhraic Smyth. MIT Press, 2000. Daniel T. Larose,
- Discovering Knowledge in Data: An Introduction to Data Mining, John Wiley 2004. Robert Nisbet, John Elder, IV and Gary Miner.
- Handbook of Statistical Analysis and Data Mining Applications. Elsevier 2009.
- Statistical Learning - Machine Learning Trevor Hastie, Robert Tibshirani, Jerome Friedman,
- The Elements of Statistical Learning: Data Mining, Inference, and Prediction, Springer Verlag, 2001. Mehmed Kantardzic, Data Mining: Concepts, Models, Methods, and Algorithms, Wiley-IEEE Press, 2002.

Weiterführende Literatur:

- Zeitreihenanalyse Time Series Analysis. Hamilton 1994.
- Reinforcement Lernen und Spieltheorie Reinforcement Learning: An Introduction. Sutton and Barto: MIT Press 1998.
- Fun and Games: A Text on Game Theory. Binmore, Linster, Houghton Mifflin 2000.
- Statistik Bayesian Data Analysis. Gelman, Carlin, Stern, Rubin: Chapman 1995. Introduction to Mathematical Statistics. Hogg, Craig: Prentice Hall 2004.
- Principles of Statistics. Bulmer: Dover 1979.
- Probability, Random Variables and Stochastic Proc., Papoulis, McGraw, Hill 2002.

Leistungsnachweis

Schriftliche Prüfung von 60 Minuten Dauer oder mündliche Prüfung von 20 Minuten Dauer. Die Art der Prüfung wird zu Beginn des Moduls bekannt gegeben

Verwendbarkeit

Die Vorlesung kann durch weiterführende Veranstaltungen im Bereich der Datenanalyse fortgeführt werden, z.B. im Bereich der modernen Begriffsanalyse, des Algorithmic Engineering, im Rahmen von Spezialvorlesungen der Numerik und Statistik sowie der Geoinformatik. Ebenfalls bestehen enge Bezüge zu wissenschaftlichen Forschungsgebieten im Bereich der Künstlichen Intelligenz.

Dauer und Häufigkeit

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

Modulname	Modulnummer
Praktikum: Nachrichtentechnische Systeme	1287

Konto	WPFL Module ME-ITSK 2024
-------	--------------------------

Modulverantwortliche/r	Modultyp	Empf. Trimester
Univ.-Prof. Dr.-Ing. Andreas Knopp	Wahlpflicht	3

Workload in (h)	Präsenzzeit in (h)	Selbststudium in (h)	ECTS-Punkte
150	60	90	5

Zugehörige Lehrveranstaltungen:

Nr.	Art	Veranstaltungsname	Teilnahme	TWS
12871	P	Praktikum: Nachrichtentechnische Systeme	Wahlpflicht	5
Summe (Pflicht und Wahlpflicht)				5

Voraussetzungen laut Prüfungsordnung

keine

Empfohlene Voraussetzungen

- BSc.-Modul 4079: Signale und Systeme
- BSc.-Modul 4092: Kommunikationstechnik
- BSc.-Modul 4088: Kommunikationsnetze
- BSc.-Modul 4093: Grundlagen der Messtechnik

Qualifikationsziele

Die Studierenden können die erlernten Kenntnisse und Methoden aus den Modulen 4079, 4092 und 4088 an nachrichtentechnischen Systemen in der Praxis anwenden. Sie können theoretisch bestimmte Eigenschaften durch Messungen bestätigen. Sie können mit modernen Messgeräten umgehen.

Inhalt

Die Studierenden vertiefen ihre Kenntnisse der Signal- und Systemtheorie und der Kommunikationstechnik anhand von verschiedenen Versuchen. Dabei erlernen sie den Umgang mit modernen Messgeräten (Oszilloskop, Spektrumanalysator, Signalgenerator, Netzwerkanalysator, Bitfehlerraten tester etc.). Sie vertiefen in den Vorbereitungsaufgaben zu den Versuchen ihre Kenntnisse und Fähigkeiten und lernen bei der Versuchsdurchführung neben dem Umgang mit den Messgeräten auch die messtechnische Verifikation von theoretisch erwarteten Ergebnissen kennen. Die Nachbereitung der Versuche vertieft dieses Verständnis nochmals.

Folgende Versuche werden durchgeführt:

- Lineare Systeme: Messung von Impulsantwort und Übertragungsverhalten von analogen und digitalen Filtern, Entwurf und Programmierung eines digitalen Filters und dessen messtechnische Verifikation

- Nichtlineare Systeme: Messung von Übertragungskennlinien und Verhalten im Spektralbereich, Bestimmung von Intermodulationsparametern diverser Verstärker
- Abtastung: Messung von Zeitsignalen und dem zugehörigen Spektrum
- Stochastische Nachrichtensignale: Charakterisierung von linearen Systemen mittels stochastischer Eingangssignale und Berechnung von Korrelationsfunktionen
- Sprachsignalverarbeitung: Einsatz von Signalverarbeitungsalgorithmen zur Bearbeitung von Sprachsignalen (Redundanz- und Irrelevanzreduktion)
- Amplitudenmodulation: Aufbau eines Systems zur Amplitudenmodulation und Messung von Zeitsignalen und zugehörigen Spektren, Demodulation des amplitudenmodulierten Signals
- Frequenzmodulation: Aufbau eines Systems zur Frequenzmodulation und Messung von Zeitsignalen und zugehörigen Spektren, Demodulation des frequenzmodulierten Signals
- Pulsmodulation (PCM): Inbetriebnahme eines PCM-Übertragungssystems, Messung der quantisierten Zeitsignale, Messung des Einflusses von Kompression und Kanalstörungen
- Digitale Übertragungsverfahren: Inbetriebnahme einer trägermodulierten digitalen Signalübertragung mit BPSK und QPSK Modulation, Bestimmung des Einflusses von Synchronisationsparametern wie Taktoffset und Trägerphasenfehler, Messung von Bitfehlerratenkurven mit und ohne Fehlerkorrekturverfahren
- OFDM Übertragungsverfahren: Erzeugung eines OFDM-Signals mit einem Software-Defined-Radio, Übertragung des Signals über einen verzerrenden und durch Rauschen gestörten Kanal, Empfang des Signals mit einem Software-Defined-Radio, Auswertung einzelner Subträger, Augenmuster

Literatur

- Kammeyer/Dekorsy, Nachrichtenübertragung, Springer Vieweg
- Proakis/Salehi, Digital Communications, IRWIN Verlag
- Benvenuto/Cherubini, Algorithms for Communication Systems and their Applications, Wiley
- Proakis/Salehi/Bauch, Contemporary Communication Systems using MATLAB, CENGAGE Learning

Leistungsnachweis

Notenschein (Portfolioprüfung, regelmäßige Teilnahme an ca. 8 über 1 Trimester verteilte 180 min. Termine und 30 min. benotete mündliche Abfrage (100%))

Verwendbarkeit

- Wahlpflichtmodul im Studiengang ME M.Sc. für die Wahlpflichtgruppe ITSK
- EIT MSc. Wahlpflichtmodul MINT

Dauer und Häufigkeit

1 Trimester, in jedem HT

Modulname	Modulnummer
Praktikum: Numerische Simulation in der Technik	1493

Konto	WPFL Module ME-ITSK 2024
-------	--------------------------

Modulverantwortliche/r	Modultyp	Empf. Trimester
Univ.-Prof. Dr. rer. nat. Mathias Richter	Wahlpflicht	2

Workload in (h)	Präsenzzeit in (h)	Selbststudium in (h)	ECTS-Punkte
150	48	102	5

Zugehörige Lehrveranstaltungen:

Nr.	Art	Veranstaltungsname	Teilnahme	TWS
14931	P	Praktikum: Numerische Simulation in der Technik	Wahlpflicht	5
Summe (Pflicht und Wahlpflicht)				5

Voraussetzungen laut Prüfungsordnung
keine
Empfohlene Voraussetzungen
Den Modulen Mathematik I-III sowie dem Modul Ingenieurinformatik entsprechende Vorkenntnisse.
Qualifikationsziele
Die Studentinnen und Studenten können Matlab oder eine vergleichbare Programmierumgebung zum Durchführen numerischer oder statistischer Simulationsrechnungen und zur graphischen Aufbereitung der Simulationsergebnisse einsetzen. Sie erwerben die Fähigkeit, Bausteine numerischer Lösungsmethoden (etwa zur Nullstellenberechnung, zur Optimierung, zur Datenanalyse oder zum Lösen von Differentialgleichungen) zu komplexeren Anwendungscodes zusammzusetzen. Sie sind in der Lage, die Zuverlässigkeit der berechneten Simulationsergebnisse einzuschätzen.
Inhalt
Zwei in sich abgeschlossene Problemstellungen aus einer technischen Anwendung werden vorgegeben, etwa aus der Regelungstechnik, der Mechanik, der Signalverarbeitung oder der medizinischen Bildverarbeitung – individuelle Präferenzen der Studierenden können hierbei berücksichtigt werden. Zunächst wird ein mathematisches Modell erstellt. Anschließend ist ein Lösungsverfahren zu entwerfen und ein Algorithmus zu formulieren. Eine Implementierung in der vorgegebenen Programmierumgebung ist zu erstellen und auf die Problemstellung anzuwenden. Die Validität der errechneten Lösungen ist zu überprüfen und die Resultate sind in geeigneter Form – auch graphisch – darzustellen.
Literatur
Wird je zur konkreten Aufgabenstellung passend angegeben.

Leistungsnachweis
Notenschein (Portfolioprüfung; Ausarbeitung zur Lösung der schriftlichen Praktikumsaufgaben im Umfang von 5-10 Seiten (Gewichtung mit 1/3); Abgabe (in elektronischer Form) von funktionsfähigem und effizientem Programmcode als Lösung der gestellten Programmieraufgaben (Gewichtung mit 2/3)). Der Bearbeitungszeitraum kann frei eingeteilt werden und beträgt 5 bis 10 Wochen. Für den Umfang des zu erstellenden Programmcodes kann ein Richtwert von 10 Seiten angegeben werden, die tatsächliche Länge wird individuell je nach Programmierstil unterschiedlich sein.
Verwendbarkeit
Wahlpflichtmodul im Studiengang EIT M.Sc. für alle Studienrichtungen, Wahlpflichtmodul im Masterstudiengang ME.
Dauer und Häufigkeit
1 Trimester, in jedem FT oder unregelmäßig

Modulname	Modulnummer
Formale Entwicklung korrekter Software	1518

Konto	WPFL Module ME-ITSK 2024
-------	--------------------------

Modulverantwortliche/r	Modultyp	Empf. Trimester
PD Dr. Birgit Elbl Univ.-Prof. Dr.-Ing. Markus Siegle	Wahlpflicht	1

Workload in (h)	Präsenzzeit in (h)	Selbststudium in (h)	ECTS-Punkte
180	60	120	6

Zugehörige Lehrveranstaltungen:

Nr.	Art	Veranstaltungsname	Teilnahme	TWS
15171	VÜ	Entwurf Verteilter Systeme	Wahlpflicht	5
15172	VÜ	Methoden und Werkzeuge	Wahlpflicht	5
15174	VÜ	Spezifikation	Wahlpflicht	5
Summe (Pflicht und Wahlpflicht)				5

Empfohlene Voraussetzungen
Vorausgesetzt werden die im Bachelor-Studium erworbenen Grundkenntnisse und Fertigkeiten in diskreter Modellierung (elementare Logik und Mengenlehre), systematischer Programmentwicklung und Theoretischer Informatik. Für den "Entwurf verteilter Systeme" wird darüber hinaus Vertrautheit mit Grundlagen der Architektur und dem Entwurf von Rechen- und Kommunikationssystemen erwartet.
Qualifikationsziele
Die Studierenden erhalten einen Überblick über die wichtigsten Methoden und Werkzeuge für die formale Entwicklung korrekter Software, von der Spezifikation bis hin zum Entwurf verteilter Systeme. Sie erwerben die Kompetenz, diese im Entwurfsprozess gewinnbringend einzusetzen, d.h. einschlägige Verfahren und Werkzeuge auszuwählen und effizient anzuwenden.
Inhalt
Ein Schwerpunkt der Vorlesung "Spezifikation" sind abstrakte Datentypen, bei denen sowohl die initiale Semantik, als auch lose Spezifikationen behandelt werden. Den Studierenden werden Ansätze zur Strukturierung und zum schrittweisen Aufbau von Spezifikationen vorgestellt. Sie sehen Beispiele für die schrittweise Entwicklung von programmnahe aus rein deskriptiven Spezifikationen. Sie lernen die Kernbegriffe Verfeinerung, Erweiterung und abstrakte Implementierung und deren Rolle bei der Entwicklung von Spezifikationen kennen. Beispiele sind u.a. den Bereichen Spezifikation komplexer Datenstrukturen und zustandsorientierte Spezifikation sequentieller Systeme entnommen. Den Abschluss bildet eine kurze Einführung in die temporale Spezifikation nebenläufiger Systeme.

In der Vorlesung "Entwurf verteilter Systeme" werden formale Methoden vorgestellt, mit deren Hilfe die Struktur und das dynamische Verhalten von komplexen verteilten (oder allgemeiner ausgedrückt: nebenläufigen) Systemen spezifiziert werden kann. Wir behandeln insbesondere die beiden Spezifikationsformalismen Petrinetze und Prozessalgebren, und diskutieren ihre mathematischen Eigenschaften und die darauf aufbauenden Analyseverfahren.

Weiterhin behandeln wir die Frage nach der Formalisierung von Anforderungen an ein solches verteiltes System, wobei sich temporale Logiken als wertvolle Hilfsmittel erweisen. Es wird gezeigt, wie man mit der Methode des Model Checking komplexe, temporal spezifizierte Anforderungen automatisch überprüfen kann.

Neben den Verifikationsalgorithmen für die weit verbreitete Logik CTL werden Erweiterungen in Richtung von Realzeiteigenschaften angesprochen. In den Übungen erhalten die Studierenden auch Gelegenheit, entsprechende Software-Werkzeuge kennenzulernen und selbst zu erproben.

Die Vorlesung "Methoden und Werkzeuge" macht die Studierenden mit Systemen zur modellbasierten Spezifikation von Software (wie JCL, OCL und Z) bekannt. Fallstudien werden vorgestellt, von den Studierenden ergänzt und auf Konsistenz untersucht, wobei sie u.a. Methoden und Werkzeuge des Model Checking (z.B. Alloy) einzusetzen lernen.

Die Studierenden befassen sich mit der systematischen Herleitung korrekter Software, entweder durch Programmtransformation oder durch zielgerichtete Programmherleitung (z.B. mit VDM). Sie lernen, mit Hilfe von Werkzeugen (wie Spark) die Korrektheit von Software praktisch nachzuweisen. Dazu bearbeiten sie in Übungen und Hausaufgaben auch über Spielbeispiele hinausgehende Fallstudien.

Literatur

Für die Lehrveranstaltung "Entwurf Verteilter Systeme":

- C. Baier, J.-P. Kaoten, Principles of Model Checking, MIT Press 2008.
- R. Milner, Communication and Concurrency, Prentice Hall 1989.

Für die Lehrveranstaltung "Spezifikation":

- I. van Horebeek, J. Lewi. Algebraic Specifications in Software Engineering. An Introduction. Springer-Verlag 1989.
- Z. Manna, A. Pnueli. The Temporal Logic of Reactive and Concurrent Systems: Specification. Springer-Verlag 1991.
- J.G. Turner, T.L. McCluskey. The Construction of Formal Specifications: An Introduction to the Model-Based and Algebraic Approaches. McGraw-Hill 1994.

Leistungsnachweis

Es ist eine der drei Vorlesungen (mit Übung) zu belegen. Der Leistungsnachweis ist in jedem Fall entweder eine schriftliche Prüfung von 60 Minuten Dauer oder eine mündliche Prüfung von 30 Minuten Dauer. Die Art der Prüfung wird zu Beginn der Lehrveranstaltung bekannt gegeben.

Verwendbarkeit
<ul style="list-style-type: none">• Wahlpflichtmodul der Vertiefungsrichtungen Software- und Informationsmanagement und Theoretische Informatik im Studiengang Informatik (M. Sc.)• Wahlpflichtmodul der Vertiefungsfelder Enterprise Security und Public Security im Studiengang Cyber-Sicherheit (M. Sc.)• Wahlpflichtmodul der Wahlpflichtgruppe ITSK im Studiengang Mathematical Engineering (M. Sc.)• Wahlpflichtmodul in weiteren Studiengängen, sofern beliebige Wahlpflichtmodule aus dem Modulhandbuch Informatik wählbar sind
Dauer und Häufigkeit
Das Modul dauert 1 Trimester.
Sonstige Bemerkungen
Jedes Jahr wird mindestens eine Vorlesung (mit Übung) angeboten, so dass 6 ECTS-Punkte erreichbar sind. Jeweils zu Beginn des Masterstudiums wird den Studierenden das konkrete Angebot erläutert.

Modulname	Modulnummer
Biomedizinische Informationstechnik 1	1846

Konto	WPFL Module ME-ITSK 2024
-------	--------------------------

Modulverantwortliche/r	Modultyp	Empf. Trimester
Dr.-Ing. (Privatdozent) Gerhard Staude	Wahlpflicht	1

Workload in (h)	Präsenzzeit in (h)	Selbststudium in (h)	ECTS-Punkte
150	60	90	5

Zugehörige Lehrveranstaltungen:

Nr.	Art	Veranstaltungsname	Teilnahme	TWS
18461	VP	Biosignal-Messtechnik	Wahlpflicht	3
18464	VL	Konzepte von Fahrerassistenzsystemen	Wahlpflicht	2
Summe (Pflicht und Wahlpflicht)				5

Voraussetzungen laut Prüfungsordnung
keine
Empfohlene Voraussetzungen
Vorausgesetzt wird die Bereitschaft zur aktiven Mitarbeit in kleinen Teams.
Qualifikationsziele
Die Studierenden besitzen grundlegendes methodisches Wissen zur zuverlässigen und sicheren Registrierung und Darstellung von Körpersignalen und verstehen die mit dem Übergang vom kontinuierlichen Signal zum zeit- und wertdiskreten Signal einhergehenden Veränderungen von Signaleigenschaften. Sie kennen wesentliche Eigenschaften und Besonderheiten ausgewählter Biosignale wie EKG, EEG, EMG und differenzieren ein breites Spektrum von Anwendungsaspekten. Die Studierenden kennen grundlegende Konzepte und aktuelle Technologien von Fahrerassistenzsystemen und reflektieren kritisch die spezifischen Herausforderungen des Autonomen Fahrens. Die Studierenden sind in der Lage, Ingenieurwissen im interdisziplinären Umfeld der Bereiche Medizin, Biowissenschaften und Mensch-Maschine-Interaktion umzusetzen und sind sicher im eigenständigen Erarbeiten von Problemlösungen im Team.
Inhalt
Die Module Biomedizinische Informationstechnik 1 und Biomedizinische Informationstechnik 2 erlauben einen Blick über den eigenen Gartenzaun hinaus und zeigen Möglichkeiten auf, das in den Grundlagenmodulen erworbene Ingenieurs-Know-How in den Bereichen Medizin, Life-Sciences und Mensch-Maschine-Interaktion einzusetzen. Das studentenzentrierte aktive Erleben der vermittelten Inhalte steht dabei im Mittelpunkt. In den zugehörigen Lehrveranstaltungen werden wesentliche Problemfelder der Biomedizinischen Informationstechnik mit Fokus auf die zuverlässige Registrierung, Verarbeitung und Interpretation biomedizinischer Signale besprochen und anhand von Beispielen aus der Praxis illustriert. Das Modul Biomedizinische

Informationstechnik 1 umfasst die Lehrveranstaltungen Biosignal-Messtechnik und Konzepte von Fahrerassistenzsystemen.

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

In verschiedenen Lehreinheiten wird die Erfassung und Verarbeitung biologischer Signale unter Verwendung des Biopac-Student-Lab (www.biopac.com) und der PhysioNet-Datenbank demonstriert. Teams von jeweils drei Studierenden führen Messungen sowie Auswertungen selbständig durch und erarbeiten so die einzelnen Lektionen in weitgehend freier Zeiteinteilung. In gemeinsamen Seminarveranstaltungen erörtern die Studierenden charakteristische Eigenschaften biologischer Signale und erarbeiten Techniken zur zuverlässigen Signalregistrierung. Dabei erhalten sie einen Einblick in die physiologischen Grundlagen biologischer Signalquellen und in die für die Messung erforderliche Sensor- und Digitalisierungstechnik. Sie machen sich mit den sicherheitstechnischen Aspekten der Signalerfassung am menschlichen Körper vertraut und erlernen die Grundlagen der digitalen Signaldarstellung im Zeit- und Spektralbereich. Anhand typischer Anwendungsbeispiele aus Medizin, Biowissenschaften und Ambient-Assisted Living werden die Inhalte schließlich konkretisiert und vertieft.

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

Die Lehrveranstaltung konzentriert sich auf den Kontext der Rolle des Menschen in der Fahrzeugführung und die zur Unterstützung dieser Aufgabe entwickelten technischen Systeme. Aktuelle Fahrerassistenzsysteme (Elektronisches Stabilitäts Programm ESP, Adaptive Cruise Control ACC, Notbremsysteme, Spurhalteunterstützung, Nachtsichtsysteme) werden aus Unfallforschung und Verkehrstheorie motiviert und im Detail erläutert. Die Implikationen für die sich ändernde Rolle des Fahrers werden dargestellt und anhand von informationstechnischen Technologien der Mensch-Maschine-Schnittstelle bzw. der Fahrerzustandserkennung konkretisiert. Die Studierenden erörtern Techniken zur Umwelterfassung und die dazu erforderliche Sensortechnologie. Sie erlernen Methoden zur Modellierung des Fahrerverhaltens und erhalten Einblick in den Systemtest mit Fahrsimulatoren und auf Teststrecken. Die Studierenden diskutieren die sinnvolle Gestaltung der Mensch-Maschine Schnittstelle und setzen sich mit technischen wie ethischen Aspekten des autonomen Fahrens auseinander.

Literatur

- Husar P: Elektrische Biosignale in der Medizintechnik. Springer Vieweg, 2019.
- Rangayyan RM: Biomedical Signal Analysis: A Case-Study Approach, Wiley-IEEE Press, 2002
- Moody GB, Mark RG, Goldberger AL: PhysioNet: A Web-Based Resource for the Study of Physiologic Signals, Engineering in Medicine and Biology Magazine, Vol 20/3, pp. 70-75, 2001
- Bengler K, Drücke J, Hoffmann S, Manstetten D, Neukum A (Eds.) (2017): UR:BAN Human Factors in Traffic - Approaches for Safe, Efficient and Stress-free Urban Traffic. ATZ/MTZ Fachbuch, Springer-Vieweg, 2017

<ul style="list-style-type: none">• Winner H, Hakuli S, Wolf G: Handbuch Fahrerassistenzsysteme: Grundlagen, Komponenten und Systeme für aktive Sicherheit und Komfort. Verlag Vieweg&Teubner, 2009.
Leistungsnachweis
Schriftliche Prüfung 75 Minuten. (sP-75)
Verwendbarkeit
<ul style="list-style-type: none">• Wahlpflichtmodul im Studiengang ME M.Sc. für die Wahlpflichtgruppe ITSK• Wahlpflichtmodul im Studiengang INF M.Sc. für das Anwendungsfach Elektrotechnik• EIT MSc. Wahlpflichtmodul MINT
Dauer und Häufigkeit
1 Trimester, in jedem WT

Modulname	Modulnummer
Quantencomputing für Ingenieure	2317

Konto	WPFL Module ME-ITSK 2024
-------	--------------------------

Modulverantwortliche/r	Modultyp	Empf. Trimester
Univ.-Prof. Dr. rer. nat. Mathias Richter	Wahlpflicht	1

Workload in (h)	Präsenzzeit in (h)	Selbststudium in (h)	ECTS-Punkte
150	60	90	5

Zugehörige Lehrveranstaltungen:

Nr.	Art	Veranstaltungsname	Teilnahme	TWS
23171	VÜ	Quantencomputing für Ingenieure	Wahlpflicht	5
Summe (Pflicht und Wahlpflicht)				5

Voraussetzungen laut Prüfungsordnung

keine

Empfohlene Voraussetzungen

- Kenntnisse in Linearer Algebra entsprechend den Bachelor-Vorlesungen Mathematik I-III oder äquivalent.
- Kenntnisse in Grundlagen der Elektrotechnik entsprechend den Bachelor-Vorlesungen Grundlagen der Elektrotechnik I-II oder äquivalent.
- Kenntnisse in Quantenmechanik entsprechend den Bachelor-Vorlesungen Experimentalphysik 1-2 oder äquivalent.

Qualifikationsziele

Diese Vorlesung versteht sich als selbständige Einführung in die Funktionsweise der supraleitenden Qubits und wie die grundlegenden Gatters bei den supraleitenden Qubits aufgebaut werden. Darauf basierend wird die Erstellung von verschränkten Zuständen sowie die Grundalgorithmen des Quantencomputings (Quantenteleportation, Grover-Algorithmus, Quanten-Fourier-Transformation) vermittelt. Die Theorie wird begleitet mit kleinen Übungen, die mittels Qiskit an den IBM-Quantum-Computer programmiert und zum Laufen gebracht werden. Hauptziel der Veranstaltung ist die Fähigkeit zu erlernen, einfache Quantenalgorithmen an einer der am meisten entwickelten Quantencomputer-Technologien selbst zu programmieren und die resultierenden Ergebnisse zu deuten.

Inhalt

- Grundlagen der Quantenmechanik. Was ist ein Qubit. Einführung in die Qiskit-Programmierung. Quantenteleportation.
- Linearer LC-Resonator und nichtlineares supraleitendes Transmon. Kapazitive Kopplung zwischen Transmon und LC-Resonator: Einlesen und Steuerung eines einzelnen Qubits.
- Fundamentale Operationen mit Qubits, Implementierung von Gattern für einzelne und mehrere Qubits.

<ul style="list-style-type: none"> • Der Grover-Suchalgorithmus und dessen Implementierung in einem realen Quantencomputer. • Quanten-Fourier-Transformation und Anwendungen.
Literatur
<ul style="list-style-type: none"> • N. D. Mermin, „Quantum Computer Science. An Introduction“, Cambridge University Press, 2007 • M. A. Nielsen, I. L. Chuang, „Quantum Computation and Quantum Information“, Cambridge University Press, 2010
Leistungsnachweis
<p>Notenschein (Portfolioprüfung, schriftliche Ausarbeitung von 5 Übungsblättern während des Trimesters (Gewichtung mit 1/2); halbstündiger Abschluss-Vortrag mit eigenem Code und Folien (Gewichtung mit 1/2)). Die Bearbeitungszeit kann frei eingeteilt werden und beträgt 3 bis 6 Wochen. Der Umfang des erstellten Codes beträgt maximal 3 Seiten.</p>
Verwendbarkeit
<p>Wahlpflichtmodul im Studiengang EIT M.Sc. für alle Studienrichtungen</p>
Dauer und Häufigkeit
<p>1 Trimester, in jedem WT</p>

Modulname	Modulnummer
Mobilkommunikation und Radartechnik	2996

Konto	WPFL Module ME-ITSK 2024
-------	--------------------------

Modulverantwortliche/r	Modultyp	Empf. Trimester
Prof. Dr.-Ing. (habil) Stefan Lindenmeier	Wahlpflicht	2

Workload in (h)	Präsenzzeit in (h)	Selbststudium in (h)	ECTS-Punkte
150	60	90	5

Zugehörige Lehrveranstaltungen:

Nr.	Art	Veranstaltungsname	Teilnahme	TWS
28031	VÜ	Grundlagen der Radartechnik	Wahlpflicht	2,5
60641	VÜ	Aktuelle Systeme der Mobilkommunikation	Wahlpflicht	2,5
Summe (Pflicht und Wahlpflicht)				5

Voraussetzungen laut Prüfungsordnung
keine
Empfohlene Voraussetzungen
Vorausgesetzt werden grundlegende Kenntnisse in Hochfrequenztechnik, Theoretischer Elektrotechnik und Signalverarbeitung, wie sie z.B. in den Modulen „Einführung in Hochfrequenztechnik“, „Secure Communications“, „Elektrodynamik“ aus den jeweiligen B.Sc.-Studiengängen vermittelt werden.
Qualifikationsziele
<p><u>Veranstaltung 1.:</u></p> <p>Die Studierenden verstehen den Aufbau von Mobilfunksystemen, von Sende-Empfängern, Frontend-Architekturen und deren Hochfrequenzschaltungen.</p> <p>Die Studierenden haben vertiefenden Kenntnisse über die physikalische Übertragungsebene, Funkübertragung mit Mehrwege-Ausbreitung und Übertragungsleitungen sowie Mehrantennensysteme und können diese analysieren.</p> <p>Die Studierenden haben einen Überblick über wichtige digitale Rundfunkdienste und derzeitige und im Aufbau befindliche Mobilfunkstandards und verstehen deren Aufbau und Funktionsweise.</p> <p><u>Veranstaltung 2.:</u></p> <p>Die Studierenden kennen Grundlagen der Radarsystemtechnik und der elektronischen Kampfführung (EloKa). Sie verstehen wichtige elektronische Baugruppen, wie Antennen, Verstärker, Heterodyne-Schaltungen, Pulsgenerator, sowie die zugehörige</p>

Signalverarbeitung. Sie lernen ferner die Grundlagen der elektronischen Aufklärung, Gegen- und Unterstützungsmaßnahmen kennen. Die Studierenden erhalten dabei vertiefte Kenntnisse im Bereich der Detektionstheorie, optimaler Empfangsfilter, Gruppensignalverarbeitung und Keulenformung, Tracking und Zielidentifikation. Sie werden mit fortschrittlichen Radarverfahren, wie SAR, MIMO und kognitivem Radar vertraut gemacht. Die werden in die Anwendungsbeispiele multifunktionales AESA-Radar, Radarwarnempfänger, Funkerfassung, Stör- Täusch und Tarnmaßnahmen sowie störfestes und LPI-Radar eingeführt.

Inhalt

Veranstaltung 1: Aktuelle Systeme der Mobilkommunikation

Diese Vorlesung beschreibt die physikalischen Grundlagen und Rahmenbedingungen der Mobilkommunikation und diskutiert aktuelle Systeme der Mobilkommunikation, welche unter den gegebenen Rahmenbedingungen zuverlässig funktionieren müssen.

Die Studierenden erhalten einen Überblick über die Frequenzbereiche, in welchen Rundfunkdienste und Mobilfunkdienste arbeiten und über die Komponenten dieser Funkübertragungssysteme und lernen, reale Systeme dahingehend zu klassifizieren.

Ein detaillierter Überblick über physikalische Phänomene der drahtlosen Übertragung auf dem Mobilfunkkanal wird ergänzt durch die Betrachtung des Mehrwegekanals sowie verschiedener Diversitystrategien zur Verbesserung der Empfangsqualität. Dies ermöglicht den Studierenden die Analyse realer Systeme und vermittelt ihnen Strategien, die Zuverlässigkeit mobiler Empfangssysteme zu verbessern.

Die Studierenden erhalten einen Überblick über verfügbare Zugriffs- und Modulationsverfahren sowie Signalkodierungsarten.

Eine vertiefende Darstellung digitaler terrestrischer Rundfunksysteme (bspw. DAB(+), DRM, DVB-T(2), ...) speziell im Hinblick auf die zuvor kennengelernten physikalischen Phänomene gibt einen Einblick in die verwendeten Basisbandkodierungen und Mehrträgerverfahren (COFDM).

Eine ausführliche Beschreibung zellulärer Mobilfunkdienste (Systemarchitektur, Aufbau und Rahmenstruktur der verwendeten Signale, Synchronisation und Verbindungsaufbau, Handover, Zeitmultiplexstruktur) vermittelt ein Verständnis komplexer Kommunikationssysteme an den Beispielen GSM, UMTS, LTE(-A), 5G, DECT, TETRA, ...

Veranstaltung 2: Grundlagen der Radartechnik

Die Studierenden erwerben Kenntnisse über Grundzüge und Anwendungen in der Radartechnik sowie der elektronischen Kampfführung. Die Vorlesung gliedert sich in die folgenden Abschnitte: Zunächst lernen die Studierenden den prinzipiellen Aufbau eines Radarsystems anhand der grundlegenden Baugruppen kennen. Diese umfassen Antennen, Schaltungen zur Signalerzeugung, Leistungsverstärkung, Überlagerungsempfänger, Kohärentoszillator und I/Q Modulation. Sie werden in die Lage versetzt, wichtige Leistungsparameter von Radarsystemen anhand der Radargleichung abzuschätzen. Die Studierenden erlernen Verfahren zur

<p>Signalverarbeitung in Radar- und Funkerfassungsanwendungen, insbesondere zur Range-Doppler-Prozessierung, Optimalfilter und Detektionstheorie, Richtungsschätzung in Gruppenantennen, Spurverfolgung, Klassifizierung und Signaltrennung. Die Studierenden lernen Anwendungsbeispiele aus aktuellen zivilen und militärischen Radarsystemen kennen. Dies umfasst Automotive und FMCW-Radare, inkohärente Schiffs- und Navigationsradare, sowie kohärente luft- und bodengestützte aktive Radare mit elektronischer Strahlschwenkung (AESAs). Die Studierenden werden des Weiteren mit relevanten Anwendungen zur elektronischen Aufklärung, elektronische Unterstützungsmaßnahmen sowie Gegen- und Schutzmaßnahmen vertraut gemacht.</p>
Literatur
<ul style="list-style-type: none">• Meinke, Gundlach: "Taschenbuch der Hochfrequenztechnik", Springer Verlag, Berlin, 1986• J. Schiller: "Mobilkommunikation", Pearson Studium, 2003
Leistungsnachweis
Schriftliche Prüfung 75 min am Ende des Trimesters.
Verwendbarkeit
<ul style="list-style-type: none">• Wahlpflichtmodul im Studiengang EIT M.Sc. für die Studienrichtung SKE• Wahlpflichtmodul im Masterstudiengang ME• Wahlpflichtmodul im Masterstudiengang ETTI (weiterhin als Beitrag zu CAE bzw. Nachfolgeprogramm)
Dauer und Häufigkeit
1 Trimester, in jedem FT

Modulname	Modulnummer
Information Retrieval	3851

Konto	WPFL Module ME-ITSK 2024
-------	--------------------------

Modulverantwortliche/r	Modultyp	Empf. Trimester
Univ.-Prof. Dr. phil. Michaela Geierhos	Wahlpflicht	1

Workload in (h)	Präsenzzeit in (h)	Selbststudium in (h)	ECTS-Punkte
180	72	108	6

Zugehörige Lehrveranstaltungen:

Nr.	Art	Veranstaltungsname	Teilnahme	TWS
38511	VÜ	Information Retrieval	Pflicht	6
Summe (Pflicht und Wahlpflicht)				6

Empfohlene Voraussetzungen

Die Studierenden sollen grundlegende Programmierkenntnisse sowie ein Grundverständnis von Algorithmen und Datenstrukturen haben.

Qualifikationsziele

Studierende lernen Aufgabenstellung, Modelle und Methoden des Information Retrieval kennen. Dabei soll die Fähigkeit zur Nutzung und zur Mitwirkung bei der Konzeption und Konfiguration von Suchmaschinenlösungen für Web und Enterprise Search vermittelt werden. Darüber hinaus sollen die Vor- und Nachteile der zugrundeliegenden Konzepte und Modelle sowie der verschiedenen Implementierungstechniken verstanden werden.

Inhalt

Dieses Modul gibt einen Einblick in die wichtigsten Themen des Information Retrieval. Hierfür werden die Grundlagen der wichtigsten Modelle aus dem Bereich des Information Retrieval vermittelt. Außerdem werden Techniken und Verfahren wie z. B. Term-Gewichtungen, Ähnlichkeitsmaße und Rankingmechanismen, Evaluierungsprinzipien, Benutzerinteraktion und Feedbackmechanismen sowie Indexierung und computerlinguistische Hilfsmittel für dem Bereich des Information Retrieval detailliert behandelt.

In der Übung werden theoretische und praktische Fragestellungen gleichermaßen behandelt. Der theoretische Teil dient zur Wiederholung der Vorlesungsinhalte. Im praktischen Teil sind die Studierenden aufgefordert, ausgewählte Verfahren aus dem Information Retrieval eigenständig zu implementieren. Für die Übungen sind Programmierkenntnisse erforderlich.

Literatur

- Chris Manning, Prabhakar Raghavan, Hinrich Schütze: Introduction to Information Retrieval, 2009 Cambridge University Press. <https://nlp.stanford.edu/IR-book/pdf/irbookonlinereading.pdf>

- Dirk Lewandowski: Web Information Retrieval – Technologien zur Informationssuche im Internet, Deutsche Gesellschaft f. Informationswissenschaft u. Informationspraxis, 2005.

Leistungsnachweis

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

Verwendbarkeit

Die Teilnahme an den Lehrveranstaltungen dieses Wahlpflichtmoduls ermöglicht den Studierenden die Übernahme einer Master-Arbeit im Bereich Data Science mit Fokus auf Information Retrieval.

Dauer und Häufigkeit

Das Modul dauert ein Trimester und beginnt jedes Jahr im WT.

Modulname	Modulnummer
Benutzbare Sicherheit (erweitert)	3918

Konto	WPFL Module ME-ITSK 2024
-------	--------------------------

Modulverantwortliche/r	Modultyp	Empf. Trimester
Univ.-Prof. Dr. Florian Alt	Wahlpflicht	1

Workload in (h)	Präsenzzeit in (h)	Selbststudium in (h)	ECTS-Punkte
270	108	162	9

Zugehörige Lehrveranstaltungen:

Nr.	Art	Veranstaltungsname	Teilnahme	TWS
39181	VÜ	Benutzbare Sicherheit (erweitert)	Pflicht	3
39182	P	Praktikum Design sicherer und benutzbarer Systeme (erweitert)	Pflicht	3
39183	VÜ	Sichere Mensch-Maschine Schnittstellen (erweitert)	Pflicht	3
Summe (Pflicht und Wahlpflicht)				9

Empfohlene Voraussetzungen
Für die Teilnahme an diesem Modul werden Grundkenntnisse in der Informatik und in der Programmierung vorausgesetzt. Insbesondere Erfahrung mit Android und Web-Programmierung sind von Vorteil. Hilfreich sind außerdem Grundkenntnisse in der Mensch-Maschine Interaktion.
Qualifikationsziele
In diesem Modul erlernen die Teilnehmer die Fähigkeit, sich beim Design sicherer Systeme kritisch mit dem Faktor "Mensch" auseinanderzusetzen. Insbesondere wird ein Verständnis für Anforderungen solcher Systeme hinsichtlich ihrer Sicherheit aber auch ihrer Benutzbarkeit geschaffen.
Den Studierenden werden Grundlagen der Mensch-Maschine Interaktion und der benutzbaren Sicherheit (Grundbegriffe, Sicherheitsmechanismen, Bedrohungsmodelle) vermittelt. Sie erarbeiten sich tiefgehende, methodische Kenntnisse, welche es ihnen ermöglichen, Konzepte und Systeme zu entwickeln und hinsichtlich ihrer Sicherheit und Benutzbarkeit zu evaluieren. Basierend auf dem theoretischen Grundlagen- und Methodenwissen wird im praktischen Teil des Moduls die Fähigkeit zur Konzeption und praktischen Umsetzung sicherer und benutzbarer Systeme vertieft.
Inhalt
Die Zahl der erfolgreichen Cyberangriffe steigt exponentiell an. Grund hierfür ist ein nie dagewesener Grad an Professionalisierung in der Cybercrime-Industrie. Professionell agierende Angreifer arbeiten hierbei arbeitsteilig, angefangen vom Diebstahl digitaler Identitäten, dem Kompromittieren von Systemen (z.B. Verschlüsseln von Daten bzw. Abgreifen sensibler Informationen) bis hin zur Erpressung von Lösegeld (Ransomware,

Extortionware). Interessant hierbei ist, dass der Faktor Mensch in 90% aller erfolgreichen Cyberangriffe eine zentrale Rolle spielt: für Angreifer ist es häufig einfacher, Identitäten mittels mensch-zentrierter Angriffe zu stehlen (u.a. Phishing, Vishing, Deep Fakes) als fortgeschrittene, technische Schutzmechanismen zu umgehen. Aus diesem Grund kommt dem Design der Schnittstelle zwischen sicheren Systemen und dem Menschen eine zentrale Rolle zu.

Dieses Modul führt die Teilnehmer in eine Vielzahl von Herausforderungen in Bezug auf die Benutzerfreundlichkeit und die Sicherheit in ubiquitären Systemen ein. Es führt in mensch-zentrierte Angriffe ein und vermittelt die theoretischen, methodischen und praktischen Grundlagen für das Design sicherer und benutzbarer Systeme sowie die Bewertung existierender Ansätze.

Hierfür dienen drei Lehrveranstaltungen:

Sichere Mensch-Maschine-Schnittstellen – Die Veranstaltung vermittelt Grundlagenwissen für die Konzeption, das Design und die Evaluierung benutzbarer und gleichzeitig sicherer Mensch-Maschine-Schnittstellen. Hierfür werden im ersten Teil die Informationsverarbeitung des Menschen (physiologische und psychologische Grundlagen, Modelle, Handlungsprozesse) sowie die technische Realisierung von Benutzungsschnittstellen (Ein- und Ausgabegeräte, Interaktionsstile) behandelt sowie benutzerorientierte Entwurfsprozesse, Richtlinien und Standards für Benutzbarkeit und Sicherheit vorgestellt. Der zweite Teil widmet sich der Evaluation und der Bewertung von Mensch-Maschine Schnittstellen hinsichtlich verschiedener Kriterien. Dies erfordert ein breites Wissen in der Forschungsmethodik. Daher werden verschiedene Studientypen (z.B. deskriptive Studien, relationale Studien, experimentelle Studien), Studienparadigmen (u.a. Ethnographie, Laborstudien, Feldstudien, Deployments) sowie Datenerhebungsmethoden (z.B. Fragebögen, Interviews, Beobachtungen, Experience Sampling und Crowdsourcing) behandelt.

Benutzbare Sicherheit – Diese Vorlesung gibt einen Überblick über Herausforderungen hinsichtlich der Benutzbarkeit sicherer und benutzbarer Systeme. Die Studierenden lernen verschiedene Sicherheits-Mechanismen und mentale Modelle der Benutzer kennen. Zudem erhalten sie eine Einführung in die Modellierung von Bedrohungen. Insbesondere behandelt die Veranstaltung aktuelle Themen der Benutzbaren Sicherheit, unter anderem, Authentifizierung, Passwörter und Social Engineering. Die Lehrveranstaltung richtet sich sowohl an Studierende, die an Sicherheit und Datenschutz interessiert sind und mehr über Benutzbarkeit erfahren möchten, als auch an Studierende, die an Benutzbarkeit interessiert sind, aber mehr über Sicherheit und Datenschutz erfahren möchten.

Design sicherer und benutzbarer Systeme – Ziel dieses Praktikums ist das Erlernen benutzer-zentrierter Techniken für die Konzeption, das Design und die Umsetzung sicherer und benutzbarer Systeme. Die Teilnehmer dieser Lehrveranstaltung wenden hierzu einen benutzer-zentrierten Designprozess an. In Gruppen werden neuartige Konzepte erarbeitet. Ausgewählte Konzept werden anschließend prototypisch umgesetzt und mithilfe von Benutzerstudien hinsichtlich Sicherheit und Benutzbarkeit getestet.

Literatur

Zur VÜ "Sichere Mensch-Maschine Schnittstellen":

- Andreas Butz and Antonio Krüger. Mensch-Maschine-Interaktion. Walter de Gruyter GmbH & Co KG, 2017.
- Alan Dix, Janet Finlay, Gregory Abowd & Russell Beale. Human-Computer Interaction. 3rd Edition. Prentice Hall, 2004. ISBN 0-13-046109-1.
- Jonathan Lazar, Jinjuan Heidi Feng, & Harry Hochheiser Research Methods in Human-Computer Interaction, Wiley, 2010. ISBN 0-470-72337-8, 978-0-470-72337-1

Zur VÜ "Benutzbare Sicherheit":

- Lorrie Cranor and Simson Garfinkel. Security and Usability: Designing Secure Systems That People Can Use. O'Reilly Media, Inc. 2005.
- Simson Garfinkel and Heather Richter Lipford. Usable Security: History, Themes, and Challenges. Synthesis Lectures on Information Security, Privacy, and Trust. 2014.
- Anne Adams and Martina Angela Sasse. Users are not the enemy. Communications of the ACM. 1999.
- Mary Ellen Zurko and Richard T Simon. User-centered Security. Proceedings of NSPW. 1996.

Leistungsnachweis

Das Gesamtmodul wird mit einem Notenschein auf der Basis eines Portfolios abgeschlossen. Der Leistungsnachweis in den Vorlesungen "Sichere Mensch-Maschine Schnittstellen" und "Benutzbare Sicherheit" besteht aus einer 45-minütigen Klausur oder alternativ einem 15-minütigen Fachgespräch am Ende der Lehrveranstaltung. Die Form des Leistungsnachweises wird zu Beginn des Moduls festgelegt. Der Leistungsnachweis im Praktikum "Design sicherer und benutzbarer Systeme" erfolgt durch die erfolgreiche Durchführung eines Projekts (Dauer: ein Trimester) inklusive Präsentation (15 bis 20 Minuten).

Verwendbarkeit

- Wahlpflichtmodul im Studiengang Master-Cybersicherheit in den Vertiefungen Enterprise Security und Public Security
- Wahlpflichtmodul im Studiengang Master Mathematical Engineering in der Wahlpflichtgruppe ITSK

Dauer und Häufigkeit

Das Modul dauert 2 Trimester und beginnt jeweils im Wintertrimester mit der Vorlesung "Sichere Mensch-Maschine Schnittstellen". Im Frühjahrstrimester folgt dann die Vorlesung "Benutzbare Sicherheit" und das Praktikum "Design sicherer und benutzbarer Systeme". Als Startzeitpunkt ist das Wintertrimester im 1. Studienjahr vorgesehen.

Modulname	Modulnummer
CAD und Wellenausbreitung	4143

Konto	WPFL Module ME-ITSK 2024
-------	--------------------------

Modulverantwortliche/r	Modultyp	Empf. Trimester
Prof. Dr.-Ing. (habil) Wilfrid Pascher	Wahlpflicht	4

Workload in (h)	Präsenzzeit in (h)	Selbststudium in (h)	ECTS-Punkte
150	72	78	5

Zugehörige Lehrveranstaltungen:

Nr.	Art	Veranstaltungsname	Teilnahme	TWS
41431	VÜ	Numerische Methoden zur Berechnung elektromagnetischer Felder	Wahlpflicht	3
41432	VÜ	Antennenberechnung und Ausbreitung elektromagnetischer Wellen	Wahlpflicht	3
Summe (Pflicht und Wahlpflicht)				6

Empfohlene Voraussetzungen

Kenntnisse in Theoretischer Elektrotechnik und Hochfrequenztechnik, wie sie z.B. in den Modulen "Elektromagnetische Felder", „Elektrodynamik“, „Einführung in die Hochfrequenztechnik“ und "Funksysteme und Antennen" aus den jeweiligen B.Sc.- und M.Sc.-Studiengängen vermittelt werden.

Qualifikationsziele

Die Studierenden erwerben Grundkenntnisse über die Funktionsweise verschiedener numerischer Verfahren, deren Einteilung, deren Vor- und Nachteile, sowie deren analytischen und numerischen Aufwand. Sie erwerben Grundkenntnisse über die verwendeten Lösungsansätze. Sie beherrschen die Anwendung auf einfache passive Komponenten und Schaltungen in der Mikrowellentechnik sowie auf Antennen. Die Studierenden kennen einige in Forschung und Industrie aktuell eingesetzte CAD-Programme für numerische Feldberechnung. Sie beherrschen die Grundlagen der Problemdefinition (Dateneingabe) bei der Simulation und die Grundlagen des Postprocessings. Sie können die Simulationsergebnisse bewerten. Die Studierenden kennen die Phänomene der Wellenausbreitung. Sie können Freiraumwelle, Bodenwelle und Raumwelle unterscheiden und deren Eigenschaften angeben. Sie kennen verschiedene Ausbreitungsmodelle und wenden sie exemplarisch in urbanen und ländlichen Szenarios und für Satellitenstrecken an.

Inhalt

1. Numerische Methoden zur Berechnung elektromagnetischer Felder

Mit Hilfe verschiedener Methoden werden die charakteristischen Eigenschaften von Leitungen, Resonatoren, Filtern und anderen Schaltungselementen berechnet. Dabei

<p>werden Strukturen aus Mikrostreifen- und Koplanarleitungen untersucht. Es werden vor allem folgende Methoden behandelt:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Finite Differenzen • Momentenmethode • Finite Elemente <p>Dabei wird die Simulation im Frequenzbereich und im Zeitbereich vorgestellt und diskutiert.</p> <p><u>2. Antennenberechnung und Ausbreitung elektromagnetischer Wellen</u></p> <p>Es werden verschiedene Methoden zur Berechnung von Antennen vorgestellt. Optische Verfahren (GO, GTD, UTD, PO, PTD) werden beschrieben und ihr jeweiliger Anwendungsbereich erklärt.</p> <p>Die Lösung der Maxwell'schen Gleichungen wird mit zwei verschiedenen Herangehensweisen demonstriert, nämlich im diskretisierten Raum (FEM, FDTD) und an diskretisierten Oberflächen (MOM).</p> <p>Außerdem werden Grundlagen der Wellenausbreitung und Modelle zu deren Berechnung vorgestellt. Dabei werden folgende Phänomene und Modelle berücksichtigt:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Freiraumwelle, Satellitenstrecke, Link Budget • Bodenwelle mit ebener und sphärischer Erde • Raumwelle, Eigenschaften der Ionosphäre • Hindernisse im Ausbreitungsverlauf • empirische Modelle • Terrainmodelle
Literatur
<ul style="list-style-type: none"> • D.G. Swanson, W.J.R. Hofer, „Microwave Circuit Modeling Using Electromagnetic Field Simulation“, • G.H. Golub, C.F. Van Loan, "Matrix Computations", • N. Geng, W. Wiesbeck "Planungsmethoden für die Mobilkommunikation: Funknetzplanung unter realen physikalischen Ausbreitungsbedingungen"
Leistungsnachweis
Schriftliche Prüfung 75 Minuten (sP-75)
Verwendbarkeit
Wahlpflichtmodul im Studiengang SKE
Dauer und Häufigkeit
Das Modul dauert 1 Trimester. Das Modul beginnt jedes Studienjahr jeweils im Wintertrimester des 2. Studienjahres.

Modulname	Modulnummer
Netzicherheit	5502

Konto	WPFL Module ME-ITSK 2024
-------	--------------------------

Modulverantwortliche/r	Modultyp	Empf. Trimester
Univ.-Prof. Dr. Gabi Dreo Rodosek	Pflicht	1

Workload in (h)	Präsenzzeit in (h)	Selbststudium in (h)	ECTS-Punkte
180	72	108	6

Zugehörige Lehrveranstaltungen:

Nr.	Art	Veranstaltungsname	Teilnahme	TWS
10102	VÜ	Netzicherheit	Pflicht	3
10103	P	Praktikum Netzicherheit	Pflicht	3
Summe (Pflicht und Wahlpflicht)				6

Empfohlene Voraussetzungen

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

Qualifikationsziele

Die Studierenden lernen in der Vorlesung Netzicherheit die Gefährdungsaspekte von Netzen und deren Entwicklung detailliert kennen. Nach erfolgreichem Abschluss des Moduls sind die Studierenden befähigt, sicherheitsrelevante Aspekte in vernetzten Strukturen zu erkennen und Betrachtungen von Netzen in Bezug auf Sicherheitsaspekte durchzuführen. Sie werden in die Lage versetzt, Verfahren zum Schutz und der Absicherung der jeweiligen Netze zu identifizieren. Mittels der Vorstellung von aktuellen Geräten und neuer Verfahren werden die Studierenden zusätzlich befähigt, Abschätzungen von Sicherheitsgefährdungen durch neue Technologien zu geben.

Nach dem Praktikum Netzicherheit 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-Sicherheit.

Inhalt

In der Vorlesung Netzicherheit erhalten Studierende einen vertieften Einblick in Fragestellungen der Netzicherheit. Hierbei werden zunächst die Sicherheitsbedrohungen im Wandel von klassischen Angriffen hin zum Cyber War mit Schadsoftware und deren Verbreitung betrachtet, sowie u.a. aktive und passive Angriffe, Blended Attacks, Web Hacking, Spam, Botnetze und Aspekte der Internet-Kriminalität behandelt.

<p>Im weiteren Verlauf stehen sowohl Firewall-Architekturen, -konzepte, -Systeme als auch Intrusion Detection und Prevention Systeme, Honeypots (Low- und High-Interaction), Honeynets sowie Early Warning Systeme im Fokus. Eine vertiefende Auseinandersetzung mit sicherheitsrelevanten Protokollen wie IPsec und den Auswirkungen der breitbandigen Nutzung von IPv6 auf die Netzsicherheit ist ebenso Bestandteil der Vorlesung. Wesentliche Techniken und Besonderheiten neuer Verfahren und Ansätze zur Angriffserkennung im Bereich der mobilen Endgeräte wie Smartphones und Tablet-PCs sowie des Cloud Computings schließen die Thematik ab.</p> <p>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, Subnetting oder Angriffe gegen Webseiten auf Applikationsebene (z.B. XSS). 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 Honeypots/Honeynets).</p>
<p>Literatur</p>
<p>William Stallings, Cryptography and Network Security: Principles and Practice, Pearson, ISBN-10 0134444280, 2016</p>
<p>Leistungsnachweis</p>
<p>Schriftliche Prüfung von 60 Minuten Dauer oder mündliche Prüfung von 20 Minuten Dauer. Die Art der Prüfung wird zu Beginn des Moduls bekannt gegeben.</p>
<p>Verwendbarkeit</p>
<ul style="list-style-type: none"> • Pflichtmodul im Masterstudiengang CYB • Wahlpflichtmodul im Masterstudiengang ME, Wahlpflichtgruppe ITSK
<p>Dauer und Häufigkeit</p>
<p>Das Modul dauert 2 Trimester.</p>

Modulname	Modulnummer
Hardwaresicherheit	5503

Konto	WPFL Module ME-ITSK 2024
-------	--------------------------

Modulverantwortliche/r	Modultyp	Empf. Trimester
Univ.-Prof. Ph.D. M.S. (OSU) Klaus Buchenrieder	Pflicht	1

Workload in (h)	Präsenzzeit in (h)	Selbststudium in (h)	ECTS-Punkte
180	72	108	6

Zugehörige Lehrveranstaltungen:

Nr.	Art	Veranstaltungsname	Teilnahme	TWS
10311	VÜ	Eingebettete Systeme	Pflicht	3
55031	VÜ	Embedded Systems Security	Pflicht	3
Summe (Pflicht und Wahlpflicht)				6

Empfohlene Voraussetzungen

Voraussetzung für alle Modulbestandteile sind Kenntnisse in Rechnerarchitektur. Für Eingebettete Systeme sind zusätzlich Kenntnisse zu Rechnerorganisation notwendig, wie sie im Bachelor-Modul Rechnerorganisation vermittelt werden.

Qualifikationsziele

Die Studierenden vertiefen die Kompetenz, das grundlegende Verhalten und die wesentlichen Aufgaben von hardwarenahen Rechnersystemen in der Praxis zu verstehen und zu bewerten. Sie können Eigenschaften von hardwarenahen Rechnersystemen fachwissenschaftlich einordnen und haben damit die Grundlage, die Verwendbarkeit dieser Konzepte für bestimmte praktische Anwendungen zu bewerten. Die Studierenden wissen, wie eingebettete Systeme hinsichtlich der Übertragung, Verarbeitung und Speicherung von Daten abzusichern sind. Sie kennen technische und physische Angriffsvarianten wie Seitenkanalangriffe und wissen, wie Software-Implementierungen dagegen gehärtet werden können.

Inhalt

In diesem Modulbestandteil erhalten die Studierenden einen umfassenden Überblick über die wesentlichen Grundlagen und Konzepte, die zum Entwurf eingebetteter Systeme notwendig sind. Zu Beginn werden die Kenntnisse über Hardware-Konzepte aus dem Modul "Rechnerorganisation" vertieft und darauf aufbauend Mikro- und spezielle Architekturen entwickelt. Neben den gängigen Prozessorarchitekturen werden digitale Signalprozessoren (DSP) und System-on-Chip Architekturen eingeführt. Zu Themen der maschinennahen Programmierung von Mikroprozessoren und Mikrocontrollern werden Konzepte und Probleme der Verarbeitung von Events und Daten unter Echtzeitbedingungen behandelt. Nach der Einführung asynchroner Ereignisse und den dazu gehörenden Zeitbedingungen werden grundlegende Verfahren zur Ereignissynchronisation beschrieben und Prozessplanungsverfahren vorgestellt. Im dritten Abschnitt des Modulbestandteils wird auf die Entwurfsmethodik für die

<p>Konstruktion leistungsfähiger Eingebetteter Systeme eingegangen. In der Übung zur Vorlesung wird hardwarenahe Software in Kleingruppen entwickelt, in Betrieb genommen und getestet.</p>
<p>In der Vorlesung Embedded Systems Security wird nach einem Überblick über typische Architekturen und Eigenschaften von zeitgemäßen eingebetteten Systemen ein Schwerpunkt auf mögliche Angreifer auf solche Systeme gelegt. Ausgehend davon, dass typische Angreifer Hardware-Zugriff haben, werden verschiedene Angriffsmöglichkeiten erläutert und zueinander in Kontext gesetzt. Anhand von typischen Hardware-Chips werden Sicherheitsmechanismen und dedizierte Sicherheitschips besprochen. Danach wird ein Schwerpunkt auf kryptographische Algorithmen und deren Implementierung in eingebetteten Systemen gelegt. Dabei werden die schwerwiegenden sogenannten Seitenkanalangriffe behandelt. Danach wird die Implementierung von Sicherheitsmechanismen gegen vorgestellte Angriffe thematisiert. FPGA Zielplattformen sind in speziellen Einsatzbereichen sehr relevant. Die Informationssicherheit von Systemen auf deren Basis wird eigens behandelt. Schlußendlich wird noch die Kommunikationssicherheit von eingebetteten Systemen erläutert. In der Übung wird ein beispielhaftes eingebettetes μC-System anhand der in der Chip-HW vorhandenen Sicherheitsmechanismen gehärtet. Danach wird eine kryptographische Implementierung auf diesen μC portiert und ein Seitenkanalangriff durchgeführt.</p>
Literatur
Wird im Skriptum angegeben. Zusatzmaterial für die jeweilige Veranstaltung wird in ILIAS bereitgestellt.
Leistungsnachweis
Notenschein auf der Basis eines Portfolios, das zu jeder der beiden Lehrveranstaltungen eine schriftliche Klausur von 45 Minuten umfasst.
Verwendbarkeit
<ul style="list-style-type: none">• Pflichtmodul im Masterstudiengang CYB• Wahlpflichtmodul im Masterstudiengang ME, Wahlpflichtgruppe ITSK
Dauer und Häufigkeit
Das Modul dauert 2 Trimester.

Modulname	Modulnummer
Datenschutz und Privacy	5504

Konto	WPFL Module ME-ITSK 2024
-------	--------------------------

Modulverantwortliche/r	Modultyp	Empf. Trimester
Univ.-Prof. Dr. Arno Wacker	Pflicht	1

Workload in (h)	Präsenzzeit in (h)	Selbststudium in (h)	ECTS-Punkte
180	72	108	6

Zugehörige Lehrveranstaltungen:

Nr.	Art	Veranstaltungsname	Teilnahme	TWS
55041	VÜ	Datenschutz	Pflicht	3
55042	VÜ	Privacy Enhancing Technologies	Pflicht	3
Summe (Pflicht und Wahlpflicht)				6

Empfohlene Voraussetzungen

Grundlegende Kenntnisse der Informatik, wie sie im Bachelor-Studium vermittelt werden.

Qualifikationsziele

Die Studierenden kennen die Ziele und Grundbegriffe des Datenschutzes. Sie können erkennen, welche Vorgänge datenschutzrelevant sind und welche gesetzlichen und branchenspezifischen Regelungen dabei berücksichtigt werden müssen. Sie können Folgeabschätzungen für neue Technologien und Verfahren vornehmen und aktuelle technische Schutzmaßnahmen anwenden. Die Studierenden können die Datenschutzrelevanz passiver und aktiver Angriffe wie Verkehrsanalysen beurteilen und Abwägungen zwischen hoher Schutzwirkung und anderen Merkmalen wie Kosten, Bandbreite und Latenz treffen. Sie kennen Ansätze wie Differential Privacy, Multi-Party-Computation und Homomorphe Verschlüsselung und können deren Anwendungsgebiete voneinander abgrenzen

Inhalt

Das Ziel der Vorlesung "Datenschutz" ist es, das Verständnis und die Bedeutung von Privacy für Einzelpersonen und demokratische Gesellschaften zu vermitteln. Es wird ein Überblick über die historische Entwicklung der Privatsphäre und die aktuelle rechtliche Situation, insbesondere in Deutschland und der EU, gegeben, wobei der Fokus auf der Datenschutz-Grundverordnung (DSGVO) liegt. Des Weiteren werden Grundbegriffe des Datenschutzes und die Datenschutz-Grundsätze erläutert, wobei der Schwerpunkt auf verschiedenen technischen Maßnahmen zur Datenschutzumsetzung liegt, wie beispielsweise der technischen Realisierung des Rechts auf Löschung.

In der Vorlesung "Privacy Enhancing Technologies" (PETs) liegt der Schwerpunkt auf der technischen Unterstützung und Umsetzung von Datenschutz und Privatsphäre. Es werden zunächst die Prinzipien von PETs sowie grundlegende Umsetzungsansätze wie z.B. Privacy by Design, Kryptographie oder Multi-Party Computation vorgestellt und

<p>analysiert. Anschließend werden sowohl theoretische Konzepte als auch praktische Anwendungen, Methoden und Werkzeuge der PETs betrachtet, z.B. Funktionsweise und Einsatzgebiete von Blockchain und ePass. Zur anschaulichen Vermittlung des Wissens über Datenschutz im gesamten Datenlebenszyklus werden Daten in sechs Bereiche unterteilt und separat behandelt: (1) Authentifizierung, (2) Daten auf lokalen Systemen (Data-at-Rest), (3) Daten in Übertragung (Data-in-Motion), (4) Daten Online/im Web, (5) Anonymes Bezahlen, (6) Privatsphäre auf mobilen Geräten. Für jeden Bereich werden die Risiken für die Privatsphäre analysiert und mögliche Schutzmethoden und -techniken vorgestellt und diskutiert.</p>
<p>Literatur</p> <ul style="list-style-type: none"> • Petrlc, R., Sorge, Ch., and Ziebarth, W.: Einführung in technischen Datenschutz, Datenschutzrecht und angewandte Kryptographie. Wiesbaden: Springer Fachmedien Wiesbaden, 2023 • Th. Kranig, A. Sachs und M. Gierschmann: Datenschutz-Compliance nach der DSGVO, Bundesanzeiger Verlag, 2019 • M.-T. Tinnefeld, B. Buchner, and Th. Petri. Einführung in das Datenschutzrecht 5. A. Datenschutz und Informationsfreiheit in europäischer Sicht. De Gruyter Oldenbourg, 2019 • Roßnagel, A.: Datenschutz in einem informatisierten Alltag. Berlin Friedrich-Ebert-Stiftung, 2007
<p>Leistungsnachweis</p>
<p>Schriftliche Prüfung von 60 Minuten Dauer.</p>
<p>Verwendbarkeit</p>
<ul style="list-style-type: none"> • Pflichtmodul im Masterstudiengang CYB • Wahlpflicht im Masterstudiengang ME, Wahlpflichtgruppe ITSK
<p>Dauer und Häufigkeit</p>
<p>Das Modul dauert 1 Trimester.</p>

Modulname	Modulnummer
Systemsicherheit	5505

Konto	WPFL Module ME-ITSK 2024
-------	--------------------------

Modulverantwortliche/r	Modultyp	Empf. Trimester
Univ.-Prof. Dr. Gunnar Teege	Pflicht	2

Workload in (h)	Präsenzzeit in (h)	Selbststudium in (h)	ECTS-Punkte
180	72	108	6

Zugehörige Lehrveranstaltungen:

Nr.	Art	Veranstaltungsname	Teilnahme	TWS
10104	VÜ	IT-Forensik	Pflicht	3
55051	VÜ	Betriebssystemsicherheit	Pflicht	3
Summe (Pflicht und Wahlpflicht)				6

Empfohlene Voraussetzungen

Grundlegende Kenntnisse zu Betriebssystemen, wie sie z.B. im Bachelor-Modul Einführung in die Technische Informatik vermittelt werden.

Qualifikationsziele

Die Studierenden lernen die wesentliche Rolle kennen, die das Betriebssystem für die Absicherung von Computersystemen spielt und die dabei verwendeten Vorgehensweisen und nötigen Hardware-Voraussetzungen, aber auch die Grenzen rein technischer Maßnahmen. Damit sind sie in der Lage, die Wirksamkeit von Sicherheitsmaßnahmen einzuordnen und Sicherheitseigenschaften von Betriebssystemen abhängig von der Einsatzumgebung zu bewerten. Sie erhalten eine erste Orientierung zum Vorgehen bei der Absicherung von IT-Systemen durch Auswahl und Konfiguration des Betriebssystems und den Einsatz spezieller Sicherheitsmechanismen.

Die Studierenden entwickeln ein Verständnis für die Prinzipien und Vorgehensweisen bei der Untersuchung von Sicherheitsvorfällen. Sie kennen die grundlegenden Schritte eines Computerforensikers und können diese auf konkrete Angriffsszenarien anwenden. Insbesondere verstehen sie die verschiedenen Analysemethoden und sind in der Lage, diese in Form einer gerichtsverwertbaren Aufarbeitung anwenden zu können. Ferner beherrschen sie die forensische Analyse einer Festplatte mittels Open-Source-Tools sowie die Erarbeitung von Konzepten zur Sicherheitsüberprüfung komplexer Systeme.

Inhalt

Zu den Sicherheitsaspekten von IT-Systemen, die typischerweise durch das Betriebssystem implementiert werden, gehören klassischerweise die Zugangs- und Zugriffskontrolle und die Bildung verschiedener Schutzbereiche zur Ausführung von Anwendungen. In der Veranstaltung Betriebssystemsicherheit werden zuerst die wesentlichen Mechanismen zur Absicherung von Software, insbesondere des Betriebssystems selbst vorgestellt (secure boot, Festplattenverschlüsselung,

Hauptspeicherverschlüsselung). Anschließend werden Maßnahmen zur Herstellung von Vertraulichkeit innerhalb eines Rechners betrachtet und Angriffe darauf (Verdeckte Kanäle, Seitenkanäle). Im zweiten Teil der Veranstaltung werden Autorisierungssysteme vorgestellt. Dabei wird ihre Struktur betrachtet, allgemeine Eigenschaften und Grenzen (Safety-Problem) und der Umgang mit diesen Systemen (Sicherheitsmodelle, mandatory / discretionary access control). Abschließend werden Bewertungskriterien für die Sicherheit von Rechensystemen behandelt mit Schwerpunkt auf dem Common Criteria Standard.

IT-Forensik beschäftigt sich mit der Untersuchung von Vorfällen (Incidents) von IT-Systemen. Durch Erfassung, Analyse und Auswertung digitaler Spuren in Computersystemen werden nach Möglichkeit sowohl der Tatbestand als auch der oder die Täter festgestellt. Im Rahmen der Veranstaltung erhalten die Studenten zunächst einen grundlegenden Überblick über die Thematik IT-Forensik. Im nächsten Schritt erfolgt ein vertiefender Einblick in den Aufbau von Speichermedien (Festplatten, Flashspeicher, Magnetbänder) sowie Arten, Standards, Schnittstellen (Aufbau und Analyse von Standarddateisystemen, bspw. FAT, NTFS, ext4fs). Darauf aufbauend erfolgt eine Klassifikation von Datenträgern, Partitionierungsverfahren sowie prinzipiellen Analysemöglichkeiten (z.B. vor dem Hintergrund einer Verschlüsselung von Dateien). Als nächstes werden typische Angriffsmethoden untersucht, bevor am praktischen Beispiel einer forensischen Post-Mortem-Analyse ein konkretes Szenario bearbeitet wird. Hierbei wird u.a. ein spezieller Fokus auf die Einbeziehung von Behörden im Sinne einer gerichtsverwertbaren Auswertung gelegt.

Literatur

Zur Vorlesung Betriebssystemsicherheit: Es gibt kein Lehrbuch, das genau den Vorlesungs-Inhalt abdeckt. In den folgenden Büchern werden Themen aus der Vorlesung behandelt, sie sind als vertiefende Literatur verwendbar:

- Andrew S. Tanenbaum: Moderne Betriebssysteme, Pearson Studium, 3. Auflage, 2009
- Claudia Eckert: IT-Sicherheit, DeGruyter, Oldenbourg, 9. Auflage, 2014
- Trent Jaeger: Operating Systems Security, Morgan & Claypool, 2008
- Joachim Biskup: Security in Computing Systems, Springer, 2009.

Leistungsnachweis

Schriftliche Prüfung mit 60 Minuten Dauer.

Verwendbarkeit

- Pflichtmodul im Masterstudiengang CYB
- Wahlpflichtmodul im Masterstudiengang ME, Wahlpflichtgruppe ITSK
- Wahlpflichtmodul im Masterstudiengang INF, Vertiefungsfeld Technische Informatik

Dauer und Häufigkeit

Das Modul dauert 1 Trimester.

Modulname	Modulnummer
Kryptologie	5506

Konto	WPFL Module ME-ITSK 2024
-------	--------------------------

Modulverantwortliche/r	Modultyp	Empf. Trimester
Univ.-Prof. Dr. Arno Wacker	Pflicht	1

Workload in (h)	Präsenzzeit in (h)	Selbststudium in (h)	ECTS-Punkte
180	72	108	6

Zugehörige Lehrveranstaltungen:

Nr.	Art	Veranstaltungsname	Teilnahme	TWS
55061	VÜ	Einführung in die Kryptographie	Pflicht	3
55062	VÜ	Kryptoanalyse	Pflicht	3
Summe (Pflicht und Wahlpflicht)				6

Empfohlene Voraussetzungen

Grundkenntnisse in Mathematik, im Algorithmenentwurf und in der Algorithmenanalyse, wie sie in einführenden Lehrveranstaltungen zur Mathematik (Mathematische Strukturen, Lineare Algebra, Analysis) und zur Informatik vermittelt werden.

Qualifikationsziele

Die Studierenden kennen die wichtigsten grundlegenden kryptographischen Verfahren. Sie kennen ihre Vor- und Nachteile und ihre Stärken und Schwächen und können beurteilen, in welchen Situationen welche Verfahren eingesetzt werden können. Sie kennen verschiedene Anwendungsgebiete kryptographischer Verfahren wie Geheimhaltung, Authentizität von Nachrichten und digitale Signaturen. Ferner kennen Sie die wichtigsten Methoden der Kryptoanalyse.

Inhalt

Die Grundbegriffe der Kryptographie sollen zuerst an klassischen symmetrischen Verschlüsselungsverfahren erläutert werden. Es werden zum Beispiel Stromchiffren und Blockchiffren (DES - Data Encryption Standard, AES - Advanced Encryption Standard) behandelt. Ein Schwerpunkt der einführenden Lehrveranstaltung werden allerdings asymmetrische Public-Key-Verschlüsselungsverfahren sein, zum Beispiel das RSA-Verfahren, die Diffie-Hellman-Schlüsselvereinbarung, El-Gamal-Systeme und weitere Verfahren. Auch Zero-Knowledge-Protokolle sollen behandelt werden. Neben der reinen Nachrichtenverschlüsselung sollen auch andere Anwendungen behandelt werden, zum Beispiel Signatur-Verfahren, Authentizität von Nachrichten sowie Authentifikation von Kommunikationsteilnehmern.

Unter Kryptoanalyse versteht man die Analyse von kryptographischen Verfahren mit dem Ziel, ihre Sicherheit zu beweisen und zu quantifizieren, oder mit dem Ziel, Schwachstellen

<p>aufzudecken und ggf. Gegenmaßnahmen zu ergreifen. In der Vorlesung "Kryptoanalyse" wird die Kryptoanalyse hauptsächlich von den Verfahren behandelt, mit denen die Studierenden in der Vorlesung "Kryptographie" bereits vertraut gemacht wurden:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Kryptoanalyse der Enigma als Beispiel zur historischen Kryptographie; • Kryptoanalyse von RSA (Low-Exponent-Angriffe, Common-Modulus-Angriffe, Angriffe auf das Padding, Faktorisierungsalgorithmen/quadratisches Sieb) • Kryptoanalyse von Verfahren, die auf dem diskreten Logarithmus in der multiplikativen Gruppe eines endlichen Körpers oder in einer elliptischen Kurve beruhen (Algorithmus von Silver-Polig-Hellman, Rho-Verfahren von Pollard, Baby-Step-Giant-Step-Verfahren von Shanks, Indexcalculus in der multiplikativen Gruppe); • Die Algorithmen von Shor zur Kryptoanalyse mit dem Quantencomputer; • Kryptoanalyse von Verfahren, die immun gegen Angriffe mit dem Quanten-Computer zu sein scheinen. Als Beispiel wird das auf linearen Codes beruhende McEliece-Verfahren behandelt. <p>Neben der Diskussion der theoretischen Grundlagen wird auch auf ganz praxisnahe und konkrete Angriffsszenarien, wie zum Beispiel Logjam oder den Heartbleed-Bug, eingegangen.</p>
<p>Literatur</p> <ul style="list-style-type: none"> • B. Schneier: Angewandte Kryptographie. Pearson Studium, 2005 • M. Stamp and R. M. Low: Applied cryptanalysis. Breaking ciphers in the real world. John Wiley & Sons, 2007 • Buchmann, J.: Einführung in die Kryptographie, 6. Auflage, Springer Spektrum, 2016 • Forster, O.: Algorithmische Zahlentheorie, 2. Auflage, Springer-Verlag, 2015 • Hoffstein, J.; Piper, J.; Silverman, Joseph H.: An Introduction to Mathematical Cryptography, Springer-Verlag, 2010 • Beutelspacher, A.; Neumann, Heike B.; Schwarzpaul, T.: Kryptographie in Theorie und Praxis, 2. Auflage, Vieweg+Teubner, 2010 • Paar, C.; Pelzl, J.: Kryptographie verständlich, Springer Vieweg, 2016
<p>Leistungsnachweis</p> <p>Schriftliche Prüfung von 60 Minuten Dauer.</p>
<p>Verwendbarkeit</p> <ul style="list-style-type: none"> • Pflichtmodul im Masterstudiengang CYB • Wahlpflicht im Masterstudiengang ME, Wahlpflichtgruppe ITSK
<p>Dauer und Häufigkeit</p> <p>Das Modul dauert 1 Trimester.</p>

Modulname	Modulnummer
Anwendungssicherheit	5507

Konto	WPFL Module ME-ITSK 2024
-------	--------------------------

Modulverantwortliche/r	Modultyp	Empf. Trimester
Univ.-Prof. Dr. rer. nat. Wolfgang Hommel	Pflicht	2

Workload in (h)	Präsenzzeit in (h)	Selbststudium in (h)	ECTS-Punkte
180	72	108	6

Zugehörige Lehrveranstaltungen:

Nr.	Art	Veranstaltungsname	Teilnahme	TWS
10107	VÜ	Sichere vernetzte Anwendungen	Pflicht	3
55071	VL	Language-based Security	Pflicht	3
Summe (Pflicht und Wahlpflicht)				6

Empfohlene Voraussetzungen
Gute Kenntnisse in den Bereichen Programmiersprachen, Compiler und systemnahe Programmierung werden vorausgesetzt.

Qualifikationsziele
<p>Es wird die Kompetenz vermittelt, grundlegende Designfehler, weit verbreitete Sicherheitslücken und typische Implementierungsfehler auf Quelltextebene zu erkennen und zu vermeiden. Studierende lernen praxisrelevante Penetration-Testing-Ansätze, ausgewählte wichtige Software-Härtungsmaßnahmen und Bausteine sicherer vernetzter Anwendungen samt ihren betrieblichen Aspekten kennen.</p> <p>Studierende erwerben fundierte Kenntnisse zu aktuellen Angriffen und Verteidigungstechniken. Behandelte Techniken werden sowohl theoretisch als auch praktisch behandelt, sodass Studierende neben Faktenwissen zu den jeweiligen Techniken auch jene Methodenkompetenzen erwerben, die es ihnen erlaubt, Sicherheitsfragestellungen aus Programmiersprachen-Sicht kompetent zu beantworten.</p>

Inhalt
<p>Die Vorlesung Entwicklung und Betrieb sicherer vernetzter Anwendungen betrachtet Methoden, Konzepte und Werkzeuge zur Absicherung von verteilten Systemen über deren gesamten Lebenszyklus. Anhand von Webanwendungen und anderen serverbasierten Netzdiensten werden zunächst Angreifer-, Bedrohungs- und Trustmodelle sowie typische Design-, Implementierungs- und Konfigurationsfehler und deren Zustandekommen analysiert. Auf Basis dieser Grundlagen wird ein systematisches Vorgehen bei der Entwicklung möglichst sicherer vernetzter Anwendungen erarbeitet. Nach einem Überblick über die Besonderheiten der auf IT-Sicherheitsaspekte angepassten Entwicklungsprozesse werden ausgewählte Methoden und Werkzeuge, u.a. zur statischen bzw. dynamischen Code-Analyse und für Penetration Tests, und ihr Einsatz in den einzelnen Phasen des Softwarelebenszyklus mit den Schwerpunkten</p>

Implementierung und operativer Einsatz vertieft. Am Beispiel von Authentifizierungs- und Autorisierungsverfahren u.a. auf Basis von LDAP, SAML, XACML und OAuth wird die Integration klassischer und moderner Access-Control-Modelle in neu entwickelte Systeme und Legacy-Anwendungen mit ihren betrieblichen Aspekten, u.a. Management und Skalierbarkeit, diskutiert. Nach einem Überblick über aktuelle Härtings- und Präventionsansätze in Compilern, Betriebssystemen und Libraries werden ausgewählte Ansätze zur Analyse von Exploits und Malware behandelt. Unter dem Stichwort Ethical Hacking werden abschließend Vorgehensweisen bei der Responsible Disclosure identifizierter Schwachstellen diskutiert, die zu einer kontinuierlichen Verbesserung der Sicherheitseigenschaften komplexer Anwendungen führen.

Ziel der Vorlesung Language-based Security ist es, Grundlagen aus der sprachbasierten Sicherheit aus praktischer und theoretischer Sicht zu vermitteln. Konkret wird fundamentales Wissen zu aktuellen Angriffstechniken, z.B. Code-Injection und Code-Reuse Angriffe, vermittelt. Die jeweiligen Angriffstechniken werden danach sukzessive in ihre Bestandteile zerlegt und aus der Perspektive der sprachbasierten Transformationen beleuchtet. Themen der Vorlesung sind:

- Laufzeitstruktur von Programmen auf Maschinenebene
- Angriffe durch Injektion malignen Codes ("code injection attacks") und deren Abwehr
 - Buffer Overflows und Stack Canaries
 - Control-Flow Hijacking und Control-Flow Integrity
- Angriffe durch Wiederverwendung bereits existierenden Codes ("code re-use attacks") und deren Abwehr
 - Return-Oriented Programming und Software Diversity
- Angriffe durch Daten
 - Non-Control Data Attacks und Data-Flow Integrity bzw. Data Randomization
- Aktuelle Resultate
 - Theoretische Sicherheit von Control-Flow Integrity
 - Trends in Software Diversity

Literatur

- Ross Anderson: Security Engineering: A Guide to Building Dependable Distributed Systems, 3. Auflage, Wiley, 2021
- Loren Kohnfelder: Designing Secure Software, No Starch Press, 2021
- Daniel Deogun, Dan Bergh Johnsson, Daniel Sawano: Secure by Design, Manning, 2019
- Sachar Paulus: Basiswissen Sichere Software, dpunkt-Verlag, 2011
- Michael Howard, David LeBlanc, John Viega: 24 Deadly Sins of Software Security, McGraw-Hill, 2009

Leistungsnachweis

Schriftliche Prüfung mit 120 Minuten Dauer.

Verwendbarkeit

Die im Modul behandelten Inhalte finden in den MCYB-Wahlpflichtmodulen zu Language-based Security, Compilerbau (auch in MINF) sowie Identitätsmanagement Anwendung und sind bei eigenen Implementierungen, z.B. im Rahmen der Masterarbeit, zu berücksichtigen.

Dauer und Häufigkeit

Das Modul dauert 1 Trimester.

Modulname	Modulnummer
Security- und IT- Management	5508

Konto	WPFL Module ME-ITSK 2024
-------	--------------------------

Modulverantwortliche/r	Modultyp	Empf. Trimester
Univ.-Prof. Dr. Ulrike Lechner	Pflicht	2

Workload in (h)	Präsenzzeit in (h)	Selbststudium in (h)	ECTS-Punkte
240	84	156	8

Zugehörige Lehrveranstaltungen:

Nr.	Art	Veranstaltungsname	Teilnahme	TWS
10106	VÜ	Sicherheitsmanagement	Pflicht	3
10471	VÜ	IT-Governance	Pflicht	4
Summe (Pflicht und Wahlpflicht)				7

Empfohlene Voraussetzungen

Grundlegende Kenntnisse über die Anwendungsbereiche und Methoden der IT-Sicherheit, wie sie z.B. im Modul Grundlagen der Informationssicherheit vermittelt werden.

Qualifikationsziele

Die Studierenden lernen zentrale Fragestellungen und wichtige Instrumente der Organisation, Steuerung und Kontrolle der IT und der IT-Prozesse von Organisationen kennen, in die auch sämtliche operativen Aspekte der Informationssicherheit zu integrieren sind. Sie lernen Fragestellungen und Methoden der Praxis im IT-Management kennen. Sie werden befähigt, Methoden des IT-Managements zu gestalten und zu evaluieren.

Die Vorlesung Sicherheitsmanagement vermittelt die Kompetenz, den Themenkomplex Informationssicherheit in seiner Breite strukturiert und nach technischen und organisatorischen Aspekten differenziert anzugehen und je nach Einsatzszenario systematisch Schwerpunkte im operativen Sicherheitsmanagement zu setzen. Studierende werden in die Lage versetzt, in realistischen Anwendungsbeispielen den Erfüllungsgrad von Anforderungen durch internationale Normen und branchenspezifische Vorgaben zu beurteilen und Maßnahmen zu planen, um identifizierte Defizite zu beseitigen.

Inhalt

Wie kann die IT-Landschaft einer Organisation gestaltet werden? Informationssysteme spielen eine zentrale Rolle für Organisationen und die Gesellschaft als Ganzes. Thema dieser Veranstaltung ist die Steuerung der IT in einer Organisation mit den Themenfeldern Strategie, Personal, Prozesse, Compliance und Risikomanagement. Weitere Themen sind Outsourcing und Cloud Computing sowie wichtige Ansätze in der Regulierung und Standardisierung.

IT-Governance ist ein vergleichsweise neues Gebiet der Informatik und Wirtschaftsinformatik, das der zentralen Rolle der IT in Organisationen Rechnung trägt. Die IT mit ihren Prozessen ist so zu gestalten, dass sie die gesetzlichen Anforderungen erfüllt und die Geschäftsstrategie umsetzt. Weitere Aufgaben sind die Wertschöpfung durch IT und die Minimierung von IT-Risiken. IT-Governance soll den Rahmen schaffen, um IT-Leistungen effektiv und effizient zu erbringen.

Die Vorlesung Sicherheitsmanagement führt in die organisatorischen und technischen Aspekte des Umgangs mit dem Thema Informationssicherheit in komplexen Umgebungen ein, beispielsweise in Konzernen mit mehreren Standorten und bei organisationsübergreifenden Kooperationen wie Zulieferpyramiden oder internationalen Forschungsprojekten. Auf Basis der internationalen Normenreihe ISO/IEC 27000, die u.a. im Rahmen des IT-Sicherheitsgesetzes auch national stark an Bedeutung gewinnt, und weiterer Frameworks wie COBIT werden die Bestandteile so genannter Informationssicherheits-Managementsysteme (ISMS) analysiert und Varianten ihrer Umsetzung mit den damit verbundenen Stärken und Risiken diskutiert. Neben der Integration vorhandener technischer Sicherheitsmaßnahmen in ein ISMS werden auch die Schnittstellen zu branchenspezifischen Vorgaben, beispielsweise dem Data Security Standard der Payment Card Industry, zum professionellen IT Service Management bei IT-Dienstleistern und zu gesetzlichen Auflagen betrachtet.

Literatur

- Michael Klotz, Matthias Goeken, Martin Fröhlich. IT-Governance: Ordnungsrahmen und Handlungsfelder für eine erfolgreiche Steuerung der Unternehmens-IT, dpunkt-Verlag, 2023.
- Andreas Rüter, Jürgen Schröder, Axel Göldner, Jens Niebuhr. IT-Governance in der Praxis: Erfolgreiche Positionierung der IT im Unternehmen. Anleitung zur erfolgreichen Umsetzung regulatorischer und wettbewerbsbedingter Anforderungen (Xpert.press), 2010.
- Michael Brenner et al., Praxisbuch ISO/IEC 27001, Hanser Verlag, 4. Auflage 2022
- Thomas Harich, IT-Sicherheitsmanagement, mitp Professional Verlag, 3. Auflage 2021

Leistungsnachweis

Notenschein auf der Basis eines Portfolios. Für die VÜ IT-Governance sind die folgenden Leistungen zu erbringen: Vortrag von 20-30 Minuten Dauer und Bearbeitungszeit von 2-4 Wochen in Gruppenarbeit und Bearbeitung eines Praxisproblems mit Präsentation von 20-30 Minuten Dauer in Gruppenarbeit und 6-12 Wochen Bearbeitungszeit. Zu der VÜ IT-Sicherheitsmanagement ist eine schriftliche Klausur von 30 Minuten Dauer zu absolvieren.

Verwendbarkeit

Die Inhalte des Moduls sind Grundlage vertiefender Wahlpflichtmodule wie Enterprise Architecture und IT Service Management, IT-Governance (MWIN) sowie Staatliche IT-Sicherheit und können in die Konzeption eigener technischer und organisatorischer Sicherheitsmaßnahmen und Prozesse, z.B. im Rahmen einer Masterarbeit, einfließen.

Dauer und Häufigkeit

Das Modul dauert 2 Trimester.

Modulname	Modulnummer
Kanalcodierung	6053

Konto	WPFL Module ME-ITSK 2024
-------	--------------------------

Modulverantwortliche/r	Modultyp	Empf. Trimester
Univ.-Prof. Dr.-Ing. Andreas Knopp	Wahlpflicht	3

Workload in (h)	Präsenzzeit in (h)	Selbststudium in (h)	ECTS-Punkte
150	60	90	5

Zugehörige Lehrveranstaltungen:

Nr.	Art	Veranstaltungsname	Teilnahme	TWS
60531	VÜ	Kanalcodierung	Wahlpflicht	5
Summe (Pflicht und Wahlpflicht)				5

Voraussetzungen laut Prüfungsordnung

keine

Empfohlene Voraussetzungen

Kenntnisse der höheren Mathematik, der Signal- und Systemtheorie, wie sie in der Vorlesung „Signale und Kommunikationssysteme“ (BA Modul „Signale und Systeme“) erlernt werden sowie Kenntnisse von Kommunikationssystemgrundlagen, wie sie in der Vorlesung „Kommunikationstechnik“ (BA Modul „Kommunikationstechnik“) erlernt werden.

Qualifikationsziele

Die Studierenden erlernen in dieser Lehrveranstaltung die Grundlagen der Informationstheorie und darauf aufbauend die wichtigsten Methoden und Verfahren der Vorwärtsfehlerkorrektur und Kanalcodierung. Sie vertiefen dabei ihre Kenntnisse von spezifischen Codierungsverfahren und der Decodierung. Ferner erlernen Sie Werkzeuge und Kenngrößen zur analytischen Untersuchung von Codierungsverfahren und deren vergleichender Bewertung.

Inhalt

Die Studierenden erlernen die Grundlagen der Informationstheorie als Voraussetzung für den Entwurf von Vorwärtsfehlerkorrekturverfahren. Sie erhalten abschließend ein fundiertes Verständnis des Kanalcodierungstheorems, der Kanalkapazität verschiedener Übertragungskanäle und des Prinzips der Kanalcodierung. Die Studierenden werden mit Methoden zur Abschätzung der Leistungsfähigkeit von Codes vertraut gemacht; sie berechnen eigenständig Distanzeigenschaften wie die Hamming-Distanz. Sie erlernen das Prinzip der Maximum-Likelihood (ML) und Maximum-A-Posteriori (MAP) Decodierung, der Soft-in soft-out Decodierung und reflektieren diese am Beispiel der wichtigsten Codeklassen. Hierzu gehören lineare Blockcodes, Low-Density Parity Check Codes, Faltungscodes und Polarcodes. In Bezug auf die Blockcodes setzen sie sich analytisch und simulativ mit der Fehlerwahrscheinlichkeit auseinander. Die Studierenden vergleichen Low Density Parity Check (LDPC) Codes und erlernen deren Konstruktion und Bewertung anhand von Tanner Graphen. Für die Decodierung von

<p>LDPC Codes konzentrieren sie sich auf Message Passing Decodierung. Faltungscodes verstehen die Studierenden anhand von Zustandsautomaten; die Decodierung von Faltungscodes führen sie mit Trellis-Graphen und dem Viterbi-Decodierverfahren aus. Schließlich erlernen die Studierenden den Nutzen der Codeverkettung und deren iterativer Decodierung, einschließlich der Grundlagen der Turbo-Codes. Zur Decodierung von Turbo-Codes konzentrieren sich die Studierenden auf die MAP Decodierung mit dem BCJR Algorithmus.</p>
Literatur
<ul style="list-style-type: none">• Bossert, M.: Channel Coding for Telecommunications. Wiley.• Friedrichs, B.: Kanalcodierung. Springer• Lin, S., Costello, D.: Error Control Coding. Prentice Hall.• Johnson, S.: Iterative Error Correction. Cambridge.
Leistungsnachweis
Schriftliche Prüfung von 60 Minuten Dauer (sP-60).
Verwendbarkeit
<ul style="list-style-type: none">• Wahlpflichtmodul im Studiengang EIT M.Sc. für die Vertiefungsrichtung SKE• Wahlpflichtmodul im Studiengang ME M.Sc. für die Wahlpflichtgruppe ITSK• Wahlpflichtmodul im Studiengang CYB M.Sc. für das Vertiefungsfeld SI• EIT MSc. Wahlpflichtmodul MINT
Dauer und Häufigkeit
1 Trimester, in jedem HT

Modulname	Modulnummer
Digitale Filter und Array Processing	6060

Konto	WPFL Module ME-ITSK 2024
-------	--------------------------

Modulverantwortliche/r	Modultyp	Empf. Trimester
Univ.-Prof. Dr.-Ing. Andreas Knopp	Wahlpflicht	2

Workload in (h)	Präsenzzeit in (h)	Selbststudium in (h)	ECTS-Punkte
150	72	78	5

Zugehörige Lehrveranstaltungen:

Nr.	Art	Veranstaltungsname	Teilnahme	TWS
60601	VÜ	Digitale Filter	Wahlpflicht	3
60602	VÜ	Array Processing	Wahlpflicht	3
Summe (Pflicht und Wahlpflicht)				6

Voraussetzungen laut Prüfungsordnung

keine

Empfohlene Voraussetzungen

Vorausgesetzt sind Grundkenntnisse in der Digitalen Signalverarbeitung wie sie z.B. im Modul Signalverarbeitung vermittelt werden

Qualifikationsziele

Die Studierenden besitzen vertieftes und fundiertes Wissen in der Analyse des Ein-/Ausgangsverhaltens linearer zeitdiskreter Systeme im Zeit- und Frequenzbereich. Sie sind sicher im Umgang mit Schlüsseltechniken zur Signaldarstellung und Interpretation im Zeit- und Frequenzbereich sowie zum Entwurf digitaler Filter. Sie sind fähig, diese Werkzeuge situationsbezogen auf neue Problemstellungen anzuwenden. Die Studierenden können digitale Filterkomponenten in Abhängigkeit von der gegebenen Fragestellung auswählen, parametrieren und kritisch hinsichtlich sicherheitsrelevanter Aspekte wie Stabilität und Robustheit bewerten. Sie erhalten die Kompetenz, das erworbene Wissen in voller Anwendungsbreite von Schätzverfahren im Zeit- und Frequenzbereich hinaus auf neue Fragestellungen anzuwenden. Die Studierenden verfügen über die Fähigkeit, selbständig Fragestellungen zu den wesentlichen Algorithmen der räumlichen Signalanalyse und Parameterschätzung zu bearbeiten. Sie erkennen die breiten Potenziale von Mehrantennensystemen für die gerichtete räumliche Kommunikation und für die Nutzung der räumlichen Dimension als zur Zeit- und Frequenzdimension orthogonale Ausbreitungskomponente und können diese benennen. Die Studierenden können Methoden zur Apertursynthese und modellbasierten Strahlformung wiedergeben und selbstständig auf neue Problemstellungen anwenden.

Inhalt

a) Lehrveranstaltung Digitale Filter (PD Dr.-Ing. Gerhard Staude)

In dieser Lehrveranstaltung werden die Studierenden mit den wesentlichen Prinzipien zur Analyse und dem Entwurf digitaler Filter bekannt gemacht und damit das Wissen aus den grundlegenden Signalverarbeitungsvorlesungen weiter vertieft. Nach einer Einführung in das Gebiet der Schnellen Algorithmen (Fast Fourier Transform (FFT), Schnelle Faltung) befassen sich die Studierenden umfassend mit der Analyse von linearen verschiebungsinvarianten Systemen (LVI-Systeme). Sie werden mit den verschiedenen Beschreibungsformen (IA, DG, ÜF, FG) vertraut gemacht und lernen die verschiedenen Systemarten (MA, AR, ARMA) und ihre speziellen Eigenschaften (linearphasige Filter, minimalphasige Filter, Allpässe) zu differenzieren. Die Studierenden lernen unterschiedliche Realisierungsstrukturen kennen und befassen sich mit Techniken zum Entwurf digitaler Filter. Dabei erlernen sie sowohl Verfahren zum Entwurf von FIR-Filtern (Windowing, Frequency-Sampling, Tschebyscheff-Approximation) als auch zum Entwurf von IIR-Filtern (direkte, impulsinvariante und bilineare Transformation). In einem weiteren Kapitel werden die Studierenden mit dem Konzept der adaptiven Filter bekannt gemacht. Dabei werden zunächst exemplarisch das Least-Mean-Squares Verfahren und der Recursive-Least-Squares Algorithmus vorgestellt bevor die Studierenden an das allgemeine Prinzip der Zustandsmodellierung und des Kalman-Filters herangeführt werden. Ein Kapitel zu aktuell verfügbaren Hardware-Architekturen wie Digitalen Signal Prozessoren (DSP) und FPGA-Bausteinen, Implementierungsaspekten und möglichen Fehlerquellen (Quantisierungseffekte, Stabilität, Grenzyklen) schließt die Lehrveranstaltung ab.

b) Lehrveranstaltung Array Processing (Prof. Dr.-Ing. Andreas Knopp)

In dieser Lehrveranstaltung werden die Studierenden grundlegend in die Anwendungsgebiete und Applikationen von Antennenarrays, Beamforming und räumlichen Filtern eingeführt. Hierbei erwerben sie ein Verständnis über uniforme lineare Arrays, zirkulare Arrays, Array Performance Metriken und Antennenelemente sowie deren Eigenschaften. Die Studierenden werden in das Thema Antennenarrays eingeführt und verstehen die unterschiedlichen Syntheseformen. Sie erlernen Array-Polynome und z-Transformation, das räumliche Abtasttheorem, Binomialarrays, Dolph-Chebyshev Arrays und Villeneuve n-Verteilung und setzen sich mit der Least-Squares Fehlermustersynthese, dem Minimax Design, dem Null-Steering, dem Beam-space-Processing und den räumlich non-uniforme lineare Arrays auseinander. Die Studierenden machen sich mit den Grundlagen der planaren Arrays und Aperturen vertraut. Sie diskutieren parametrische und Wavenumber Modelle, Raum-Zeit-Zufallsprozesse und Snapshot Modelle (Frequenz und Zeit) zur Charakterisierung von Space-Time Prozessen. Die Studierenden erlernen die Themengebiete Beamforming, MMSE Estimators, Maximum SNR Estimators, Multiple Plane Wave Signals (MMSE und MVDR Beamformer), Eigenvektor Beamformer und adaptive Beamformer als Grundlagen der Waveform Estimation. Außerdem erlernen sie das Subspace Verfahren (MUSIC, ESPRIT), die Capon Methode und die Minimum-Norm Methode systematisch auf Fragestellungen zu modell- und leistungsbasierter Parameterschätzung anzuwenden. Die Studierenden vergleichen vertieft die MISO-Systeme, Alamouti-Minimum-Norm, MIMO Systeme, Pre-coding und MIMO Entzerrung und beherrschen somit die wesentlichen Themengebiete im Bereich Beamforming als Variante der Mehrantennenkommunikation.

Literatur

- Kammeyer KD, Kroschel K: Digitale Signalverarbeitung. Springer Vieweg, 2022

<ul style="list-style-type: none"> • Oppenheim A, Schafer R: Discrete-Time Signal Processing: Pearson New International Edition. Pearson Education Limited, 2013 • Stoica P, Moses R: Spectral Analysis of Signals. Pearson Prentice Hall, 2005 • van Trees HL: Detection, Estimation and Modulation Theory – Part IV. Wiley Interscience, 2001 • Vucetic B and Yuan J: Space-Time Coding. Wiley, 2003
Leistungsnachweis
Schriftliche Prüfung von 90 Minuten Dauer (sP-90).
Verwendbarkeit
<ul style="list-style-type: none"> • Wahlpflichtmodul im Studiengang EIT M.Sc. für die Studienrichtung SKE • Wahlpflichtmodul im Studiengang ME M.Sc. für die Wahlpflichtgruppe ITSK • Wahlpflichtmodul im Studiengang INF M.Sc. für das Anwendungsfach Elektrotechnik • Wahlpflichtmodul MINT
Dauer und Häufigkeit
1 Trimester, in jedem FT

Modulname	Modulnummer
Automatisierungstechnik	1241

Konto	PFL Module Mechatronik-ME 2024
-------	--------------------------------

Modulverantwortliche/r	Modultyp	Empf. Trimester
Prof. Dr. rer. nat. habil. Claus Hillermeier	Pflicht	1

Workload in (h)	Präsenzzeit in (h)	Selbststudium in (h)	ECTS-Punkte
150	60	90	5

Zugehörige Lehrveranstaltungen:

Nr.	Art	Veranstaltungsname	Teilnahme	TWS
12411	VÜ	Automatisierungstechnik	Pflicht	5
Summe (Pflicht und Wahlpflicht)				5

Empfohlene Voraussetzungen
Mathematische und physikalische Kenntnisse, wie sie in den Bachelorstudiengängen EIT oder ME vermittelt werden; Ba-Modul Regelungstechnik (EIT), Ba-Modul „Grundlagen der Elektrotechnik“.

Qualifikationsziele
<p><u>Themenbereich „Digitale Regelkreise“:</u></p> <p>Die Studierenden verstehen, wie Regelungen mit Hilfe moderner Geräte- und Informationstechnologie 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 worden ist, 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.</p> <p><u>Themenbereich „Modellierung, Analyse und Steuerung ereignisgetriebener Systeme“:</u></p> <p>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</p>

<p>Methoden, um Steuerungen bzw. Regelungen für ereignisdiskrete Systeme, d.h. für Vorgänge, die es zu automatisieren gilt, zu entwerfen.</p> <p><u>Themenbereich „Modellbasierte prädiktive Regelung“:</u></p> <p>Die Studierenden verstehen das Prinzip der modellbasierten prädiktiven Regelung und können diese Methodik auf lineare, zeitdiskret modellierte Regelstrecken anwenden.</p>
Inhalt
<p><u>Themenbereich „Digitale Regelkreise“:</u></p> <p>Die Studierenden erhalten eine Einführung in die gerätetechnische Implementierung von Regelungen in Form von digitalen Regelkreisen. Sie lernen abgetastete Regelstrecken und ihre Modellierung als zeitdiskrete Systeme kennen, sowohl im Zeitbereich als auch im Frequenzbereich. Sie werden mit Eigenschaften zeitdiskreter Systeme wie Stabilität, Steuerbarkeit und Beobachtbarkeit bekannt gemacht. Den Studierenden wird demonstriert, wie ein Regler, der anhand eines zeitkontinuierlichen Modells der Regelstrecke entworfen worden ist, in ein Programm umgesetzt werden kann, das auf einem Mikrocontroller abläuft. Sie erlernen ein Methodenspektrum, um digitale Regelungen auf Basis eines zeitdiskreten Streckenmodells zu entwerfen.</p> <p><u>Themenbereich „Modellierung, Analyse und Steuerung ereignisgetriebener Systeme“:</u></p> <p>Die Studierenden werden mit der Modellierung von technischen Prozessen (in Rechenanlagen, Fertigungsanlagen etc.) und Transportvorgängen in Form von ereignisdiskreten Systemen bekannt gemacht. Ihnen wird demonstriert, wie die Automatisierung von Fertigungsprozessen, Gebäuden, Fahrzeugen etc. so umformuliert werden kann, dass daraus die Aufgabe entsteht, durch Steuerungsmechanismen geeignete Ereignisfolgen herbeizuführen. Die Studierenden erlernen die Fähigkeit, Prozesse, die automatisiert werden sollen, mit Hilfe von deterministischen Automaten und Petrinetzen zu modellieren.</p>
Literatur
<ul style="list-style-type: none"> • J. Lunze: Automatisierungstechnik, De Gruyter/Oldenbourg Verlag, 2016 • J. Lunze: Regelungstechnik 2, Springer Verlag, 2016 • M. Horn, N. Dourdoumas: Regelungstechnik, Pearson Studium Verlag, 2004 • A. Kugi: Skript zur Vorlesung "Automatisierung", • https://www.acin.tuwien.ac.at/file/teaching/bachelor/automatisierung/AutomatisierungVO.pdf
Leistungsnachweis
Schriftliche Prüfung 90 Minuten.
Verwendbarkeit
Pflichtmodul im Studiengang EIT M.Sc. für die Studienrichtung EET, Pflichtmodul im Masterstudiengang ME Studienrichtung Mechatronik.
Dauer und Häufigkeit
1 Trimester, in jedem WT

Modulname	Modulnummer
Dynamik & Regelung elektrischer Antriebe, EMV in der Energietechnik	4132

Konto	PFL Module Mechatronik-ME 2024
-------	--------------------------------

Modulverantwortliche/r	Modultyp	Empf. Trimester
Prof. Dr.-Ing. Dieter Gerling	Pflicht	1

Workload in (h)	Präsenzzeit in (h)	Selbststudium in (h)	ECTS-Punkte
240	96	144	8

Zugehörige Lehrveranstaltungen:

Nr.	Art	Veranstaltungsname	Teilnahme	TWS
41321	VÜ	Dynamik & Regelung elektrischer Antriebe I	Pflicht	2
41322	VÜ	Dynamik & Regelung elektrischer Antriebe II	Pflicht	4
41323	VÜ	EMV in der Energietechnik	Pflicht	2
Summe (Pflicht und Wahlpflicht)				8

Voraussetzungen laut Prüfungsordnung
keine
Empfohlene Voraussetzungen
Kenntnisse in „Elektrische Maschinen und Antriebe“, wie sie z.B. im Modul „Elektrische Maschinen und Antriebe für Electric Mobility“ vermittelt werden.
Qualifikationsziele
Die Studierenden erlernen die Grundbegriffe von elektromechanisch gekoppelten Systemen. Sie können elektrischen Maschinen in unterschiedlichen Koordinatensystemen mathematisch beschreiben. Die Studierenden verfügen außerdem über Kenntnisse des dynamischen Betriebsverhaltens elektrischer Maschinen (Schnellhochlauf, Laststoß, Stoßkurzschluss) und lernen unterschiedliche Regelungskonzepte für elektrische Antriebe (Kaskadenregelung, feldorientierte Regelung) kennen. Ergänzende Kenntnisse zu leistungselektronischen Stellgliedern und Elektromagnetische Verträglichkeit (EMV) bei elektrischen und elektronischen Systemen runden die Vorlesung ab.
Inhalt
Lehrveranstaltung „Dynamik und Regelung elektrischer Antriebe I“ Zu Beginn dieser Veranstaltung wiederholen die Studierenden physikalische Grundlagen, die für das Verständnis von Antriebsregelungen notwendig sind: <ul style="list-style-type: none"> • Dynamisches Grundgesetz und Bewegungsgleichungen • Stabilität • Massenträgheitsmomente

- Einfache Getriebe
- Leistung und Energie bei Drehbewegungen
- Langsame Drehzahländerungen
- Wärmemengen beim Anfahren und Bremsen

Für ein besseres Verständnis der zu vermittelnden Inhalte wird zunächst das dynamische Verhalten von Gleichstrommaschinen näher analysiert:

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

Anschließend werden die Studierenden mit dem Begriff der Raumzeigertheorie für Drehfeldmaschinen bekannt gemacht:

- 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

Die Methoden der Raumzeigertheorie werden nun auf das dynamische Verhalten der Asynchronmaschine angewendet:

- 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 eingepprägten Statorströmen
- Flussmodell
- Strukturbild der Regelung
- Dynamischer Hochlauf der Asynchronmaschine
- Vergleich mit dem dynamischen Hochlauf am starren Netz
- Feldorientierte Regelung der Asynchronmaschine mit eingepprägten Statorspannungen
- Entkopplungsnetzwerk
- Feldorientierte Regelung der Asynchronmaschine ohne mechanischen Sensor

Lehrveranstaltung „Dynamik und Regelung elektrischer Antriebe II“:

Im direkten Anschluss an den ersten Teil der Vorlesung transferieren die Studierenden ihr erworbenes Wissen über Raumzeiger und Maschinendynamik von Asynchronmaschinen auf das dynamische 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

Anschließend wird ein technisch besonders relevanter Spezialfall der Synchronmaschine – der permanenterrregte Synchronmotor mit Polradlagegeber – näher herausgehoben und untersucht:

- Wirkungsweise
- Dynamisches Gleichungssystem
- Stationäres Betriebsverhalten
- Betriebsarten

Ein kurzer Ausblick zu leistungselektronischen Stellgliedern für Gleichstrommaschinen, Asynchronmaschinen und Synchronmaschinen rundet die zuvor behandelten Themen ab.

Lehrveranstaltung „EMV in der Energietechnik“:

Im dritten Teil der Vorlesung werden die Studierenden mit Fragestellungen zur „elektromagnetischen Verträglichkeit“ (EMV) mit speziellem Fokus auf die Energietechnik vertraut gemacht:

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

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

<p>Literatur zu Lehrveranstaltung „Antriebsregelung und Aktorik II“:</p> <ul style="list-style-type: none"> • D. Gerling: Vorlesungsskript „Antriebsregelung und Aktorik“, UniBw München, EAA, 2010 • D. Schröder: „Elektrische Antriebe - Regelung von Antriebssystemen“, 3. Auflage, Springer Verlag, Berlin, 2009 <p>Literatur zu Lehrveranstaltung „EMV in der Energietechnik“:</p> <ul style="list-style-type: none"> • W. Zeng: Vorlesungsskript „EMV in der Energietechnik“, UniBw München, EAA, 2011 • A.J. Schwab, W. Kürner: „Elektromagnetische Verträglichkeit“, 6.Auflage, Springer-Verlag, Berlin, 2011
<p>Leistungsnachweis</p>
<p>Gesamtmodul: sP-130</p> <ul style="list-style-type: none"> • Anteil ARA (I+II): sP-90 • Anteil EMV: sP-40 <p>Für die Modulnote werden die Leistungen der Lehrveranstaltungen ARA (I+II) und EMV im Verhältnis 3:1 gewertet.</p>
<p>Verwendbarkeit</p>
<ul style="list-style-type: none"> • Pflichtmodul im Studiengang EIT M.Sc. für die Studienrichtung EET. • Wahlpflichtmodul im Studiengang EIT M.Sc. die Studienrichtung SKE.
<p>Dauer und Häufigkeit</p>
<p>3, in jedem WT (Beginnend mit ARA I)</p>

Modulname	Modulnummer
Systeme der Leistungselektronik	4133

Konto	PFL Module Mechatronik-ME 2024
-------	--------------------------------

Modulverantwortliche/r	Modultyp	Empf. Trimester
Univ.-Prof. Dr.-Ing. Thomas Brückner	Pflicht	1

Workload in (h)	Präsenzzeit in (h)	Selbststudium in (h)	ECTS-Punkte
180	72	108	6

Zugehörige Lehrveranstaltungen:

Nr.	Art	Veranstaltungsname	Teilnahme	TWS
41331	VÜ	Systeme der Leistungselektronik	Pflicht	6
Summe (Pflicht und Wahlpflicht)				6

Voraussetzungen laut Prüfungsordnung

keine

Empfohlene Voraussetzungen

Kenntnisse des Moduls "Grundlagen der Leistungselektronik"

Qualifikationsziele

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

Inhalt

- Anwendungsgebiete und Entwicklungstrends: Grundstrukturen leistungselektronischer Systeme, Anforderungen und Designaspekte,
- Leistungsteile: Anforderungen, Elektrische Schnittstellen, Komponenten und Modularisierung, Sicherheit und Störfallbehandlung,
- Leistungshalbleiter: Aufbau- und Verbindungstechnik, thermische und elektrische Auslegung, Zuverlässigkeit, Verhalten in Fehlerfällen und Ansteuerung,
- Steuer- und Regelverfahren für selbstgeführte Stromrichter: Pulsweitenmodulation, Raumzeigermodulation, direkte Regelverfahren,
- Multilevel-Stromrichter und deren Anwendungen: Synthese von Multilevel-Strukturen, Neutral-Point-Clamped (NPC)- und Flying Capacitor (FC)-Schaltungen, Modulare Multilevel (MMC)-Stromrichter,
- Leistungselektronische Systeme für Stromversorgungen,
- Leistungselektronische Systeme für Antriebszwecke,
- Leistungselektronische Systeme für die Energieübertragung und -verteilung.

Literatur
<ul style="list-style-type: none">• Bernet: Selbstgeführte Stromrichter am GS-Zwischenkreis, Springer 2012• Lutz: Halbleiter-Leistungsbaulemente, Springer 2012• Mohan/Undeland/Robbins: "Power Electronics", Wiley 2003
Leistungsnachweis
Schriftliche Prüfung 90 Min.
Verwendbarkeit
<ul style="list-style-type: none">• Pflichtmodul im Studiengang EIT M.Sc. für die Studienrichtung EET• Pflichtmodul im Masterstudiengang ME• Wahlpflichtmodul MINT
Dauer und Häufigkeit
1 Semester, in jedem Wintersemester

Modulname	Modulnummer
Sensorik und Elektrische Messtechnik	4134

Konto	PFL Module Mechatronik-ME 2024
-------	--------------------------------

Modulverantwortliche/r	Modultyp	Empf. Trimester
Univ.-Prof. Dr. techn. Christian Kargel	Pflicht	3

Workload in (h)	Präsenzzeit in (h)	Selbststudium in (h)	ECTS-Punkte
150	60	90	5

Zugehörige Lehrveranstaltungen:

Nr.	Art	Veranstaltungsname	Teilnahme	TWS
41341	VÜ	Sensorik und Elektrische Messtechnik	Pflicht	6
Summe (Pflicht und Wahlpflicht)				6

Voraussetzungen laut Prüfungsordnung
keine
Empfohlene Voraussetzungen
Kenntnisse der Elektrotechnik, Physik, Mathematik. Grundkenntnisse der Messtechnik.
Qualifikationsziele
<p>Die Studierenden haben ein vertieftes Verständnis für die Anforderungen, den Aufbau und die Funktionsweise von Sensoren für nichtelektrische Größen für verschiedene Anwendungsbereiche (Prozess- und Automatisierungstechnik, Automobil- und Luftfahrttechnik, Medizintechnik, intelligente und energieeffiziente Gebäudetechnik, etc.).</p> <p>Die Studierenden verstehen die Details des systemischen Zusammenwirkens von Sensorik und Elektrischer Messtechnik und können Messverfahren und Messsysteme eigenständig analysieren.</p> <p>Die Studierenden sind in der Lage, applikationsabhängige Messprobleme durch Auswahl geeigneter Sensoren zu lösen und anforderungsgerechte Messsysteme auszuwählen bzw. entsprechend zu dimensionieren.</p> <p>Die Studierenden können die Grenzen des sinnvollen praktischen Einsatzes der behandelten Sensoren und Messverfahren abschätzen und die zu erwartenden Messunsicherheiten ermitteln.</p>
Inhalt
<p>Die Lehrveranstaltung beschäftigt sich mit den physikalischen Effekten und dem Aufbau von in der messtechnischen Praxis unerlässlichen Sensoren und gibt zudem einen kurzen Einblick in die sich rasant entwickelnde Welt der „Mikro- und Nanosensorik“. Beispielsweise müssen in der Prozess- und Automatisierungstechnik, Automobil- und Luftfahrttechnik, Medizintechnik, der intelligenten Gebäudetechnik, etc. zahlreiche nichtelektrische Größen wie Temperatur, Wärmemenge, Wärmestrom, Weg, Winkel,</p>

<p>Beschleunigung, Kraft, Druck, Drehmoment, Durchfluss, Drehzahl, Geschwindigkeit, Gaszusammensetzung und -konzentration, pH-Wert, etc. erfasst werden. Die in der Lehrveranstaltung ebenfalls behandelte akustische und optische Messtechnik hat zudem einen unmittelbaren Zusammenhang mit dem menschlichen Hören und Sehen. Sensoren liefern elektrische Signale, aus denen dann Messwerte und Messergebnisse mithilfe von geeigneten Messverfahren bestimmt werden können. Bei der Auswahl des Sensors und der Festlegung der Konzeption des gesamten Mess-Systems für eine bestimmte Anwendung spielen die erzielbare Sensitivität und Selektivität sowie die statischen und dynamischen Eigenschaften entscheidende Rollen. In der Lehrveranstaltung werden diese Aspekte in Theorie und Praxis behandelt. Darüber hinaus werden auch Maßnahmen und Ansätze besprochen, die nachteilige Einflüsse wie beispielsweise Temperatur(quer)empfindlichkeiten, Rauschen, Fertigungsstreuungen und Alterungseffekte reduzieren sowie eine geringe Messunsicherheit garantieren helfen.</p>
<p>Literatur</p> <ul style="list-style-type: none"> • E. Schrüfer, L. Reindl, B. Zagar: Elektrische Messtechnik. Messung elektrischer und nichtelektrischer Größen, 12. Auflage, Carl Hanser Verlag, 2018 • U. Kiencke, R. Eger: Messtechnik, Systemtheorie für Elektrotechniker, 7. Aufl., Springer, 2008 • M. Möser: Messtechnik der Akustik, Springer, 2010 • J. Niebuhr, G. Lindner: Physikalische Messtechnik mit Sensoren, 6. Auflage, Vulkan-Verlag GmbH, 2011
<p>Leistungsnachweis</p>
<p>Schriftliche Prüfung 90 Min. Wiederholungsmöglichkeit am Ende des Folgetrimesters.</p>
<p>Verwendbarkeit</p> <ul style="list-style-type: none"> • Pflichtmodul im Studiengang EIT M.Sc. für die Studienrichtung EET • Pflichtmodul im Masterstudiengang ME • Wahlpflichtmodul im Studiengang EIT M.Sc. für die Studienrichtung SKE • Wahlpflichtmodul im Masterstudiengang ME • Wahlpflichtmodul im Masterstudiengang INF
<p>Dauer und Häufigkeit</p>
<p>1 Trimester, in jedem Herbsttrimester</p>

Modulname	Modulnummer
Grundlagen und Implementierung des Maschinellen Lernens	4215

Konto	WPFL Module Mechatronik- ME 2024
-------	----------------------------------

Modulverantwortliche/r	Modultyp	Empf. Trimester
Dr. rer. nat. Simon Gottschalk	Wahlpflicht	2

Workload in (h)	Präsenzzeit in (h)	Selbststudium in (h)	ECTS-Punkte
102	48	54	4

Zugehörige Lehrveranstaltungen:

Nr.	Art	Veranstaltungsname	Teilnahme	TWS
42151	VÜ	Grundlagen und Implementierung des Maschinellen Lernens	Wahlpflicht	4
Summe (Pflicht und Wahlpflicht)				4

Voraussetzungen laut Prüfungsordnung
Lineare Algebra, Analysis, Vektoranalysis, Optimierung, Grundkenntnisse in der Programmierung mit Python

Qualifikationsziele
Die Studierenden kennen nach erfolgreichem Bestehen des Moduls die gängigsten Methodiken des Maschinellen Lernens (ML) und ihre zugrundeliegenden statistischen Prinzipien. Darüber hinaus können diese in der Programmiersprache Python implementiert werden.

Inhalt
<p><u>Grundlagen des Maschinellen Lernens:</u></p> <p>Mathematische Grundlagen: Wahrscheinlichkeitsraum, Wahrscheinlichkeiten, Gauss Verteilung, Satz von Bayes, Maximum Likelihood, Regression, Markov Entscheidungsprozess; Einführung der Begriffe: Überwachtes Lernen, Teilüberwachtes Lernen, Unüberwachtes Lernen, Bestärkendes Lernen, Deep Learning, Overfitting, Underfitting, Batch Learning; Trainingsprinzipien/Approximationsfunktionen für das Maschinelle Lernen: Support Vector Maschinen, Radiale Basis Funktionen, Neuronale Netze, Convolutional Neuronale Netze, Recurrente Neuronale Netze, Entscheidungsbäume, k-nächste Nachbarn, Random Forest, Autodecoder & -encoder; Trainingsverfahren: Gradienten Verfahren, Stochastisches Gradienten Verfahren, automatisches Differenzieren, Backpropagation, Q-Learning, Reinforce, Lineare Regression;</p> <p><u>Programmieren in Python:</u></p>

Implementierung grundlegender Verfahren anhand von einfachen Beispielen und ein Aufbau einer eigenen (für den/die Studierende/n) Bibliothek von Verfahren des Maschinellen Lernens. Anwendung der Methodiken auf bekannte Benchmarkprobleme.
Literatur
Burkov A.: The Hundred-Page Machine Learning Book. Adriy Burkov, 2019. Deisenroth M.P., Faisal A.A., Ong C.S.: Mathematics for Machine Learning. Cambridge University Press, 2020. Hastie T., Tibshirani R., Friedman J.H.: The Elements of Statistical Learning: Data Mining, Inference, and Prediction. Springer, 2001.
Leistungsnachweis
Mündliche Prüfung 30 Minuten (ohne Hilfsmittel)
Verwendbarkeit
Anwendung des erlangten Wissens in der Masterarbeit. Querbezüge zu zahlreichen Modulen wie z.B. den Modulen aus den Bereichen optimale Steuerung und Bildverarbeitung (Sensorik).
Dauer und Häufigkeit
Das Modul dauert 1 Trimester. Das Modul beginnt jedes Studienjahr jeweils im Frühlingstrimester. Als Startzeitpunkt ist das Frühlingstrimester im 1. Studienjahr vorgesehen.

Modulname	Modulnummer
Optimierung für Data Science	4216

Konto	WPFL Module Mechatronik- ME 2024
-------	----------------------------------

Modulverantwortliche/r	Modultyp	Empf. Trimester
Dr. rer. nat. Alberto De Marchi	Wahlpflicht	3

Workload in (h)	Präsenzzeit in (h)	Selbststudium in (h)	ECTS-Punkte
90	48	42	3

Zugehörige Lehrveranstaltungen:

Nr.	Art	Veranstaltungsname	Teilnahme	TWS
42161a	VÜ	Optimierung für Data Science	Wahlpflicht	4
Summe (Pflicht und Wahlpflicht)				4

Empfohlene Voraussetzungen
Lineare Algebra, Analysis, Optimierung, Grundkenntnisse in der Programmierung mit Python oder MATLAB.
Qualifikationsziele
Nach erfolgreichem Bestehen des Moduls kennen die Studierenden die grundlegenden Werkzeuge zur mathematischen Modellierung und numerischen Lösung von Optimierungsproblemen, die im Data Science häufig auftreten. Diese können zudem in einer Programmiersprache implementiert werden.
Inhalt
<p><u>Zweck:</u></p> <p>Data Science, das Erzeugen von Wissen aus Daten, nimmt in einer zunehmend digitalisierten Welt einen immer größeren Stellenwert ein. Das Hauptziel dieses multidisziplinären Feldes ist die Identifizierung von Trends, Mustern, Verbindungen und Korrelationen in großen Datensätzen, z. B. um die E-Mails im Posteingang automatisch zu sortieren oder Filme auf der Grundlage früherer Entscheidungen zu empfehlen. Die eingesetzten Methoden sind zahlreich und reichen von der Analyse von großen Datenmengen (Big Data) bis hin zu modernen Verfahren des Data Mining und des maschinellen Lernens. Data Science umfasst eine Vielzahl von Werkzeugen und Techniken wie Computerprogrammierung, prädiktive Analysen, Mathematik, Statistik oder künstliche Intelligenz. Hierbei geht es um die Entwicklung und der Einsatz von Optimierungsmodellen und Methoden zur Entscheidungsunterstützung.</p> <p><u>Grundlagen der konvexen Optimierung: Beispiele für konvexe Optimierung im Data Science:</u></p>

<p>Approximation und Anpassung, statistische Schätzung, geometrische Probleme; Mathematische Grundlagen: Konvexe Mengen und Funktionen, konvexe Optimierung und Dualität, Optimalitätsbedingungen; Proximity-Operator und Splittingverfahren; Anwendungen: eingeschränkte konvexe Optimierung, lineare und quadratische Programmierung, Basisverfolgung (Basis pursuit), Lasso, Rauschunterdrückung; Algorithmen: Abstiegsmethoden, Newton-Methoden, Lagrangesche Zerlegung, Methode der Multiplikatoren in alternierender Richtung (Alternating Direction Method of Multipliers, ADMM); Programmieren in Python oder MATLAB: Implementierung grundlegender Verfahren anhand von einfachen Beispielen und ein Aufbau einer eigenen Bibliothek von Optimierungsverfahren (für den/die Studierende/n). Anwendung der Methoden auf reale Probleme.</p>
<p>Literatur</p> <ul style="list-style-type: none"> • S. Boyd and L. Vandenberghe: Convex Optimization. Cambridge University Press, 2004. • S. Bubeck: Convex Optimization - Algorithms and Complexity. Foundations and Trends in Machine Learning, 2015. • S. J. Wright and B. Recht: Optimization for Data Analysis. Cambridge University Press, 2022.
<p>Leistungsnachweis</p> <p>Am Ende der Veranstaltung wird eine mündliche Prüfung mit 30 Minuten Dauer abgehalten.</p>
<p>Verwendbarkeit</p> <p>Anwendung des erlangten Wissens in allen Studienschwerpunkten und in der Masterarbeit. Querbezüge zu zahlreichen Modulen wie z.B. den Modulen aus den Bereichen Signal- und Bildverarbeitung, Klassifikation, Systemidentifikation und Zustandsschätzung.</p>
<p>Dauer und Häufigkeit</p> <p>Das Modul dauert 1 Trimester. Das Modul beginnt jedes Studienjahr jeweils im Herbsttrimester des 1. Studienjahres.</p>

Modulname	Modulnummer
Kontinuumsmechanik und Werkstoffmodelle	1334

Konto	PFL Module ME-BAU - ME 2024
-------	-----------------------------

Modulverantwortliche/r	Modultyp	Empf. Trimester
Univ.-Prof. Dr.-Ing. habil. Michael Brünig	Pflicht	1

Workload in (h)	Präsenzzeit in (h)	Selbststudium in (h)	ECTS-Punkte
150	60	90	5

Zugehörige Lehrveranstaltungen:

Nr.	Art	Veranstaltungsname	Teilnahme	TWS
13341	VL	Kontinuumsmechanik und Werkstoffmodell	Pflicht	4
13342	VL	Tensorrechnung	Pflicht	1
Summe (Pflicht und Wahlpflicht)				5

Empfohlene Voraussetzungen
Bachelor-Studium

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

Inhalt
<p>Kontinuumsmechanik und Werkstoffmodelle (Prof. Brünig):</p> <ul style="list-style-type: none"> • Kinematik des Kontinuums • Kräfte und Spannungen • Bilanz- und Erhaltungssätze • Materialgleichungen • Formulierung mit gestreckten Basisvektoren <p>Tensorrechnung (Prof. Apel):</p> <ul style="list-style-type: none"> • Vektoren, ko- und kontravariante Basis • Tensoren zweiter und höherer Stufe • Rechenoperationen mit Tensoren • krummlinige Koordinaten • Richtungsableitungen, Gradient, Divergenz und Rotation

Leistungsnachweis
Mündliche Prüfung 30 Minuten oder schriftliche Prüfung 90 Minuten.
Verwendbarkeit
<ul style="list-style-type: none">• Pflichtmodul für die Wahlpflichtgruppe Modellierung und Simulation im Bauingenieurwesen des Master-Studiengangs Mathematical Engineering (Master ME)• Modul Finite Methoden und Stoffgesetze Hochdynamik• Konstruktive Fächer
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.

Modulname	Modulnummer
Schalentragwerke	1343

Konto	PFL Module ME-BAU - ME 2024
-------	-----------------------------

Modulverantwortliche/r	Modultyp	Empf. Trimester
Univ.-Prof. Dr.-Ing. Josef Kiendl	Pflicht	3

Workload in (h)	Präsenzzeit in (h)	Selbststudium in (h)	ECTS-Punkte
150	72	78	5

Zugehörige Lehrveranstaltungen:

Nr.	Art	Veranstaltungsname	Teilnahme	TWS
13431	VL	Mechanik der Schalentragwerke	Pflicht	2
13432	UE	Mechanik der Schalentragwerke	Pflicht	2
13433	VL	Differentialgeometrie	Pflicht	2
Summe (Pflicht und Wahlpflicht)				6

Empfohlene Voraussetzungen

Kenntnisse aus der Differential- und Integralrechnung für Funktionen mehrerer Veränderlicher, Kenntnisse aus der Tensorrechnung, Kenntnisse aus der Baumechanik und Baustatik.

Qualifikationsziele

Die Studierenden erhalten einen vertieften Einblick in das besondere Tragverhalten gekrümmter Flächentragwerke und in die Formulierung von Schalengleichungen. In der Vorlesung Differentialgeometrie lernen die Studierenden die mathematischen Grundlagen zur Beschreibung der Geometrie der Schalen. Sie erwerben Kenntnisse von Lösungskonzepten für Schalenkonstruktionen 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.

Inhalt

Differentialgeometrie (Prof. Apel):

- Tensorrechnung
- Kurven im dreidimensionalen Raum
- Flächen im dreidimensionalen Raum

Mechanik der Schalentragwerke (Dr.-Ing. Michaloudis):

- 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

Leistungsnachweis

Schriftliche Prüfung 90 Minuten oder mündliche Prüfung 30 Minuten.

Verwendbarkeit

- Pflichtmodul für die Wahlpflichtgruppe Modellierung und Simulation im Bauingenieurwesen des Master-Studiengangs Mathematical Engineering (Master ME)
- Konstruktive Fächer

Dauer und Häufigkeit

Das Modul dauert 1 Trimester.

Das Modul beginnt jedes Studienjahr jeweils im Herbsttrimester.

Modulname	Modulnummer
Bauen im Einsatz und Sicherheit der baulichen Infrastruktur	1468

Konto	PFL Module ME-BAU - ME 2024
-------	-----------------------------

Modulverantwortliche/r	Modultyp	Empf. Trimester
Univ.-Prof. Dr.-Ing. Josef Kiendl	Pflicht	2

Workload in (h)	Präsenzzeit in (h)	Selbststudium in (h)	ECTS-Punkte
150	48	102	5

Zugehörige Lehrveranstaltungen:

Nr.	Art	Veranstaltungsname	Teilnahme	TWS
14681	VL	Bauen im Einsatz	Pflicht	2
14682	VL	Sicherheit der baulichen kritischen Infrastruktur für Bund und Bundeswehr	Pflicht	2
Summe (Pflicht und Wahlpflicht)				4

Empfohlene Voraussetzungen
Fundierte Kenntnisse in Mathematik, Mechanik und Baustatik.

Qualifikationsziele

Das Modul ermöglicht den Studierenden einen ersten Eindruck zum Thema „Bauen im Einsatz“ bzw. „Baulicher Schutz gegen außergewöhnliche (hochdynamische) Einwirkungen“. Aus der Vielzahl der am Bauprozess beteiligten Behörden lernen sie die maßgeblichen Institutionen der Bundeswehr und weiterer Beteiligter kennen. Zusätzlich lernen die Studierenden erste Aspekte ihrer Tätigkeiten nach dem Studium als Bauingenieur in der Bundeswehr kennen.

Die Studierenden lernen theoretische und praktische Aspekte des Schutzes baulicher Infrastruktur vor immer häufiger auftretenden außergewöhnlichen Einwirkungen, wie Explosionen und Impakt kennen. Sie erhalten Kenntnisse über das Verhalten von verschiedenen Baumaterialien, Bauteilen und Bauwerken unter hochdynamischer Beanspruchung. Dabei werden sie auch für innovative Schutzlösungen sensibilisiert und lernen Grundlagen der experimentellen Charakterisierung von Baustrukturen kennen.

Insgesamt erreichen die Studierenden durch die Teilnahme am Modul ein Alleinstellungsmerkmal im beruflichen Umfeld durch Informationen zum Bauen in den Einsatzgebieten der Bundeswehr und erhalten umfangreiche Kenntnisse zu den Anforderungen an die Sicherheit baulicher Infrastrukturen und deren Schutz gegen außergewöhnliche Einwirkungen.

Inhalt
Bauen im Einsatz (Dr. Rüdiger und externe Referenten):

Vortragende aus mehreren am Bauen beteiligten Behörden vermitteln den Studierenden ihren jeweiligen Verantwortungsbereich. Dabei wird stets ein gesamtheitlicher, integrativer Ansatz verfolgt, um dem Infrastrukturbedarf der Bundeswehr in den Einsätzen gerecht zu werden. Vertreter aus verschiedenen Bereichen des Bundesministeriums der Verteidigung (BMVg) und des Bundesamtes für Infrastruktur, Umweltschutz und Dienstleistungen der Bundeswehr (BAIUDBw) beleuchten die strategische und operative Ebene. Hauptbedarfsträger für die Einsätze ist das Einsatzführungskommando der Bundeswehr (EinsFüKdoBw), welches alle einsatzrelevanten Vorgänge koordiniert und die operative Ebene abbildet. Weitere Behörden können für das Bauen der Bundeswehr hinzugezogen werden, z. B. die „Betriebsleitung Bundesbau Baden-Württemberg“, die der Oberfinanzdirektion Karlsruhe zugeordnet ist. Die Aspekte der taktischen Ebene (vor Ort) werden den Studierenden durch die Vortragenden mit Einsatzerfahrung vermittelt. Folgende Themen werden im Rahmen der Beiträge behandelt:

- Bedarfe, Standards und rechtlicher Rahmen,
- Konzeptionelle Grundlagen der Bundeswehr für das Bauen im Einsatz,
- Konzeptionelle Grundlagen zu baulichen Schutzvorkehrungen der Bundeswehr,
- Projektmanagement beim Durchführen von Baumaßnahmen,
- Erfahrungen in der Zusammenarbeit mit der Bundeswehr,
- Planen, Bauen und Betreiben von Liegenschaften im Einsatz,
- Finanzrahmen, Haushaltsrecht, Schnittstelle zum Bundesministerium der Finanzen,
- Umgang mit Georisiken, wie Hochwasser und Starkregen,
- Bedeutung der Qualitätssicherung und
- Beispiele aus den Einsatzgebieten.

Sicherheit der baulichen kritischen Infrastruktur für Bund und Bundeswehr (Dr. Rüdiger):

Der Schutz von Infrastruktur durch bauliche Maßnahmen bildet den Schwerpunkt der Lehrveranstaltung. Von theoretischen Grundlagen über die Wirkungen von verschiedenen Waffen und Explosionen und deren Interaktion mit Baustrukturen ausgehend werden Schutzideen vorgestellt. Dabei wird insbesondere auf die Charakteristika des hochdynamischen Materialverhaltens und der sich daraus ableitenden Bemessung von Schutzbauteilen eingegangen. Anhand von praktischen Beispielen aus verschiedenen Einsätzen der Bundeswehr und weiterer Bauten des Bundes (z. B. Botschaften) werden Lösungsmöglichkeiten für Schutzbauteile und die bedrohungsgerechte Konfiguration der Raumordnung von Liegenschaften aufgezeigt. Folgende Themen werden unter anderem in dieser Lehrveranstaltung behandelt:

- Grundlagen des baulichen Schutzes,
- Wirkung von Sprengstoff,
- Wirkung verschiedener Waffen (Raketen, Mörser, Handwaffen, Sprengsätze usw.),
- Ermittlung der bemessungsrelevanten Parameter bei einer Explosion,
- Verhalten von Baumaterialien (Beton, Mauerwerk, Holz) bei hochdynamischer Beanspruchung,
- Beschussverhalten von Betonbauteilen,
- Entwicklung und Anwendung von Ingenieurwerkzeugen,
- Numerische Verfahren und Möglichkeiten der Simulationen,

- Gebäude- und Tragwerkskonzepte inklusive Maßnahmen zur nachträglichen Verstärkung,
- Ideen für einen innovativen Schutz von urbanen Räumen und
- Experimentelle Charakterisierung und Durchführung von Versuchen (Exkursion WTD52).

Leistungsnachweis

Mündliche Prüfung 30 Minuten oder schriftliche Prüfung 90 Minuten.

Verwendbarkeit

- Pflichtmodul für die Wahlpflichtgruppe Modellierung und Simulation im Bauingenieurwesen des Master-Studiengangs Mathematical Engineering (Master ME)
- Das Modul bereitet die Teilnehmenden auf eine Tätigkeit als Bauingenieur in der Bundeswehr inkl. Auslandseinsätzen, der öffentlichen Bauverwaltung und allgemein auf das Bauen im Ausland unter besonderen örtlichen Rahmenbedingungen vor.

Dauer und Häufigkeit

Das Modul dauert zwei Trimester und beginnt im Frühjahrstrimester (FT) des 1. Studienjahres.

Jedes Studienjahr findet die erste Lehrveranstaltung 14681 „Bauen im Einsatz“ als geblockte Veranstaltung im Frühjahrstrimester (FT) statt. Die zweite Lehrveranstaltung 14682 „Sicherheit der baulichen kritischen Infrastruktur für Bund und Bundeswehr“ findet im anschließenden Herbsttrimester (HT) statt und schließt das Modul ab.

Modulname	Modulnummer
Projektarbeit (ME MSB)	1544

Konto	PFL Module ME-BAU - ME 2024
-------	-----------------------------

Modulverantwortliche/r	Modultyp	Empf. Trimester
Univ.-Prof. Dr. rer. nat. habil. Thomas Apel	Wahlpflicht	3

Workload in (h)	Präsenzzeit in (h)	Selbststudium in (h)	ECTS-Punkte
270			9

Empfohlene Voraussetzungen
Alle Fachmodule des Master-Studiengangs Bauingenieurwesens und Umweltwissenschaften, die für die Bearbeitung der jeweiligen Problemstellung erforderlich sind.
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.
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.
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.
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.
Dauer und Häufigkeit
Das Modul dauert 1 Trimester, es beginnt im Herbsttrimester des 1. Master-Studienjahres.

Modulname	Modulnummer
Nichtlineare Statik	3835

Konto	PFL Module ME-BAU - ME 2024
-------	-----------------------------

Modulverantwortliche/r	Modultyp	Empf. Trimester
Univ.-Prof. Dr.-Ing. Josef Kiendl	Pflicht	3

Workload in (h)	Präsenzzeit in (h)	Selbststudium in (h)	ECTS-Punkte
150	48	102	5

Zugehörige Lehrveranstaltungen:

Nr.	Art	Veranstaltungsname	Teilnahme	TWS
13141	VL	Nichtlineare Statik	Pflicht	2
13142	UE	Nichtlineare Statik	Pflicht	2
Summe (Pflicht und Wahlpflicht)				4

Empfohlene Voraussetzungen
Grundlagen der Statik (B.Sc.)
Qualifikationsziele
Die Studierenden beherrschen grundlegende Verfahren zur nichtlinearen Berechnung von Tragwerken und können diese selbständig anwenden. Sie wissen um ihre Bedeutung und können abschätzen, in welchen Fällen nichtlinear zu rechnen ist. Die Vorlesung stärkt damit insgesamt die analytischen Fähigkeiten sowie logisches und abstraktes Denkvermögen.
Inhalt
Grundlagen der geometrisch und physikalisch nichtlinearen Statik für Stäbe und ebene Flächentragwerke (Garsch, M.Sc.): <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
Leistungsnachweis
Schriftliche Prüfung 90 Minuten oder mündliche Prüfung 30 Minuten (sP-90 oder mP-30).
Verwendbarkeit
<ul style="list-style-type: none"> • Pflichtmodul für die Wahlpflichtgruppe Modellierung und Simulation im Bauingenieurwesen des Master-Studiengangs Mathematical Engineering (Master ME)

- Empfohlenes Modul für das Modul Finite Methoden und Stoffgesetze Hochdynamik

Dauer und Häufigkeit

Das Modul dauert 1 Trimester.

Das Modul beginnt jedes Studienjahr jeweils im Herbsttrimester. Als Startzeitpunkt ist das Herbsttrimester des 1. Studienjahres vorgesehen.

Modulname	Modulnummer
Grundlagen und Implementierung des Maschinellen Lernens	4215

Konto	WPFL Module ME-BAU - ME 2024
-------	------------------------------

Modulverantwortliche/r	Modultyp	Empf. Trimester
Dr. rer. nat. Simon Gottschalk	Wahlpflicht	2

Workload in (h)	Präsenzzeit in (h)	Selbststudium in (h)	ECTS-Punkte
102	48	54	4

Zugehörige Lehrveranstaltungen:

Nr.	Art	Veranstaltungsname	Teilnahme	TWS
42151	VÜ	Grundlagen und Implementierung des Maschinellen Lernens	Wahlpflicht	4
Summe (Pflicht und Wahlpflicht)				4

Voraussetzungen laut Prüfungsordnung
Lineare Algebra, Analysis, Vektoranalysis, Optimierung, Grundkenntnisse in der Programmierung mit Python

Qualifikationsziele
Die Studierenden kennen nach erfolgreichem Bestehen des Moduls die gängigsten Methodiken des Maschinellen Lernens (ML) und ihre zugrundeliegenden statistischen Prinzipien. Darüber hinaus können diese in der Programmiersprache Python implementiert werden.

Inhalt
<p><u>Grundlagen des Maschinellen Lernens:</u></p> <p>Mathematische Grundlagen: Wahrscheinlichkeitsraum, Wahrscheinlichkeiten, Gauss Verteilung, Satz von Bayes, Maximum Likelihood, Regression, Markov Entscheidungsprozess; Einführung der Begriffe: Überwachtes Lernen, Teilüberwachtes Lernen, Unüberwachtes Lernen, Bestärkendes Lernen, Deep Learning, Overfitting, Underfitting, Batch Learning; Trainingsprinzipien/Approximationsfunktionen für das Maschinelle Lernen: Support Vector Maschinen, Radiale Basis Funktionen, Neuronale Netze, Convolutional Neuronale Netze, Recurrente Neuronale Netze, Entscheidungsbäume, k-nächste Nachbarn, Random Forest, Autodecoder & -encoder; Trainingsverfahren: Gradienten Verfahren, Stochastisches Gradienten Verfahren, automatisches Differenzieren, Backpropagation, Q-Learning, Reinforce, Lineare Regression;</p> <p><u>Programmieren in Python:</u></p>

Implementierung grundlegender Verfahren anhand von einfachen Beispielen und ein Aufbau einer eigenen (für den/die Studierende/n) Bibliothek von Verfahren des Maschinellen Lernens. Anwendung der Methodiken auf bekannte Benchmarkprobleme.
Literatur
Burkov A.: The Hundred-Page Machine Learning Book. Adriy Burkov, 2019.
Deisenroth M.P., Faisal A.A., Ong C.S.: Mathematics for Machine Learning. Cambridge University Press, 2020.
Hastie T., Tibshirani R., Friedman J.H.: The Elements of Statistical Learning: Data Mining, Inference, and Prediction. Springer, 2001.
Leistungsnachweis
Mündliche Prüfung 30 Minuten (ohne Hilfsmittel)
Verwendbarkeit
Anwendung des erlangten Wissens in der Masterarbeit. Querbezüge zu zahlreichen Modulen wie z.B. den Modulen aus den Bereichen optimale Steuerung und Bildverarbeitung (Sensorik).
Dauer und Häufigkeit
Das Modul dauert 1 Trimester. Das Modul beginnt jedes Studienjahr jeweils im Frühlingstrimester. Als Startzeitpunkt ist das Frühlingstrimester im 1. Studienjahr vorgesehen.

Modulname	Modulnummer
Optimierung für Data Science	4216

Konto	WPFL Module ME-BAU - ME 2024
-------	------------------------------

Modulverantwortliche/r	Modultyp	Empf. Trimester
Dr. rer. nat. Alberto De Marchi	Wahlpflicht	3

Workload in (h)	Präsenzzeit in (h)	Selbststudium in (h)	ECTS-Punkte
90	48	42	3

Zugehörige Lehrveranstaltungen:

Nr.	Art	Veranstaltungsname	Teilnahme	TWS
42161a	VÜ	Optimierung für Data Science	Wahlpflicht	4
Summe (Pflicht und Wahlpflicht)				4

Empfohlene Voraussetzungen

Lineare Algebra, Analysis, Optimierung, Grundkenntnisse in der Programmierung mit Python oder MATLAB.

Qualifikationsziele

Nach erfolgreichem Bestehen des Moduls kennen die Studierenden die grundlegenden Werkzeuge zur mathematischen Modellierung und numerischen Lösung von Optimierungsproblemen, die im Data Science häufig auftreten. Diese können zudem in einer Programmiersprache implementiert werden.

Inhalt

Zweck:

Data Science, das Erzeugen von Wissen aus Daten, nimmt in einer zunehmend digitalisierten Welt einen immer größeren Stellenwert ein. Das Hauptziel dieses multidisziplinären Feldes ist die Identifizierung von Trends, Mustern, Verbindungen und Korrelationen in großen Datensätzen, z. B. um die E-Mails im Posteingang automatisch zu sortieren oder Filme auf der Grundlage früherer Entscheidungen zu empfehlen. Die eingesetzten Methoden sind zahlreich und reichen von der Analyse von großen Datenmengen (Big Data) bis hin zu modernen Verfahren des Data Mining und des maschinellen Lernens. Data Science umfasst eine Vielzahl von Werkzeugen und Techniken wie Computerprogrammierung, prädiktive Analysen, Mathematik, Statistik oder künstliche Intelligenz. Hierbei geht es um die Entwicklung und der Einsatz von Optimierungsmodellen und Methoden zur Entscheidungsunterstützung.

Grundlagen der konvexen Optimierung: Beispiele für konvexe Optimierung im Data Science:

<p>Approximation und Anpassung, statistische Schätzung, geometrische Probleme; Mathematische Grundlagen: Konvexe Mengen und Funktionen, konvexe Optimierung und Dualität, Optimalitätsbedingungen; Proximity-Operator und Splittingverfahren; Anwendungen: eingeschränkte konvexe Optimierung, lineare und quadratische Programmierung, Basisverfolgung (Basis pursuit), Lasso, Rauschunterdrückung; Algorithmen: Abstiegsmethoden, Newton-Methoden, Lagrangesche Zerlegung, Methode der Multiplikatoren in alternierender Richtung (Alternating Direction Method of Multipliers, ADMM); Programmieren in Python oder MATLAB: Implementierung grundlegender Verfahren anhand von einfachen Beispielen und ein Aufbau einer eigenen Bibliothek von Optimierungsverfahren (für den/die Studierende/n). Anwendung der Methoden auf reale Probleme.</p>
<p>Literatur</p> <ul style="list-style-type: none"> • S. Boyd and L. Vandenberghe: Convex Optimization. Cambridge University Press, 2004. • S. Bubeck: Convex Optimization - Algorithms and Complexity. Foundations and Trends in Machine Learning, 2015. • S. J. Wright and B. Recht: Optimization for Data Analysis. Cambridge University Press, 2022.
<p>Leistungsnachweis</p> <p>Am Ende der Veranstaltung wird eine mündliche Prüfung mit 30 Minuten Dauer abgehalten.</p>
<p>Verwendbarkeit</p> <p>Anwendung des erlangten Wissens in allen Studienschwerpunkten und in der Masterarbeit. Querbezüge zu zahlreichen Modulen wie z.B. den Modulen aus den Bereichen Signal- und Bildverarbeitung, Klassifikation, Systemidentifikation und Zustandsschätzung.</p>
<p>Dauer und Häufigkeit</p> <p>Das Modul dauert 1 Trimester. Das Modul beginnt jedes Studienjahr jeweils im Herbsttrimester des 1. Studienjahres.</p>

Modulname	Modulnummer
Flugzeugaerodynamik	1063

Konto	PFL Module ME-LRT - ME 2024
-------	-----------------------------

Modulverantwortliche/r	Modultyp	Empf. Trimester
Univ.-Prof. Dr. Christian J. Kähler	Pflicht	1

Workload in (h)	Präsenzzeit in (h)	Selbststudium in (h)	ECTS-Punkte
150	48	102	5

Zugehörige Lehrveranstaltungen:

Nr.	Art	Veranstaltungsname	Teilnahme	TWS
10631	VL	Flugzeugaerodynamik	Pflicht	2
10632	UE	Flugzeugaerodynamik	Pflicht	2
Summe (Pflicht und Wahlpflicht)				4

Empfohlene Voraussetzungen
Vorausgesetzt werden Kenntnisse aus den Modulen „Höhere Mathematik“, „Strömungsmechanik“ und „Grundlagen der Aerodynamik“

Qualifikationsziele
<p>Die Studierenden sind in der Lage, dem Einfluss der Kompressibilität auf die Profilaerodynamik Rechnung zu tragen.</p> <p>Die Studierenden beherrschen die Anwendung der Potentialgleichung bei kompressibler Strömung.</p> <p>Die Schwierigkeiten des Flügels in der Transonik sind den Studierenden bekannt.</p> <p>Die Studierenden wissen um die Auswirkung der Flügelpeilung.</p> <p>Die Studierenden kennen die Varianten mechanischer Hochauftriebshilfen und deren potentialtheoretische Berechnungsmethodik.</p> <p>Den Studierenden ist die Berechnung von Strömungen an Verdichtungsstößen bzw. Expansionsfächern geläufig. Die Berechnung aerodynamischer Beiwerte an Profilen sowie die Grundzüge der Flächenregeln sind verstanden.</p> <p>Die Studierenden verstehen die Aerodynamik des Triebwerkeinlaufs.</p> <p>Die Studierenden können die Umströmung einfacher Rumpfgeometrien mit Hilfe der Potentialtheorie nachvollziehen und kennen die mit reibungsbehafteter Strömung verbundenen Probleme und Gegenmaßnahmen.</p>

Inhalt
<ul style="list-style-type: none"> • Kompressible Strömung/Aerodynamik • Pfeilflügel • Hochauftriebshilfen • Reine Überschallaerodynamik • Theorie schlanker Körper • Aerodynamik des Triebwerkeinlaufs • Rumpfaerodynamik • Flügel-Rumpf-Kombination
Literatur
<ul style="list-style-type: none"> • Schlichting H., Truckenbrodt E.A.: Aerodynamik des Flugzeuges. Band 1. Springer Verlag, 2000. • Schlichting H., Truckenbrodt E.A.: Aerodynamik des Flugzeuges. Band 2. Springer Verlag, 2000. • Bertin J.J., Smith M.L.: Aerodynamics for Engineers. Prentice-Hall, 1989. • Anderson J.D.: Fundamentals of Aerodynamics. McGraw-Hill Book Company, 1984.
Leistungsnachweis
<p>Schriftliche Prüfung mit 75 Minuten Gesamtdauer bestehend aus 15 Minuten Kurzfragenteil (Hilfsmittel: nicht-programmierbarer Taschenrechner) und 60 Minuten Rechenteil (Hilfsmittel: nicht-programmierbarer Taschenrechner und doppelseitig – auch maschinell – beschriebenes DIN A4 Blatt).</p>
Verwendbarkeit
<p>Die Flugzeugaerodynamik stellt die Voraussetzung für die aerodynamische Auslegung von Fluggeräten in allen Machzahlbereichen zur Verfügung.</p>
Dauer und Häufigkeit
<p>Das Modul dauert ein Trimester. Es findet im Wintertrimester statt.</p>

Modulname	Modulnummer
Höhere Technische Mechanik	1067

Konto	PFL Module ME-LRT - ME 2024
-------	-----------------------------

Modulverantwortliche/r	Modultyp	Empf. Trimester
Univ.-Prof. Dr.-Ing. habil. Alexander Lion	Pflicht	1

Workload in (h)	Präsenzzeit in (h)	Selbststudium in (h)	ECTS-Punkte
150	72	78	5

Zugehörige Lehrveranstaltungen:

Nr.	Art	Veranstaltungsname	Teilnahme	TWS
10671	VL	Höhere Technische Mechanik	Pflicht	4
10672	UE	Höhere Technische Mechanik	Pflicht	2
Summe (Pflicht und Wahlpflicht)				6

Empfohlene Voraussetzungen
Technische Mechanik I und II

Qualifikationsziele
<ul style="list-style-type: none"> Die Studierenden sind nach erfolgreichem Bestehen des Moduls in der Lage, komplexe Beanspruchungszustände von Bauteilen mit einfachen Methoden zu beurteilen. Die Studierenden kennen die der Höheren Technischen Mechanik zugrunde liegenden mathematischen und physikalischen Zusammenhänge und sind imstande, komplexere Systeme eigenständig zu modellieren und zu berechnen. Die Studierenden erlangen die Grundlagen für weiterführende Lehrveranstaltungen der Luft- und Raumfahrttechnik.

Inhalt
<p>Die Studierenden erwerben im Modul Höhere Technische Mechanik das Grundwissen zur Beurteilung, Berechnung und Interpretation komplexerer Beanspruchungszustände von mechanischen Bauteilen und Systemen.</p> <ul style="list-style-type: none"> 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

<ul style="list-style-type: none"> • 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, Fouriersche Wärmeleitung, Inkompressibilität, Navier-Stokes Gleichung, Lamé-Navier Gleichung, Zugversuch, Scherversuch- und Kompressionsversuch • Ausgewählte Probleme der Festkörpermechanik: isotrope und anisotrope Stoffe, Kompatibilitätsbedingungen, Materialmodelle in Zylinderkoordinaten
Literatur
<ul style="list-style-type: none"> • Altenbach: Kontinuumsmechanik, Springer Verlag. • Greve: Kontinuumsmechanik, Springer Verlag. • Gross, Hauger, Wriggers: Technische Mechanik 4, Springer Verlag. • Haupt: Continuum Mechanics and Theory of Materials, Springer Verlag. • Szabo: Höhere Technische Mechanik, Springer Verlag.
Leistungsnachweis
Schriftliche Prüfung 90 Minuten
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.
Dauer und Häufigkeit
Das Modul dauert ein Trimester, es findet im Wintertrimester statt.

Modulname	Modulnummer
Wärme- und Stofftransport	1090

Konto	PFL Module ME-LRT - ME 2024
-------	-----------------------------

Modulverantwortliche/r	Modultyp	Empf. Trimester
Univ.-Prof. Dr.-Ing. habil. Lars Zigan	Pflicht	3

Workload in (h)	Präsenzzeit in (h)	Selbststudium in (h)	ECTS-Punkte
150	60	90	5

Zugehörige Lehrveranstaltungen:

Nr.	Art	Veranstaltungsname	Teilnahme	TWS
10901	VL	Wärme- und Stofftransport	Pflicht	3
10902	UE	Wärme- und Stofftransport	Pflicht	2
Summe (Pflicht und Wahlpflicht)				5

Empfohlene Voraussetzungen

Vorausgesetzt werden die Module „Höhere Mathematik“, „Thermodynamik I/II - Grundlagen der Wärmeübertragung“ sowie „Strömungslehre“. Vorteilhaft sind Kenntnisse der Aerodynamik und Gasdynamik.

Qualifikationsziele

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.

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.

Leistungsnachweis

Mündliche Prüfung 30 Minuten.

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 Raumfahrtsystemen benötigt.

Dauer und Häufigkeit

Das Modul dauert ein Trimester, es findet im Herbsttrimester statt.

Modulname	Modulnummer
Projektarbeit (ME-MLRTS)	1545

Konto	PFL Module ME-LRT - ME 2024
-------	-----------------------------

Modulverantwortliche/r	Modultyp	Empf. Trimester
Univ.-Prof. Dr. rer. nat. Matthias Gerdts	Wahlpflicht	3

Workload in (h)	Präsenzzeit in (h)	Selbststudium in (h)	ECTS-Punkte
270			9

Empfohlene Voraussetzungen
Alle Fachmodule des Master-Studiengangs Luft- und Raumfahrttechnik, die für die Bearbeitung der jeweiligen Problemstellung erforderlich sind.
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.
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.
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.
Verwendbarkeit
Der Abschluss der Projektarbeit ist Voraussetzung für den Beginn der Masterarbeit.
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.

Modulname	Modulnummer
Computational Fluid Dynamics I	3827

Konto	PFL Module ME-LRT - ME 2024
-------	-----------------------------

Modulverantwortliche/r	Modultyp	Empf. Trimester
Univ.-Prof. Dr.-Ing. habil. Markus Klein	Pflicht	3

Workload in (h)	Präsenzzeit in (h)	Selbststudium in (h)	ECTS-Punkte
150	48	102	5

Zugehörige Lehrveranstaltungen:

Nr.	Art	Veranstaltungsname	Teilnahme	TWS
38271	VL	Computational Fluid Dynamics I	Pflicht	2
38272	UE	Computational Fluid Dynamics I	Pflicht	2
Summe (Pflicht und Wahlpflicht)				4

Empfohlene Voraussetzungen

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

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.

Inhalt

- Beispiele von CFD Simulationen
- Gittergenerierung, Gitter und ihre Eigenschaften
- Behandlung inkompressibler Strömungen
- Behandlung kompressibler Strömungen
- Behandlung von turbulenten Strömungen (DNS, LES, DES, URANS, 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

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.
Leistungsnachweis
Mündliche Prüfung 30 Minuten (ohne Hilfsmittel)
Verwendbarkeit
Das Modul kann in allen technisch orientierten Bereichen des LRT-Studiums verwendet werden.
Dauer und Häufigkeit
Das Modul dauert ein Trimester, es findet im Herbsttrimester statt.

Modulname	Modulnummer
Grundlagen und Implementierung des Maschinellen Lernens	4215

Konto	WPFL Module ME-LRT - ME 2024
-------	------------------------------

Modulverantwortliche/r	Modultyp	Empf. Trimester
Dr. rer. nat. Simon Gottschalk	Wahlpflicht	2

Workload in (h)	Präsenzzeit in (h)	Selbststudium in (h)	ECTS-Punkte
102	48	54	4

Zugehörige Lehrveranstaltungen:

Nr.	Art	Veranstaltungsname	Teilnahme	TWS
42151	VÜ	Grundlagen und Implementierung des Maschinellen Lernens	Wahlpflicht	4
Summe (Pflicht und Wahlpflicht)				4

Voraussetzungen laut Prüfungsordnung
Lineare Algebra, Analysis, Vektoranalysis, Optimierung, Grundkenntnisse in der Programmierung mit Python

Qualifikationsziele
Die Studierenden kennen nach erfolgreichem Bestehen des Moduls die gängigsten Methodiken des Maschinellen Lernens (ML) und ihre zugrundeliegenden statistischen Prinzipien. Darüber hinaus können diese in der Programmiersprache Python implementiert werden.

Inhalt
<p><u>Grundlagen des Maschinellen Lernens:</u></p> <p>Mathematische Grundlagen: Wahrscheinlichkeitsraum, Wahrscheinlichkeiten, Gauss Verteilung, Satz von Bayes, Maximum Likelihood, Regression, Markov Entscheidungsprozess; Einführung der Begriffe: Überwachtes Lernen, Teilüberwachtes Lernen, Unüberwachtes Lernen, Bestärkendes Lernen, Deep Learning, Overfitting, Underfitting, Batch Learning; Trainingsprinzipien/Approximationsfunktionen für das Maschinelle Lernen: Support Vector Maschinen, Radiale Basis Funktionen, Neuronale Netze, Convolutional Neuronale Netze, Recurrente Neuronale Netze, Entscheidungsbäume, k-nächste Nachbarn, Random Forest, Autodecoder & -encoder; Trainingsverfahren: Gradienten Verfahren, Stochastisches Gradienten Verfahren, automatisches Differenzieren, Backpropagation, Q-Learning, Reinforce, Lineare Regression;</p> <p><u>Programmieren in Python:</u></p>

Implementierung grundlegender Verfahren anhand von einfachen Beispielen und ein Aufbau einer eigenen (für den/die Studierende/n) Bibliothek von Verfahren des Maschinellen Lernens. Anwendung der Methodiken auf bekannte Benchmarkprobleme.
Literatur
Burkov A.: The Hundred-Page Machine Learning Book. Adriy Burkov, 2019. Deisenroth M.P., Faisal A.A., Ong C.S.: Mathematics for Machine Learning. Cambridge University Press, 2020. Hastie T., Tibshirani R., Friedman J.H.: The Elements of Statistical Learning: Data Mining, Inference, and Prediction. Springer, 2001.
Leistungsnachweis
Mündliche Prüfung 30 Minuten (ohne Hilfsmittel)
Verwendbarkeit
Anwendung des erlangten Wissens in der Masterarbeit. Querbezüge zu zahlreichen Modulen wie z.B. den Modulen aus den Bereichen optimale Steuerung und Bildverarbeitung (Sensorik).
Dauer und Häufigkeit
Das Modul dauert 1 Trimester. Das Modul beginnt jedes Studienjahr jeweils im Frühlingstrimester. Als Startzeitpunkt ist das Frühlingstrimester im 1. Studienjahr vorgesehen.

Modulname	Modulnummer
Optimierung für Data Science	4216

Konto	WPFL Module ME-LRT - ME 2024
-------	------------------------------

Modulverantwortliche/r	Modultyp	Empf. Trimester
Dr. rer. nat. Alberto De Marchi	Wahlpflicht	3

Workload in (h)	Präsenzzeit in (h)	Selbststudium in (h)	ECTS-Punkte
90	48	42	3

Zugehörige Lehrveranstaltungen:

Nr.	Art	Veranstaltungsname	Teilnahme	TWS
42161a	VÜ	Optimierung für Data Science	Wahlpflicht	4
Summe (Pflicht und Wahlpflicht)				4

Empfohlene Voraussetzungen
Lineare Algebra, Analysis, Optimierung, Grundkenntnisse in der Programmierung mit Python oder MATLAB.
Qualifikationsziele
Nach erfolgreichem Bestehen des Moduls kennen die Studierenden die grundlegenden Werkzeuge zur mathematischen Modellierung und numerischen Lösung von Optimierungsproblemen, die im Data Science häufig auftreten. Diese können zudem in einer Programmiersprache implementiert werden.
Inhalt
<p><u>Zweck:</u></p> <p>Data Science, das Erzeugen von Wissen aus Daten, nimmt in einer zunehmend digitalisierten Welt einen immer größeren Stellenwert ein. Das Hauptziel dieses multidisziplinären Feldes ist die Identifizierung von Trends, Mustern, Verbindungen und Korrelationen in großen Datensätzen, z. B. um die E-Mails im Posteingang automatisch zu sortieren oder Filme auf der Grundlage früherer Entscheidungen zu empfehlen. Die eingesetzten Methoden sind zahlreich und reichen von der Analyse von großen Datenmengen (Big Data) bis hin zu modernen Verfahren des Data Mining und des maschinellen Lernens. Data Science umfasst eine Vielzahl von Werkzeugen und Techniken wie Computerprogrammierung, prädiktive Analysen, Mathematik, Statistik oder künstliche Intelligenz. Hierbei geht es um die Entwicklung und der Einsatz von Optimierungsmodellen und Methoden zur Entscheidungsunterstützung.</p> <p><u>Grundlagen der konvexen Optimierung: Beispiele für konvexe Optimierung im Data Science:</u></p>

<p>Approximation und Anpassung, statistische Schätzung, geometrische Probleme; Mathematische Grundlagen: Konvexe Mengen und Funktionen, konvexe Optimierung und Dualität, Optimalitätsbedingungen; Proximity-Operator und Splittingverfahren; Anwendungen: eingeschränkte konvexe Optimierung, lineare und quadratische Programmierung, Basisverfolgung (Basis pursuit), Lasso, Rauschunterdrückung; Algorithmen: Abstiegsmethoden, Newton-Methoden, Lagrangesche Zerlegung, Methode der Multiplikatoren in alternierender Richtung (Alternating Direction Method of Multipliers, ADMM); Programmieren in Python oder MATLAB: Implementierung grundlegender Verfahren anhand von einfachen Beispielen und ein Aufbau einer eigenen Bibliothek von Optimierungsverfahren (für den/die Studierende/n). Anwendung der Methoden auf reale Probleme.</p>
<p>Literatur</p> <ul style="list-style-type: none"> • S. Boyd and L. Vandenberghe: Convex Optimization. Cambridge University Press, 2004. • S. Bubeck: Convex Optimization - Algorithms and Complexity. Foundations and Trends in Machine Learning, 2015. • S. J. Wright and B. Recht: Optimization for Data Analysis. Cambridge University Press, 2022.
<p>Leistungsnachweis</p> <p>Am Ende der Veranstaltung wird eine mündliche Prüfung mit 30 Minuten Dauer abgehalten.</p>
<p>Verwendbarkeit</p> <p>Anwendung des erlangten Wissens in allen Studienschwerpunkten und in der Masterarbeit. Querbezüge zu zahlreichen Modulen wie z.B. den Modulen aus den Bereichen Signal- und Bildverarbeitung, Klassifikation, Systemidentifikation und Zustandsschätzung.</p>
<p>Dauer und Häufigkeit</p> <p>Das Modul dauert 1 Trimester. Das Modul beginnt jedes Studienjahr jeweils im Herbsttrimester des 1. Studienjahres.</p>

Modulname	Modulnummer
Masterarbeit ME	1097

Konto	Masterarbeit - ME 2024
-------	------------------------

Modulverantwortliche/r	Modultyp	Empf. Trimester
Univ.-Prof. Dr. rer. nat. Mathias Richter	Pflicht	4

Workload in (h)	Präsenzzeit in (h)	Selbststudium in (h)	ECTS-Punkte
900	0	900	30

Empfohlene Voraussetzungen
Vorausgesetzt werden die allgemeinen Kenntnisse aus dem Masterstudium Mathematical Engineering.
Qualifikationsziele
Die Studierenden sind in der Lage, eine abgegrenzte Problemstellung aus einem Bereich des Mathematical Engineering weitgehend selbstständig zu analysieren und zu bearbeiten. Sie erhalten Einblick in ein aktuelles Forschungsgebiet und können einen Weg zur Lösung des Problems aufzeigen. Sie sind in der Lage, den bearbeiteten Sachverhalt und die gefundene Lösung klar darzustellen.
Inhalt
In der Masterarbeit soll eine Aufgabe aus einem begrenzten Problembereich unter Anleitung selbstständig mit bekannten Methoden wissenschaftlich bearbeitet werden. In der schriftlichen Ausarbeitung sind die erzielten Ergebnisse systematisch zu entwickeln und zu erläutern.
Leistungsnachweis
Es ist eine schriftliche Ausarbeitung zu erstellen, die bewertet wird.
Verwendbarkeit
Pflichtmodul in den Masterstudiengängen ME in allen Wahlpflichtgruppen. Die Anfertigung der Masterarbeit bereitet auf eigenständige systematisch durchgeführte Arbeitsvorgänge in der beruflichen Tätigkeit oder der wissenschaftlichen Forschung vor.
Dauer und Häufigkeit
5 Monate

Modulname	Modulnummer
studium plus 3, Seminar und Training	9903

Konto	Studium+ Master
-------	-----------------

Modulverantwortliche/r	Modultyp	Empf. Trimester
Zentralinstitut studium plus	Pflicht	

Workload in (h)	Präsenzzeit in (h)	Selbststudium in (h)	ECTS-Punkte
150	72	78	5

Qualifikationsziele

studium plus-Seminare: Die Studierenden erwerben profunde **Allgemeinbildung und Schlüsselqualifikationen** für künftige Führungskräfte, um das Studium als starke, mündige Persönlichkeiten zu verlassen. Die *studium plus*-Seminare bereiten die Studierenden dadurch auf ihre Berufs- und Lebenswelt vor und ergänzen die im Studium erworbenen Fachkenntnisse. Die Allgemeinbildung und die Befähigung zu ganzheitlichem Denken erweitern die Perspektive des Fachstudiums. Dadurch lernen die Studierenden, das im Fachstudium erworbene Wissen in komplexe Zusammenhänge einzuordnen und ausgewählte Themen in Relation zu anderen Wissenschaften zu setzen.

Die exemplarische Auseinandersetzung mit gesellschaftsrelevanten Fragestellungen befähigt die Studierenden zu eigenständiger Urteilsbildung und kompetenter Positionierung in aktuellen Diskussionen, schult ihre personalen, sozialen und methodischen Kompetenzen und erweitert ihre Führungsqualitäten z.B. durch die Einführung in Konfliktlösungsstrategien und interkulturellen Dialog. Damit verfügen die Studierenden über zentrale Schlüsselkompetenzen für ihr späteres Berufsleben innerhalb wie außerhalb der Bundeswehr. Durch die Vermittlung von Wissen werden die mündige Teilhabe an sozialen, kulturellen und politischen Prozessen der modernen Gesellschaft und daraus entspringendes verantwortliches Handeln gefördert. Damit steht die Persönlichkeitsbildung der Studierenden in ihren intellektuellen, ethischen und pragmatisch-sozialen Dimensionen im Fokus.

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.

Inhalt

Die **studium plus -Seminare** bieten Lerninhalte, die Allgemeinbildung und Schlüsselqualifikationen vermitteln und 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 **Allgemeinbildung** werden die Studierenden beispielsweise

mit den Grundlagen fachfremder Wissenschaften vertraut gemacht, sie lernen Denkweisen und "Kulturen" anderer wissenschaftlicher Disziplinen und Wissensgebiete kennen. Bei der Vermittlung von **Orientierungswissen** im Sinne der Erkenntnis politischer Zusammenhänge, historischer Hintergründe und ethischer Fragestellungen steigern die Studierenden ihr Reflexionsniveau, indem sie sich exemplarisch mit gesellschaftsrelevanten Themen auseinandersetzen. Bei der Vermittlung von Partizipationswissen steht der Erwerb von Schlüsselkompetenzen im Vordergrund. Die Seminare finden wöchentlich 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 **studium plus- Trainings** entsprechen den Trainings für Führungskräfte in modernen Unternehmen und bieten **berufsrelevante** und an den Themen der aktuellen Führungskräfteentwicklung von Organisationen und Unternehmen orientierte **Lerninhalte und Kompetenzen**. Sie finden überwiegend am Wochenende statt. Einen detaillierten und aktualisierten Überblick bietet das jeweils gültige Trainingsangebot von studium plus.

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 Formen möglich: Seminararbeit, Portfolio (bestehend aus mehreren kleinen Teilleistungen: Referat, Hausarbeit, Gruppenarbeit, Mitarbeit in der Lehrveranstaltung etc.). Bei einem Portfolio erhält der Studierende verbindliche Angaben darüber, mit welchem prozentualen Anteil die jeweiligen Teilleistungen gewichtet werden. Der bzw. die Modulverantwortliche gibt zu Beginn der jeweiligen Veranstaltung bekannt, welcher Leistungsnachweis aus den genannten Alternativen verlangt wird, wie lange die konkrete Bearbeitungszeit beträgt und welchen Umfang die zu erbringende Leistung hat. Der Erwerb des Scheins ist an die regelmäßige Anwesenheit und aktive Mitarbeit 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.

studium plus-Trainings: in Trainings werden Teilnahmescheine erworben. Die erfolgreiche Teilnahme setzt aktive, engagierte Mitarbeit im Training sowie respektvollen Umgang miteinander voraus. Die Trainings sind unbenotet, die Zuerkennung der ECTS-Leistungspunkte setzt jedoch die aktive, engagierte Teilnahme an der gesamten Trainingszeit voraus.

Verwendbarkeit

Das Modul ist für sämtliche Masterstudiengänge gleichermaßen geeignet.

Dauer und Häufigkeit

Das Modul dauert 2 mal 1 Trimester. Das Modul findet statt im ersten Studienjahr jeweils im Frühjahrstrimester und im Herbsttrimester. Als Startzeitpunkt ist das Frühjahrstrimester im 1. Studienjahr vorgesehen.

Übersicht des Studiengangs: Konten und Module

Legende:

FT	= Fachtrimester des Moduls
PrFT	= frühestes Trimester, in dem die Modulprüfung erstmals abgelegt werden kann
Nr	= Konto- bzw. Modulnummer
Name	= Konto- bzw. Modulname
M-Verantw.	= Modulverantwortliche/r
ECTS	= Anzahl der Credit-Points

FT	PrFT	Nr	Name	M-Verantw.	ECTS
		7	Pflichtmodule - ME 2024		31
1	1	1530	Partielle Differentialgleichungen	T. Apel	5
1	3	1531	Simulation	O. Rose	6
1	1	1532	Stochastik	M. Richter	5
2	2	1533	Quantitative Modelle	M. Siegle	5
2	2	3502	Nichtlineare FEM	A. Popp	5
3	3	3649	Vertiefte Kapitel der Angewandten Mathematik	M. Gerdts	5
		8	Wahlpflichtgruppe: IT-Sicherheit und Kommunikationssysteme - ME 2024		54
		8a	PFL Module ME-ITSK 2024		21
1	6	3459	Grundlagen der Informationssicherheit	W. Hommel	6
3	3	4138	Kommunikationsnetze II	C. Mas Machuca	5
1	1	4150	Funksysteme und Antennen	S. Lindenmeier	5
1	1	6050	Signalverarbeitung	A. Knopp	5
		8b	WPFL Module ME-ITSK 2024		33
1	1	1037	Informations- und Codierungstheorie	P. Hertling	6
3	3	1196	Ausgewählte Kapitel der Komplexitätstheorie	P. Hertling	6
3	4	1211	Algorithmen in der Mathematik	A. Nickel	9
1	1	1231	Data Mining und IT- basierte Entscheidungsunterstützung	S. Pickl	6
3	3	1287	Praktikum: Nachrichtentechnische Systeme	A. Knopp	5
2	2	1493	Praktikum: Numerische Simulation in der Technik	M. Richter	5
1	2	1518	Formale Entwicklung korrekter Software	B. Elbl	6
1	1	1846	Biomedizinische Informationstechnik 1	G. Staude	5
1	1	2317	Quantencomputing für Ingenieure	M. Richter	5
2	2	2996	Mobilkommunikation und Radartechnik	S. Lindenmeier	5
1	4	3851	Information Retrieval	M. Geierhos	6
1	3	3918	Benutzbare Sicherheit (erweitert)	F. Alt	9
4	4	4143	CAD und Wellenausbreitung	W. Pascher	5
1	2	5502	Netzsicherheit	G. Dreo Rodosek	6
1	2	5503	Hardwaresicherheit	K. Buchenrieder	6
1	1	5504	Datenschutz und Privacy	A. Wacker	6
2	2	5505	Systemsicherheit	G. Teege	6
1	1	5506	Kryptologie	A. Wacker	6
2	2	5507	Anwendungssicherheit	W. Hommel	6
2	3	5508	Security- und IT- Management	U. Lechner	8
3	3	6053	Kanalcodierung	A. Knopp	5
2	2	6060	Digitale Filter und Array Processing	A. Knopp	5

		9	Wahlpflichtgruppe: Mechatronik-ME 2024		54
		9a	PFL Module Mechatronik-ME 2024		24
1	1	1241	Automatisierungstechnik	C. Hillermeier	5
1	3	4132	Dynamik & Regelung elektrischer Antriebe, EMV in der Energietechnik	D. Gerling	8
1	1	4133	Systeme der Leistungselektronik	T. Brückner	6
3	3	4134	Sensorik und Elektrische Messtechnik	C. Kargel	5
		9b	WPFL Module Mechatronik- ME 2024		30
2	2	4215	Grundlagen und Implementierung des Maschinellen Lernens	S. Gottschalk	4
3	3	4216	Optimierung für Data Science	A. De Marchi	3
		10	Wahlpflichtgruppe: Modellierung und Simulation Bauingenieurwesen - ME 2024		54
		10a	PFL Module ME-BAU - ME 2024		29
1	1	1334	Kontinuumsmechanik und Werkstoffmodelle	M. Brüning	5
3	3	1343	Schalentragwerke	J. Kiendl	5
2	2	1468	Bauen im Einsatz und Sicherheit der baulichen Infrastruktur	J. Kiendl	5
3		1544	Projektarbeit (ME MSB)	T. Apel	9
3	1	3835	Nichtlineare Statik	J. Kiendl	5
		10b	WPFL Module ME-BAU - ME 2024		25
2	2	4215	Grundlagen und Implementierung des Maschinellen Lernens	S. Gottschalk	4
3	3	4216	Optimierung für Data Science	A. De Marchi	3
		11	Wahlpflichtgruppe: Modellierung luft- und raumfahrttechnischer Systeme - ME 2024		54
		11a	PFL Module ME-LRT - ME 2024		29
1	1	1063	Flugzeugaerodynamik	C. Kähler	5
1	1	1067	Höhere Technische Mechanik	A. Lion	5
3	3	1090	Wärme- und Stofftransport	L. Zigan	5
3		1545	Projektarbeit (ME-MLRTS)	M. Gerdts	9
3	3	3827	Computational Fluid Dynamics I	M. Klein	5
		11b	WPFL Module ME-LRT - ME 2024		25
2	2	4215	Grundlagen und Implementierung des Maschinellen Lernens	S. Gottschalk	4
3	3	4216	Optimierung für Data Science	A. De Marchi	3
		12	Masterarbeit - ME 2024		30
4		1097	Masterarbeit ME	M. Richter	30
		99MA (neu)	Verpflichtendes Begleitstudium plus		5
		9903	studium plus 3, Seminar und Training	Z. studium plus	5

Übersicht des Studiengangs: Lehrveranstaltungen

Legende:

FT	= Fachtrimester der Veranstaltung
Nr	= Veranstaltungsnummer
Name	= Veranstaltungsname
Art	= Veranstaltungsart
P/Wp	= Pflicht / Wahlpflicht
TWS	= Trimesterwochenstunden

FT	Nr	Name	Art	P/Wp	TWS
1	10102	Netzicherheit	Vorlesung/Übung	Pf	3
1	10311	Eingebettete Systeme	Vorlesung/Übung	Pf	3
1	1037	Informations- und Codierungstheorie	Vorlesung/Übung	WPf	5
1	10631	Flugzeugaerodynamik	Vorlesung	Pf	2
1	10632	Flugzeugaerodynamik	Übung	Pf	2
1	10671	Höhere Technische Mechanik	Vorlesung	Pf	4
1	10672	Höhere Technische Mechanik	Übung	Pf	2
1	11433	Simulation	Vorlesung/Übung	Pf	3
1	12113	Quantencomputer	Vorlesung/Übung	WPf	3
1	12311	Data Mining und IT-basierte Entscheidungsunterstützung	Vorlesung/Übung	Pf	5
1	12411	Automatisierungstechnik	Vorlesung/Übung	Pf	5
1	13141	Nichtlineare Statik	Vorlesung	Pf	2
1	13142	Nichtlineare Statik	Übung	Pf	2
1	13341	Kontinuumsmechanik und Werkstoffmodell	Vorlesung	Pf	4
1	13342	Tensorrechnung	Vorlesung	Pf	1
1	15171	Entwurf Verteilter Systeme	Vorlesung/Übung	WPf	5
1	15174	Spezifikation	Vorlesung/Übung	WPf	5
1	15301	Partielle Differentialgleichungen	Vorlesung/Übung	Pf	6
1	15321	Stochastik	Vorlesung/Übung	Pf	6
1	18461	Biosignal-Messtechnik	Vorlesung/Praktikum	WPf	3
1	18464	Konzepte von Fahrerassistenzsystemen	Vorlesung	WPf	2
1	23171	Quantencomputing für Ingenieure	Vorlesung/Übung	WPf	5
1	41321	Dynamik & Regelung elektrischer Antriebe I	Vorlesung/Übung	Pf	2
1	41331	Systeme der Leistungselektronik	Vorlesung/Übung	Pf	6
1	41501	Übertragungssysteme der Hochfrequenztechnik und Antennen	Vorlesung/Übung	Pf	3
1	41502	Praktikum Übertragungssysteme der Hochfrequenztechnik	Praktikum	Pf	2
1	55041	Datenschutz	Vorlesung/Übung	Pf	3
1	55042	Privacy Enhancing Technologies	Vorlesung/Übung	Pf	3
1	55061	Einführung in die Kryptographie	Vorlesung/Übung	Pf	3
1	55062	Kryptoanalyse	Vorlesung/Übung	Pf	3
1	60501	Signalverarbeitung	Vorlesung/Übung	Pf	5
2	10103	Praktikum Netzicherheit	Praktikum	Pf	3
2	10104	IT-Forensik	Vorlesung/Übung	Pf	3
2	10106	Sicherheitsmanagement	Vorlesung/Übung	Pf	3
2	10107	Sichere vernetzte Anwendungen	Vorlesung/Übung	Pf	3
2	10321	Quantitative Modelle	Vorlesung/Übung	Pf	5

2	14681	Bauen im Einsatz	Vorlesung	Pf	2
2	14682	Sicherheit der baulichen kritischen Infrastruktur für Bund und Bundeswehr	Vorlesung	Pf	2
2	14931	Praktikum: Numerische Simulation in der Technik	Praktikum	WPf	5
2	15172	Methoden und Werkzeuge	Vorlesung/Übung	WPf	5
2	28031	Grundlagen der Radartechnik	Vorlesung/Übung	WPf	2,5
2	35021	Nichtlineare FEM	Vorlesung	Pf	4
2	35022	Nichtlineare FEM	Übung	Pf	2
2	39181	Benutzbare Sicherheit (erweitert)	Vorlesung/Übung	Pf	3
2	39182	Praktikum Design sicherer und benutzbarer Systeme (erweitert)	Praktikum	Pf	3
2	41322	Dynamik & Regelung elektrischer Antriebe II	Vorlesung/Übung	Pf	4
2	42151	Grundlagen und Implementierung des Maschinellen Lernens	Vorlesung/Übung	WPf	4
2	55031	Embedded Systems Security	Vorlesung/Übung	Pf	3
2	55051	Betriebssystemsicherheit	Vorlesung/Übung	Pf	3
2	55071	Language-based Security	Vorlesung	Pf	3
2	60601	Digitale Filter	Vorlesung/Übung	WPf	3
2	60602	Array Processing	Vorlesung/Übung	WPf	3
2	60641	Aktuelle Systeme der Mobilkommunikation	Vorlesung/Übung	WPf	2,5
3	10471	IT-Governance	Vorlesung/Übung	Pf	4
3	10901	Wärme- und Stofftransport	Vorlesung	Pf	3
3	10902	Wärme- und Stofftransport	Übung	Pf	2
3	11961	Ausgewählte Kapitel der Komplexitätstheorie	Vorlesung	Pf	3
3	11962	Ausgewählte Kapitel der Komplexitätstheorie	Übung	Pf	2
3	12111	Algorithmische Zahlentheorie	Vorlesung/Übung	Pf	5
3	12871	Praktikum: Nachrichtentechnische Systeme	Praktikum	WPf	5
3	13431	Mechanik der Schalentragwerke	Vorlesung	Pf	2
3	13432	Mechanik der Schalentragwerke	Übung	Pf	2
3	13433	Differentialgeometrie	Vorlesung	Pf	2
3	15312	Praktikum Modellbildung und Simulation (klein)	Praktikum	Pf	2
3	36491	Vertiefte Kapitel der Angewandten Mathematik	Vorlesung	Pf	6
3	38271	Computational Fluid Dynamics I	Vorlesung	Pf	2
3	38272	Computational Fluid Dynamics I	Übung	Pf	2
3	39183	Sichere Mensch-Maschine Schnittstellen (erweitert)	Vorlesung/Übung	Pf	3
3	41323	EMV in der Energietechnik	Vorlesung/Übung	Pf	2
3	41341	Sensorik und Elektrische Messtechnik	Vorlesung/Übung	Pf	6
3	41381	Kommunikationsnetze II	Vorlesung/Übung	Pf	5
3	42161a	Optimierung für Data Science	Vorlesung/Übung	WPf	4
3	60531	Kanalcodierung	Vorlesung/Übung	WPf	5
4	12112	Ausgewählte mathematische Methoden in Kryptographie und Codierungstheorie	Vorlesung/Übung	WPf	3
4	38511	Information Retrieval	Vorlesung/Übung	Pf	6
4	41431	Numerische Methoden zur Berechnung elektromagnetischer Felder	Vorlesung/Übung	WPf	3
4	41432	Antennenberechnung und Ausbreitung elektromagnetischer Wellen	Vorlesung/Übung	WPf	3
6	10101	Ausgewählte Kapitel der IT-Sicherheit	Vorlesung/Übung	Pf	3
6	11432	Sicherheit in der Informationstechnik	Vorlesung/Übung	Pf	3

