

Modulhandbuch M.Sc. Computational Engineering

Technische Universität Darmstadt
Studienbereich Computational Engineering



TECHNISCHE
UNIVERSITÄT
DARMSTADT



Funktionalanalysis	6
Systemdynamik und Regelungstechnik I	8
Einführung in die Stochastik	10
Partielle Differentialgleichungen I.....	12
Wahrscheinlichkeitstheorie.....	14
Optimierung im Funktionenraum	16
Numerical Methods for PDEs	18
Differentialgeometrie.....	20
Numerische Simulationsmethoden	22
Numerische Lineare Algebra.....	24
Einführung in die Mathematische Modellierung	26
Einführung in die Optimierung	28
Gemischt-Ganzzahlige Nichtlineare Optimierung	30
Diskrete Optimierung.....	31
Nichtlineare Optimierung.....	33
Numerik Gewöhnlicher Differentialgleichungen - Anfangswertprobleme	35
Numerik Gewöhnlicher Differentialgleichungen	37
Mathematisches Seminar (ana), Master.....	39
Mathematisches Seminar (num), Master.....	40
Mathematisches Seminar (opt), Master	41
Mathematisches Seminar (sto), Master	42
Interdisziplinäres Projekt Bau und Umwelt	43
Finite-Element-Methoden I	45
Finite-Element-Methoden II	47
FE-Umsetzung von nichtlinearem Materialverhalten mit ABAQUS (f. MSc)	49
Finite Elements III: Stabilized Methods for Computational Fluid Dynamics	50
Computational Plasticity.....	52
Theory of Plasticity (Mechanics).....	54
Continuum Mechanics I	55
Continuum Mechanics II (Material Theory)	56
Tensorrechnung für Ingenieur*innen	57
Seminar Kontinuumsmechanik	59
Ingenieurgerechte Modellierung und Visualisierung	60

Engineering Informatics I	61
Engineering Informatics II	63
Managementverfahren im Bau- und Umweltwesen	65
Hochleistungssimulationen im Ingenieurwesen.....	67
Umweltinformationssysteme	69
Structural Analysis III	71
Structural Analysis IV.....	73
Virtuelle Produktentwicklung A: CAD-Systeme und CAx-Prozessketten	75
Virtuelle Produktentwicklung B - Produktdatenmanagement	77
Virtuelle Produktentwicklung C	79
Schadenskunde	81
Oberflächentechnik I.....	83
Lightweight Construction Materials.....	85
Aerodynamics II	87
Numerische Methoden der Aerodynamik	89
Gestaltung von Mensch-Maschine-Schnittstellen	91
Werkstofftechnologie und -anwendung	93
Methode der Finiten Elemente in der Wärmeübertragung.....	95
Numerische Strömungssimulation.....	97
Angewandte Strukturoptimierung	99
Weiterführende Methoden der Strömungssimulation.....	101
Systemtheorie und Regelungstechnik	102
Fundamentals of Navigation I.....	104
Fundamentals of Navigation II.....	105
Forschungsseminar Angewandte Dynamik	107
Space Flight Mechanics.....	108
Nichtlineare Dynamik	110
Zuverlässigkeit im Maschinenbau	112
Mathematische Methoden in der Strömungsmechanik: Störungsrechnung.....	113
High-Accuracy Methods for Computational Fluid Dynamics	115
Advanced Fluid Mechanics I.....	117
Fortgeschrittene Strömungsmechanik II.....	119
Introduction to Turbulence	121
Mehrphasenströmungen.....	123

Mathematische Methoden in der Strömungsmechanik: Exakte und Symmetrie-Methoden	125
Seminar Strömungsmechanik, Kontinuumsmechanik und geophysikalische Mechanik	127
Modeling of Turbulent Flows.....	128
Technische Verbrennung I	130
Introduction to the Finite Element Method	132
Maschinendynamik	134
Systemdynamik und Regelungstechnik II	136
Programmierung in der Automatisierungstechnik (C/C++)	138
Systemdynamik und Regelungstechnik III	140
Fuzzy-Logik, Neuronale Netze und Evolutionäre Algorithmen	142
Evolutionäre Systeme - Von der Biologie zur Technik.....	144
Praktikum Regelungstechnik II	146
Projektseminar Robotik und Computational Intelligence	148
Bildverarbeitung für Ingenieure - Grundlagen der bildgestützten Mess- und Automatisierungstechnik	150
Machine Learning und Deep Learning in der Automatisierungstechnik	152
Elektrothermische Prozesstechnik.....	154
Methode der Finite Elemente	155
Simulation elektromagnetischer Felder im Zeitbereich	157
Technical Electrodynamics for iCE	158
Simulation von Strahldynamik und elektromagnetischen Feldern in Teilchenbeschleunigern	160
Relativistische Elektrodynamik.....	162
Deterministische Signale und Systeme	163
Information Theory I: Fundamentals	165
Computational Methods for Systems and Synthetic Biology	166
Data-driven Modeling - Machine Learning	168
Information Theory II: Networks	170
Signalverarbeitung, Lernen und Optimierung in Graph-Netzwerken	172
Projektseminar Elektromagnetisches CAD.....	174
Schnelle Randelementmethoden im Ingenieurwesen	175
Energiemanagement & Optimierung.....	177
C/C++ Programmierpraktikum.....	179
Software-Engineering - Wartung und Qualitätssicherung.....	181
Echtzeitsysteme	183

Projektseminar Autonomes Fahren I.....	185
Modellierung, Spezifikation und Semantik.....	187
Visual Computing.....	189
Informationsmanagement	191
Software Engineering.....	194
Graphische Datenverarbeitung I.....	196
Graphische Datenverarbeitung II.....	198
Data Mining und Maschinelles Lernen	200
Algorithmische Modellierung / Grundlagen des Operations Research	202
Virtuelle und Erweiterte Realität	204
Optimierung statischer und dynamischer Systeme	206
Statistisches Maschinelles Lernen.....	208
Programmierung Massiv-Paralleler Prozessoren	210
Lernende Roboter	212
Optimierungsalgorithmen	214
Grundlagen der Robotik.....	216
Deep Learning für Natural Language Processing.....	218
Deep Learning: Architectures & Methods	220
Reinforcement Learning: Von Grundlagen zu den tiefen Ansätzen	222

Modulbeschreibung

Modulname					
Funktionalanalysis					
Modul Nr. 04-10-0036/de	Leistungspunkte 9 CP	Arbeitsaufwand 270 h	Selbststudium 180 h	Moduldauer 1 Semester	Angebotsturnus Jedes 2. Semester
Sprache Deutsch			Modulverantwortliche Person Prof. Dr. rer. nat. Reinhard Farwig		
1	Kurse des Moduls				
	Kurs Nr.	Kursname	Arbeitsaufwand (CP)	Lehrform	SWS
	04-00-0069-vu	Funktionalanalysis	0	Vorlesung und Übung	6
2	Lerninhalt normierte Räume; Vervollständigung; Satz von Hahn-Banach; Sätze von Banach-Steinhaus, der offenen Abbildung, vom abgeschlossenen Graphen; Hilberträume; reflexive Räume; schwache Konvergenz; Sobolev-Räume; schwache Lösung des Dirichletproblems; Spektraleigenschaften linearer Operatoren; kompakte Operatoren auf Banachräumen; Spektralsatz für kompakte Operatoren.				
3	Qualifikationsziele / Lernergebnisse Nach dem Besuch des Moduls können die Studierenden - Ideen der linearen Algebra, Analysis und Topologie zusammenfügen - die Grundprinzipien der Funktionalanalysis verstehen und erklären - funktionalanalytische Methoden im Kontext partieller Differentialgleichungen erklären				
4	Voraussetzung für die Teilnahme empfohlen: Analysis, Integrationstheorie, Funktionentheorie, Lineare Algebra oder vergleichbare Vorkenntnisse aus einem Zyklus Mathematik für Ing.				
5	Prüfungsform Modulabschlussprüfung: Modulprüfung (Studienleistung, Sonderform, Bestanden/Nicht bestanden) Fachprüfung: In der Regel erfolgt die Prüfung durch eine Klausur, bei geringer Teilnehmerzahl gegebenenfalls mündlich. Die Form der Prüfung wird anhand der voraussichtlichen Teilnehmerzahl in den ersten beiden Veranstaltungswochen festgelegt. Studienleistung: In der Regel erfolgreiche Bearbeitung eines Teils der Hausübungen. Die Anzahl sowie das Bewertungsschema der Hausübungen als Studienleistung wird während des ersten Veranstaltungstermins durch die Prüferin/den Prüfer bekannt gegeben. Modulprüfung (Fachprüfung, fakultativ, Standard)				
6	Voraussetzung für die Vergabe von Leistungspunkten Bestehen der Fachprüfung; Bestehen der Studienleistung als Zulassungsvoraussetzung zur Fachprüfung				
7	Benotung Modulabschlussprüfung: • Modulprüfung (Fachprüfung, fakultativ, Gewichtung: 100%, Standard) • Modulprüfung (Studienleistung, Sonderform, Gewichtung: 0%, Bestanden/Nicht bestanden)				
8	Verwendbarkeit des Moduls				

	B.Sc. Mathematik, M.Sc Mathematik, M.Sc. Mathematics
9	Literatur Alt: Lineare Funktionalanalysis; Conway: A Course in Functional Analysis; Reed, Simon: Functional Analysis: Methods of Modern Mathematical Physics I; Rudin: Functional Analysis; Werner: Funktionalanalysis; Ciarlet: Functional Analysis;
10	Kommentar empfohlen für: Mathematik: Bachelor 3. Jahr (ana)

Modulbeschreibung

Modulname					
Systemdynamik und Regelungstechnik I					
Modul Nr. 18-fi-1010	Leistungspunkte 6 CP	Arbeitsaufwand 180 h	Selbststudium 120 h	Moduldauer 1 Semester	Angebotsturnus Wintersemester
Sprache Deutsch			Modulverantwortliche Person Prof. Dr.-Ing. Rolf Findeisen		
1	Kurse des Moduls				
	Kurs Nr.	Kursname	Arbeitsaufwand (CP)	Lehrform	SWS
	18-fi-1010-vl	Systemdynamik und Regelungstechnik I	0	Vorlesung	3
	18-fi-1010-tt	Systemdynamik und Regelungstechnik I-Vorrechenübung	0	Tutorium	1
2	Lerninhalt Beschreibung und Klassifikation dynamischer Systeme; Linearisierung um einen stationären Zustand; Stabilität dynamischer Systeme; Frequenzgang linearer zeitinvarianter Systeme; Lineare zeitinvariante Regelungen; Reglerentwurf; Strukturelle Maßnahmen zur Verbesserung des Regelverhaltens				
3	Qualifikationsziele / Lernergebnisse Die Studierenden werden in der Lage sein, dynamische Systeme aus den unterschiedlichsten Gebieten zu beschreiben und zu klassifizieren. Sie werden die Fähigkeit besitzen, das dynamische Verhalten eines Systems im Zeit- und Frequenzbereich zu analysieren. Sie werden die klassischen Reglerentwurfverfahren für lineare zeitinvariante Systeme kennen und anwenden können.				
4	Voraussetzung für die Teilnahme				
5	Prüfungsform Modulabschlussprüfung: <ul style="list-style-type: none">• Modulprüfung (Fachprüfung, Klausur, Dauer: 120 Min., Standard BWS)				
6	Voraussetzung für die Vergabe von Leistungspunkten Bestehen der Modulabschlussprüfung				
7	Benotung Modulabschlussprüfung: <ul style="list-style-type: none">• Modulprüfung (Fachprüfung, Klausur, Gewichtung: 100 %)				
8	Verwendbarkeit des Moduls B.Sc. etit				
9	Literatur <ul style="list-style-type: none">• Skript Konigorski: "Systemdynamik und Regelungstechnik I", Aufgabensammlung zur Vorlesung,• Lunze: "Regelungstechnik 1: Systemtheoretische Grundlagen, Analyse und Entwurf einschleifiger Regelungen",• Föllinger: "Regelungstechnik: Einführung in die Methoden und ihre Anwendungen",• Unbehauen: "Regelungstechnik I: Klassische Verfahren zur Analyse und Synthese linearer kontinuierlicher Regelsysteme, Fuzzy-Regelsysteme", Föllinger: "Laplace-, Fourier- und z-Transformation",• Jörgl: "Repetitorium Regelungstechnik",• Merz, Jaschke: "Grundkurs der Regelungstechnik: Einführung in die praktischen und theoretischen Methoden",				

	<ul style="list-style-type: none">• Horn, Dourdoumas: "Rechnergestützter Entwurf zeitkontinuierlicher und zeitdiskreter Regelkreise",• Schneider: "Regelungstechnik für Maschinenbauer",• Weinmann: "Regelungen. Analyse und technischer Entwurf: Band 1: Systemtechnik linearer und linearisierter Regelungen auf anwendungsnaher Grundlage"
10	Kommentar

Modulbeschreibung

Modulname					
Einführung in die Stochastik					
Modul Nr. 04-10-0019/de	Leistungspunkte 9 CP	Arbeitsaufwand 270 h	Selbststudium 180 h	Moduldauer 1 Semester	Angebotsturnus Jedes 2. Semester
Sprache Deutsch			Modulverantwortliche Person Prof. Dr. rer. nat. Michael Kohler		
1	Kurse des Moduls				
	Kurs Nr.	Kursname	Arbeitsaufwand (CP)	Lehrform	SWS
	04-00-0004-vu	Einführung in die Stochastik	0	Vorlesung und Übung	6
2	Lerninhalt Wahrscheinlichkeitsräume und Zufallsvariablen, Verteilungsfunktionen, Erwartungswert und Varianz, Unabhängigkeit und elementare bedingte Erwartungen, diskrete und absolutstetige Verteilungen, Gesetz der großen Zahlen, Zentraler Grenzwertsatz, Schätz- und Testtheorie, Schätzen und Konfidenzintervalle und Tests unter Normalverteilungsannahmen. Anwendung und Analyse ausgewählter einfacher Modelle der Wahrscheinlichkeitstheorie.				
3	Qualifikationsziele / Lernergebnisse Nach dem Besuch des Moduls können die Studierenden - die wichtigsten Grundideen und zentralen Ergebnisse der Stochastik im Rahmen einfacher Modelle beschreiben, - die wichtigsten Verfahren der Stochastik bzw. Statistik im Rahmen einfacher Modelle mathematisch analysieren und die dabei erlernten Beweistechniken auf verwandte Fragestellungen übertragen.				
4	Voraussetzung für die Teilnahme empfohlen: Analysis und Lineare Algebra				
5	Prüfungsform Modulabschlussprüfung: <ul style="list-style-type: none">• Modulprüfung (Fachprüfung, fakultativ, Standard)• Modulprüfung (Studienleistung, Sonderform, Bestanden/Nicht bestanden) Fachprüfung: In der Regel erfolgt die Prüfung durch eine Klausur, bei geringer Teilnehmerzahl gegebenenfalls mündlich. Die Form der Prüfung wird anhand der voraussichtlichen Teilnehmerzahl in den ersten beiden Veranstaltungswochen festgelegt. Studienleistung: In der Regel erfolgreiche Bearbeitung eines Teils der Hausübungen. Die Anzahl sowie das Bewertungsschema der Hausübungen als Studienleistung wird während des ersten Veranstaltungstermins durch die Prüferin/den Prüfer bekannt gegeben.				
6	Voraussetzung für die Vergabe von Leistungspunkten Bestehen der Fachprüfung; Bestehen der Studienleistung als Zulassungsvoraussetzung zur Fachprüfung				
7	Benotung Modulabschlussprüfung: <ul style="list-style-type: none">• Modulprüfung (Fachprüfung, fakultativ, Gewichtung: 100%, Standard)				

	<ul style="list-style-type: none"> • Modulprüfung (Studienleistung, Sonderform, Gewichtung: 0%, Bestanden/Nicht bestanden)
8	Verwendbarkeit des Moduls B.Sc. Mathematik, LaG Mathematik M.Sc. ETIT
9	Literatur Eckle-Kohler, Kohler: Eine Einführung in die Statistik und ihre Anwendungen; Irle: Wahrscheinlichkeitstheorie und Statistik; Krenzel: Einführung in die Wahrscheinlichkeitstheorie und Statistik; Georgii: Stochastik: Einführung in die Wahrscheinlichkeitstheorie und Statistik;
10	Kommentar empfohlen für: Mathematik: Bachelor 2. Jahr, Lehramt

Modulbeschreibung

Modulname Partielle Differentialgleichungen I					
Modul Nr. 04-10-0037	Leistungspunkte 9 CP	Arbeitsaufwand 270 h	Selbststudium 180 h	Moduldauer 1 Semester	Angebotsturnus Jedes 2. Semester
Sprache Deutsch und Englisch			Modulverantwortliche Person Prof. Dr. rer. nat. Matthias Hieber		
1	Kurse des Moduls				
	Kurs Nr.	Kursname	Arbeitsaufwand (CP)	Lehrform	SWS
	04-00-0184-vu	Partielle Differentialgleichungen I	0	Vorlesung und Übung	6
2	Lerninhalt Klassische Behandlung aller Grundtypen (z.B. elliptisch, parabolisch, hyperbolisch, dispersiv), Variationsansätze elliptischer Randwertprobleme, Regularitätstheorie, Theorie der Sobolev-Räume, Galerkinverfahren, Fixpunktmethoden und nichtlineare elliptische und parabolische Gleichungen				
3	Qualifikationsziele / Lernergebnisse Die Studierenden kennen und verstehen die unter Lerninhalt angegebenen Begriffe, Methoden und Resultate und können sie anwenden. Sie haben ein vertieftes Verständnis von partiellen Differentialgleichungen. Sie sind in der Lage, ihre Kenntnisse auf diesem Gebiet selbstständig zu erweitern.				
4	Voraussetzung für die Teilnahme empfohlen: Tensorrechnung				
5	Prüfungsform Modulabschlussprüfung: <ul style="list-style-type: none">• Modulprüfung (Fachprüfung, fakultativ, Standard) Fachprüfung: In der Regel erfolgt die Prüfung mündlich, bei großer Teilnehmerzahl gegebenenfalls durch eine Klausur. Die Form der Prüfung wird anhand der voraussichtlichen Teilnehmerzahl in den ersten beiden Veranstaltungswochen festgelegt.				
6	Voraussetzung für die Vergabe von Leistungspunkten Bestehen der Fachprüfung				
7	Benotung Modulabschlussprüfung: <ul style="list-style-type: none">• Modulprüfung (Fachprüfung, fakultativ, Gewichtung: 100%, Standard)				
8	Verwendbarkeit des Moduls B.Sc. Mathematik, M.Sc. Mathematik, M.Sc. Mathematics M.Sc. ETIT				
9	Literatur L.C. Evans: Partial Differential Equations (AMS) D. Gilbarg, N.S. Trudinger: Elliptic Partial Differential Equations of Second Order (Springer)				

	M. Renardy, R.C. Rogers: An Introduction to Partial Differential Equations (Springer)
10	Kommentar empfohlen für: Mathematik: Master (ana)

Modulbeschreibung

Modulname					
Wahrscheinlichkeitstheorie					
Modul Nr. 04-10-0045/de	Leistungspunkte 9 CP	Arbeitsaufwand 270 h	Selbststudium 180 h	Moduldauer 1 Semester	Angebotsturnus Jedes 2. Semester
Sprache Deutsch			Modulverantwortliche Person Prof. Dr. rer. nat. Michael Kohler		
1	Kurse des Moduls				
	Kurs Nr.	Kursname	Arbeitsaufwand (CP)	Lehrform	SWS
	04-00-0141-vu	Wahrscheinlichkeitstheorie	0	Vorlesung und Übung	6
2	Lerninhalt Maßtheoretische Grundlagen, Integrationstheorie, Zufallsgrößen, Konvergenzbegriffe, charakteristische Funktionen, Unabhängigkeit, 0-1-Gesetze, bedingte Erwartungen, zeitdiskrete Martingale, Grenzwertsätze (Gesetze der großen Zahlen, Zentraler Grenzwertsatz)				
3	Qualifikationsziele / Lernergebnisse Die Studierenden kennen und verstehen die unter Lerninhalt angegebenen Begriffe, Methoden und Resultate und können sie anwenden. Sie haben ein grundlegendes Verständnis der Wahrscheinlichkeitstheorie. Sie sind in der Lage, die vermittelten Konzepte in verschiedenen Bereichen der Mathematik wiederzuerkennen.				
4	Voraussetzung für die Teilnahme empfohlen: Analysis, Integrationstheorie, Einführung in die Stochastik				
5	Prüfungsform Modulabschlussprüfung: <ul style="list-style-type: none"> • Modulprüfung (Studienleistung, Sonderform, Bestanden/Nicht bestanden) • Modulprüfung (Fachprüfung, fakultativ, Standard) <p>Fachprüfung: In der Regel erfolgt die Prüfung durch eine Klausur, bei geringer Teilnehmerzahl gegebenenfalls mündlich. Die Form der Prüfung wird anhand der voraussichtlichen Teilnehmerzahl in den ersten beiden Veranstaltungswochen festgelegt.</p> <p>Studienleistung: In der Regel erfolgreiche Bearbeitung eines Teils der Hausübungen. Die Anzahl sowie das Bewertungsschema der Hausübungen als Studienleistung wird während des ersten Veranstaltungstermins durch die Prüferin/den Prüfer bekannt gegeben.</p>				
6	Voraussetzung für die Vergabe von Leistungspunkten Bestehen der Fachprüfung; Bestehen der Studienleistung als Zulassungsvoraussetzung zur Fachprüfung				
7	Benotung Modulabschlussprüfung: <ul style="list-style-type: none"> • Modulprüfung (Studienleistung, Sonderform, Gewichtung: 0%, Bestanden/Nicht bestanden) • Modulprüfung (Fachprüfung, fakultativ, Gewichtung: 100%, Standard) 				
8	Verwendbarkeit des Moduls B.Sc. Mathematik, M.Sc Mathematik, M.Sc. Mathematics, LaG Mathematik				

9	Literatur Bauer: Probability Theory Billingsley: Probability and Measure Elstrodt: Maß-und Integrationstheorie Gänssler, Stute: Wahrscheinlichkeitstheorie Klenke: Wahrscheinlichkeitstheorie
10	Kommentar empfohlen für: Mathematik: Bachelor 3. Jahr (sto), Lehramt

Modulbeschreibung

Modulname					
Optimierung im Funktionenraum					
Modul Nr. 04-10-0259	Leistungspunkte 5 CP	Arbeitsaufwand 150 h	Selbststudium 105 h	Moduldauer 1 Semester	Angebotsturnus Jedes 9. Semester
Sprache Deutsch und Englisch			Modulverantwortliche Person Prof. Dr. rer. nat. Stefan Ulbrich		
1	Kurse des Moduls				
	Kurs Nr.	Kursname	Arbeitsaufwand (CP)	Lehrform	SWS
	04-00-0253-vu	Optimierung im Funktionenraum	0	Vorlesung und Übung	3
2	Lerninhalt Differentiation im Banach-Raum: Gâteaux- und Fréchet-Ableitungen; Satz von Hahn-Banach, Trennungssätze; Dualitätstheorie, Minimaxtheorem, Lagrange-Dualität, Fenchel-Dualität; Sätze über Lagrange-Multiplikatoren: Karush-Kuhn-Tucker-Bedingungen, Regularitätsbedingungen nach Robinson und Zowe/Kurcyusz				
3	Qualifikationsziele / Lernergebnisse Die Studierenden - kennen prototypische Beispiele für unendlichdimensionale Optimierungsprobleme - beherrschen die wesentlichen Techniken der konvexen Analysis - kennen Techniken zur theoretischen Analyse von Optimierungsproblemen in unendlichdimensionalen Räumen - beherrschen und verstehen grundlegende Algorithmen zur Lösung unendlichdimensionaler Optimierungsprobleme				
4	Voraussetzung für die Teilnahme empfohlen: Nichtlineare Optimierung, empfohlen: Funktionalanalysis				
5	Prüfungsform Modulabschlussprüfung: <ul style="list-style-type: none">• Modulprüfung (Fachprüfung, fakultativ, Standard) Fachprüfung: In der Regel erfolgt die Prüfung mündlich, bei großer Teilnehmerzahl gegebenenfalls durch eine Klausur. Die Form der Prüfung wird anhand der voraussichtlichen Teilnehmerzahl in den ersten beiden Veranstaltungswochen festgelegt.				
6	Voraussetzung für die Vergabe von Leistungspunkten Bestehen der Fachprüfung				
7	Benotung Modulabschlussprüfung: <ul style="list-style-type: none">• Modulprüfung (Fachprüfung, fakultativ, Gewichtung: 100%, Standard)				
8	Verwendbarkeit des Moduls B.Sc. Mathematik, M.Sc. Mathematik, M.Sc. Mathematics				
9	Literatur Luenberger: Optimization by Vector Space Methods; Ekeland, Temam: Convex Analysis and Variational Problems				

10	Kommentar empfohlen für: Mathematik: Master (opt)

Modulbeschreibung

Modulname					
Numerical Methods for PDEs					
Modul Nr. 04-10-0391	Leistungspunkte 9 CP	Arbeitsaufwand 270 h	Selbststudium 180 h	Moduldauer 1 Semester	Angebotsturnus Jedes 2. Semester
Sprache Deutsch und Englisch			Modulverantwortliche Person Prof. Dr. rer. nat. Jens Lang		
1	Kurse des Moduls				
	Kurs Nr.	Kursname	Arbeitsaufwand (CP)	Lehrform	SWS
	04-10-0391-vu	Numerical Methods for PDEs	0	Vorlesung und Übung	6
2	Lerninhalt Beispiele partieller Differentialgleichungen aus der Praxis; Elliptische Probleme: Schwache Formulierung und Lösungstheorie für Variationsprobleme; Galerkinapproximation, Finite Elemente Methoden, Fehleranalyse; Parabolische Probleme: Schwache Formulierung, Energieabschätzung, Analyse; Semi- und Volldiskretisierung mittels Linien- und Rothemethode;				
3	Qualifikationsziele / Lernergebnisse Nach dem Besuch des Moduls beherrschen die Studierenden die numerische Lösung von elliptischen und parabolischen Differentialgleichungen mit der Finiten Elemente Methode. Sie verstehen die Konstruktion und Analyse der Methoden und deren Implementierung am Computer. Darüber hinaus können sie die Vor- und Nachteile der Methode kritisch beurteilen und mit anderen Verfahren vergleichen.				
4	Voraussetzung für die Teilnahme empfohlen: Einführung in die Numerische Mathematik und Numerik gewöhnlicher Differentialgleichungen oder vergleichbare Vorkenntnisse aus einem Ingenieursstudiengang				
5	Prüfungsform Modulabschlussprüfung: <ul style="list-style-type: none">• Modulprüfung (Fachprüfung, fakultativ, Standard) Fachprüfung: In der Regel erfolgt die Prüfung mündlich, bei großer Teilnehmerzahl gegebenenfalls durch eine Klausur. Die Form der Prüfung wird anhand der voraussichtlichen Teilnehmerzahl in den ersten beiden Veranstaltungswochen festgelegt.				
6	Voraussetzung für die Vergabe von Leistungspunkten Bestehen der Fachprüfung				
7	Benotung Modulabschlussprüfung: <ul style="list-style-type: none">• Modulprüfung (Fachprüfung, fakultativ, Gewichtung: 100%, Standard)				
8	Verwendbarkeit des Moduls B.Sc Mathematik, M.Sc. Mathematik, M.Sc. Mathematics				
9	Literatur Braess: Finite Elemente: Theorie, schnelle Löser und Anwendungen in der Elastizitätstheorie, Springer, 2013. Larsson, Thomee: Partial Differential Equations with Numerical Methods, Springer, 2003. Großmann, Roos: Numerische Behandlung Partieller Differentialgleichungen, Teubner, 2005.				

10	Kommentar empfohlen für: Mathematik: Master (num)
----	---

Modulbeschreibung

Modulname					
Differentialgeometrie					
Modul Nr. 04-10-0507/de	Leistungspunkte 9 CP	Arbeitsaufwand 270 h	Selbststudium 180 h	Moduldauer 1 Semester	Angebotsturnus Jedes 2. Semester
Sprache Deutsch			Modulverantwortliche Person Prof. Dr. rer. nat. Karsten Große-Brauckmann		
1	Kurse des Moduls				
	Kurs Nr.	Kursname	Arbeitsaufwand (CP)	Lehrform	SWS
	04-10-0507-vu	Differentialgeometrie	0	Vorlesung und Übung	6
2	Lerninhalt Kurven: Bogenlänge, Krümmung; globale Kurventheorie, z.B. Umlaufsatz. Flächentheorie: Fundamentalformen, Weingarten-Abbildung, Hauptkrümmungen, Gauß- und mittlere Krümmung. Hyperflächengleichungen, Geodätische, Parallelverschiebung, Satz von Gauß-Bonnet. Themen der diskreten Differentialgeometrie: z.B. Krümmungsbegriffe für polygonale Kurven und polyedrische Flächen; Bézierkurven und -flächen.				
3	Qualifikationsziele / Lernergebnisse Studierende - beherrschen das differentialgeometrische Kalkül - können zwischen intrinsischen und extrinsischen Begriffen unterscheiden - besitzen geometrische Intuition für Krümmung - können geometrische Begriffe auf den diskreten Fall übertragen.				
4	Voraussetzung für die Teilnahme empfohlen: Analysis, gew. Differentialgleichungen, Lineare Algebra				
5	Prüfungsform Modulabschlussprüfung: <ul style="list-style-type: none">• Modulprüfung (Fachprüfung, fakultativ, Standard)• Modulprüfung (Studienleistung, Sonderform, Bestanden/Nicht bestanden) Fachprüfung: In der Regel erfolgt die Prüfung durch eine Klausur, bei geringer Teilnehmerzahl gegebenenfalls mündlich. Die Form der Prüfung wird anhand der voraussichtlichen Teilnehmerzahl in den ersten beiden Veranstaltungswochen festgelegt. Studienleistung: In der Regel erfolgreiche Bearbeitung eines Teils der Hausübungen. Die Anzahl sowie das Bewertungsschema der Hausübungen als Studienleistung wird während des ersten Veranstaltungstermins durch die Prüferin/den Prüfer bekannt gegeben.				
6	Voraussetzung für die Vergabe von Leistungspunkten Bestehen der Fachprüfung; Bestehen der Studienleistung als Zulassungsvoraussetzung zur Fachprüfung				
7	Benotung Modulabschlussprüfung: <ul style="list-style-type: none">• Modulprüfung (Fachprüfung, fakultativ, Gewichtung: 100%, Standard)				

	<ul style="list-style-type: none"> • Modulprüfung (Studienleistung, Sonderform, Gewichtung: 0%, Bestanden/Nicht bestanden)
8	Verwendbarkeit des Moduls B.Sc. Mathematik, M.Sc Mathematik, M.Sc. Mathematics, LaG Mathematik
9	Literatur Bär: Elementare Differentialgeometrie Montiel, Ros: Curves and surfaces Hoschek, Lasser: Grundlagen der Geometrischen Datenverarbeitung
10	Kommentar empfohlen für: Mathematik: Bachelor 3. Jahr (geo), Lehramt

Modulbeschreibung

Modulname					
Numerische Simulationsmethoden					
Modul Nr. 16-19-4013	Leistungspunkte 4 CP	Arbeitsaufwand 120 h	Selbststudium 86 h	Moduldauer 1 Semester	Angebotsturnus SoSe (Erstangebot SoSe 2024)
Sprache Deutsch			Modulverantwortliche Person Prof. Dr. rer. nat. M. Schäfer		
1	Kurse des Moduls				
	Kurs Nr.	Kursname	Arbeitsaufwand (CP)	Lehrform	SWS
	16-19-4013-vl	Numerische Simulationsmethoden	0	Vorlesung	2
	16-19-4013-ue	Numerische Simulationsmethoden	0	Übung	1
2	Lerninhalt Grundlagen der kontinuumsmechanischen Modellierung, einfache Feldprobleme, Finite-Volumen-Verfahren, Approximation von Oberflächen- und Volumenintegralen, Diskretisierung von konvektiven und diffusiven Flüssen, Finite-Differenzen-Verfahren, Galerkin-Verfahren, Finite-Element-Verfahren, Einfache Elemente und Formfunktionen, Zeitdiskretisierung, explizite und implizite Verfahren, Eigenschaften numerischer Lösungsverfahren, Stabilität, Konsistenz, Konvergenz, Konservativität, Fehlerabschätzung.				
3	Qualifikationsziele / Lernergebnisse Nachdem die Studierenden die Lerneinheit erfolgreich abgeschlossen haben, sollten sie in der Lage sein: 1. Die Grundlagen der kontinuumsmechanischen Modellierung einfacher Feldprobleme zu erklären. 2. Den theoretische Hintergrund von Finite-Volumen-Verfahren zu erläutern. 3. Die Funktionsweise von Finite-Element-Verfahren zu beschreiben und einfache Elemente herzuleiten. 4. Einfache Zeitdiskretisierungsverfahren zu beschreiben und zwischen expliziten und impliziten Verfahren zu unterscheiden. 5. Numerischen Lösungsverfahren, wie Stabilität, Konsistenz, Konvergenz und Konservativität, und deren Bedeutung für die Berechnung zu erläutern. 6. Fehlerabschätzung für Berechnungsergebnisse durchzuführen				
4	Voraussetzung für die Teilnahme 'Mathematische Grundlagen des Maschinellen Lernens' empfohlen				
5	Prüfungsform Klausur 120 min				
6	Voraussetzung für die Vergabe von Leistungspunkten Bestehen der Prüfungsleistung				
7	Benotung <ul style="list-style-type: none"> • Fachprüfung (100%); Standard (Ziffernote) 				
8	Verwendbarkeit des Moduls Bachelor MB Pflicht, Bachelor CE (Vertiefung Maschinenbau) Pflicht Master ETiT MFT, Master Mechatronik				
9	Literatur Vorlesungs- und Übungsskript (erhältlich via moodle).				

	M. Schäfer: Numerik im Maschinenbau, Springer Verlag, 1999. M. Schäfer: Numerical Methods in Engineering, Springer Verlag, 2006.
10	Kommentar

Modulbeschreibung

Modulname					
Numerische Lineare Algebra					
Modul Nr. 04-10-0043/de	Leistungspunkte 5 CP	Arbeitsaufwand 150 h	Selbststudium 105 h	Moduldauer 1 Semester	Angebotsturnus Jedes 2. Semester
Sprache Deutsch			Modulverantwortliche Person Dr. rer. nat. Alf Gerisch		
1	Kurse des Moduls				
	Kurs Nr.	Kursname	Arbeitsaufwand (CP)	Lehrform	SWS
	04-00-0139-vu	Numerische Lineare Algebra	0	Vorlesung und Übung	3
2	Lerninhalt Iterative Verfahren für lineare Gleichungssysteme, Singulärwertzerlegung, Eigenwertprobleme.				
3	Qualifikationsziele / Lernergebnisse Die Studierenden können die wichtigsten numerischen Verfahren der linearen Algebra beschreiben, klassifizieren, erklären und anwenden. Sie sollen die Methoden vergleichen, modifizieren und kombinieren können.				
4	Voraussetzung für die Teilnahme empfohlen: Lineare Algebra, Einführung in die Numerische Mathematik oder vergleichbare Vorkenntnisse				
5	Prüfungsform Modulabschlussprüfung: Modulprüfung (Studienleistung, Sonderform, Bestanden/Nicht bestanden) Modulprüfung (Fachprüfung, Fachprüfung, Standard) Fachprüfung: In der Regel erfolgt die Prüfung durch eine Klausur, bei geringer Teilnehmerzahl gegebenenfalls mündlich. Die Form der Prüfung wird anhand der voraussichtlichen Teilnehmerzahl in den ersten beiden Veranstaltungswochen festgelegt. Studienleistung: In der Regel erfolgreiche Bearbeitung eines Teils der Hausübungen. Die Anzahl sowie das Bewertungsschema der Hausübungen als Studienleistung wird während des ersten Veranstaltungstermins durch die Prüferin/den Prüfer bekannt gegeben.				
6	Voraussetzung für die Vergabe von Leistungspunkten Bestehen der Fachprüfung; Bestehen der Studienleistung als Zulassungsvoraussetzung zur Fachprüfung				
7	Benotung Modulabschlussprüfung: Modulprüfung (Studienleistung, Sonderform, Gewichtung: 0%, Bestanden/Nicht bestanden) • Modulprüfung (Fachprüfung, Fachprüfung, Gewichtung: 100%, Standard)				
8	Verwendbarkeit des Moduls B.Sc. Mathematik, M.Sc Mathematik, M.Sc. Mathematics				
9	Literatur Trefethen/Bau: Numerical Linear Algebra, SIAM Demmel: Applied Numerical Linear Algebra, SIAM Stoer/Bulirsch: Numerische Mathematik 2, Springer				

10	Kommentar empfohlen für: Mathematik: Bachelor 3. Jahr (num)
-----------	---

Modulbeschreibung

Modulname					
Einführung in die Mathematische Modellierung					
Modul Nr. 04-10-0044/de	Leistungspunkte 5 CP	Arbeitsaufwand 150 h	Selbststudium 90 h	Moduldauer 1 Semester	Angebotsturnus Jedes 4. Semester
Sprache Deutsch			Modulverantwortliche Person Prof. Dr. rer. nat. Martin Kiehl		
1	Kurse des Moduls				
	Kurs Nr.	Kursname	Arbeitsaufwand (CP)	Lehrform	SWS
	04-00-0140-vu	Einführung in die Mathematische Modellierung	0	Vorlesung und Übung	4
2	Lerninhalt Grundlagen, statische lineare, nicht-lineare und diskrete Systeme, dynamische Systeme in ein und mehreren Dimensionen, Systeme mit Gegner, Zufall.				
3	Qualifikationsziele / Lernergebnisse Die Studierenden können grundlegende Techniken der mathematischen Modellierung wiedergeben, beschreiben und anwenden. Sie kennen für typische Anwendungsaufgaben einfache Lösungsmethoden für die entstehenden mathematischen Grundprobleme und können sie anwenden. Sie sollen in neuen Anwendungsgebieten mögliche mathematische Modellierungsansätze erkennen und übertragen und Ergebnisse interpretieren können.				
4	Voraussetzung für die Teilnahme empfohlen: Analysis und Lineare Algebra				
5	Prüfungsform Modulabschlussprüfung: Modulprüfung (Studienleistung, Sonderform, Bestanden/Nicht bestanden) Modulprüfung (Fachprüfung, fakultativ, Standard) Fachprüfung: In der Regel erfolgt die Prüfung durch eine Klausur, bei geringer Teilnehmerzahl gegebenenfalls mündlich. Die Form der Prüfung wird anhand der voraussichtlichen Teilnehmerzahl in den ersten beiden Veranstaltungswochen festgelegt. Studienleistung: In der Regel erfolgreiche Bearbeitung eines Teils der Hausübungen. Die Anzahl sowie das Bewertungsschema der Hausübungen als Studienleistung wird während des ersten Veranstaltungstermins durch die Prüferin/den Prüfer bekannt gegeben.				
6	Voraussetzung für die Vergabe von Leistungspunkten Bestehen der Fachprüfung; Bestehen der Studienleistung als Zulassungsvoraussetzung zur Fachprüfung				
7	Benotung Modulabschlussprüfung: Modulprüfung (Studienleistung, Sonderform, Gewichtung: 0%, Bestanden/Nicht bestanden) • Modulprüfung (Fachprüfung, fakultativ, Gewichtung: 100%, Standard)				
8	Verwendbarkeit des Moduls B.Sc. Mathematik, LaG Mathematik				

9	Literatur Skript
10	Kommentar empfohlen für: Mathematik: Bachelor 3. Jahr, Lehramt

Modulbeschreibung

Modulname					
Einführung in die Optimierung					
Modul Nr. 04-10-0040/de	Leistungspunkte 9 CP	Arbeitsaufwand 270 h	Selbststudium 180 h	Moduldauer 1 Semester	Angebotsturnus Jedes 2. Semester
Sprache Deutsch			Modulverantwortliche Person Prof. Dr. rer. nat. Marc Pfetsch		
1	Kurse des Moduls				
	Kurs Nr.	Kursname	Arbeitsaufwand (CP)	Lehrform	SWS
	04-00-0023-vu	Einführung in die Optimierung	0	Vorlesung und Übung	6
2	Lerninhalt konvexe Mengen und Funktionen; Einführung in die Polyedertheorie; Optimalitäts- und Dualitätstheorie der Linearen Optimierung; Simplex- Verfahren zur Lösung linearer Optimierungsprobleme; polynomiale Komplexität der Linearen Optimierung; Verfahren für quadratische Optimierungsprobleme.				
3	Qualifikationsziele / Lernergebnisse Nach dem Besuch des Moduls - beherrschen sie die Optimalitäts- und Dualitätstheorie der Linearen Optimierung und können sie anwenden - sind sie mit den Grundlagen der Polyedertheorie und der Theorie konvexer Funktionen vertraut - kennen sie die grundlegenden numerischen Lösungsverfahren für lineare und quadratische Optimierungsprobleme - können sie lineare und quadratische Optimierungsprobleme bei praktischen Problemstellungen modellieren und lösen.				
4	Voraussetzung für die Teilnahme empfohlen: Analysis und Lineare Algebra				
5	Prüfungsform Modulabschlussprüfung: Modulprüfung (Studienleistung, Sonderform, Bestanden/Nicht bestanden) Modulprüfung (Fachprüfung, fakultativ, Standard) Fachprüfung: In der Regel erfolgt die Prüfung durch eine Klausur, bei geringer Teilnehmerzahl gegebenenfalls mündlich. Die Form der Prüfung wird anhand der voraussichtlichen Teilnehmerzahl in den ersten beiden Veranstaltungswochen festgelegt. Studienleistung: In der Regel erfolgreiche Bearbeitung eines Teils der Hausübungen. Die Anzahl sowie das Bewertungsschema der Hausübungen als Studienleistung wird während des ersten Veranstaltungstermins durch die Prüferin/den Prüfer bekannt gegeben.				
6	Voraussetzung für die Vergabe von Leistungspunkten Bestehen der Fachprüfung; Bestehen der Studienleistung als Zulassungsvoraussetzung zur Fachprüfung				
7	Benotung Modulabschlussprüfung: Modulprüfung (Studienleistung, Sonderform, Gewichtung: 0%, Bestanden/Nicht bestanden)				

	<ul style="list-style-type: none"> • Modulprüfung (Fachprüfung, fakultativ, Gewichtung: 100%, Standard)
8	Verwendbarkeit des Moduls B.Sc. Mathematik, M.Sc Mathematik, M.Sc. Mathematics, LaG Mathematik
9	Literatur Chvatal: Linear Programming Geiger, Kanzow: Theorie und Numerik restringierter Optimierungsaufgaben; Jarre, Stoer: Optimierung Nosedal; Wright: Numerical Optimization; Schrijver: Theory of Linear and Integer Programming; Ziegler: Lectures on Polytopes
10	Kommentar empfohlen für: Mathematik: Bachelor 3. Jahr (opt), Lehramt

Modulbeschreibung

Modulname					
Gemischt-Ganzzahlige Nichtlineare Optimierung					
Modul Nr. 04-10-0390	Leistungspunkte 5 CP	Arbeitsaufwand 150 h	Selbststudium 105 h	Moduldauer 1 Semester	Angebotsturnus Unregelmäßig
Sprache Deutsch und Englisch			Modulverantwortliche Person Prof. Dr. rer. nat. Marc Pfetsch		
1	Kurse des Moduls				
	Kurs Nr.	Kursname	Arbeitsaufwand (CP)	Lehrform	SWS
	4-10-0390-vu	Gemischt-Ganzzahlige Nichtlineare Optimierung	0	Vorlesung und Übung	3
2	Lerninhalt Branch-and-Bound, äußere Approximation, räumliches Branchen, Lift-and-Project, Lösung konvexer gemischt-ganzzahliger Optimierungsprobleme, Lösung allgemeiner nichtlinearer Optimierungsprobleme				
3	Qualifikationsziele / Lernergebnisse Nach dem Besuch des Moduls kennen die Studierenden wesentliche Techniken der Lösung von nichtlinearen Optimierungsproblemen mit Ganzzahligkeitsbedingungen.				
4	Voraussetzung für die Teilnahme empfohlen: Nichtlineare Optimierung oder Diskrete Optimierung				
5	Prüfungsform Modulabschlussprüfung: Modulprüfung (Fachprüfung, fakultativ, Standard) Fachprüfung: In der Regel erfolgt die Prüfung mündlich, bei großer Teilnehmerzahl gegebenenfalls durch eine Klausur. Die Form der Prüfung wird anhand der voraussichtlichen Teilnehmerzahl in den ersten beiden Veranstaltungswochen festgelegt.				
6	Voraussetzung für die Vergabe von Leistungspunkten Bestehen der Fachprüfung				
7	Benotung Modulabschlussprüfung: Modulprüfung (Fachprüfung, fakultativ, Gewichtung: 100%, Standard)				
8	Verwendbarkeit des Moduls B.Sc Mathematik, M.Sc. Mathematik, M.Sc. Mathematics				
9	Literatur R. Horst, H. Tuy: Global Optimization: Deterministic Approaches, Springer, 1996. M. Locatelli, F. Schoen: Global Optimization: Theory, Algorithms, and Applications, MOSSiam Series on Optimization, 2013				
10	Kommentar empfohlen für: Mathematik: Master (opt)				

Modulbeschreibung

Modulname					
Diskrete Optimierung					
Modul Nr. 04-11-0073	Leistungspunkte 9 CP	Arbeitsaufwand 270 h	Selbststudium 180 h	Moduldauer 1 Semester	Angebotsturnus Jedes 2. Semester
Sprache Deutsch und Englisch			Modulverantwortliche Person Prof. Dr. rer. nat. Marc Pfetsch		
1	Kurse des Moduls				
	Kurs Nr.	Kursname	Arbeitsaufwand (CP)	Lehrform	SWS
	04-00-0027-vu	Diskrete Optimierung	0	Vorlesung und Übung	6
2	Lerninhalt Modellierung: Ganzzahlige Gleichungs- und Ungleichungssysteme; Theorie: Ganzzahlige Programme, Polyedrische Kombinatorik; Methoden: Exakte Verfahren, Approximationsalgorithmen, Heuristiken, Relaxierungen, Dekompositionsverfahren				
3	Qualifikationsziele / Lernergebnisse Nachdem Studierende das Modul besucht haben, beherrschen Sie die theoretischen Grundlagen der diskreten Optimierung. Die Studierenden können zusätzlich diskrete Optimierungsprobleme modellieren sowie relevante Algorithmen analysieren und anwenden.				
4	Voraussetzung für die Teilnahme empfohlen: Einführung in die Optimierung, Algorithmische Diskrete Mathematik				
5	Prüfungsform Modulabschlussprüfung: <ul style="list-style-type: none">• Modulprüfung (Fachprüfung, fakultativ, Standard) Fachprüfung: In der Regel erfolgt die Prüfung mündlich, bei großer Teilnehmerzahl gegebenenfalls durch eine Klausur. Die Form der Prüfung wird anhand der voraussichtlichen Teilnehmerzahl in den ersten beiden Veranstaltungswochen festgelegt.				
6	Voraussetzung für die Vergabe von Leistungspunkten Bestehen der Fachprüfung				
7	Benotung Modulabschlussprüfung: <ul style="list-style-type: none">• Modulprüfung (Fachprüfung, fakultativ, Gewichtung: 100%, Standard)				
8	Verwendbarkeit des Moduls B.Sc Mathematik, M.Sc. Mathematik, M.Sc. Mathematics				
9	Literatur Nemhauser, Wolsey: Integer and Combinatorial Optimization, Wiley 1988, Schrijver: Theory of Linear and Integer Programming, Wiley 1986, Korte, Vygen: Kombinatorische Optimierung, Springer 2012				

10	Kommentar empfohlen für: Mathematik: Master (opt)
----	---

Modulbeschreibung

Modulname					
Nichtlineare Optimierung					
Modul Nr. 04-10-0074/de	Leistungspunkte 9 CP	Arbeitsaufwand 270 h	Selbststudium 180 h	Moduldauer 1 Semester	Angebotsturnus Jedes 2. Semester
Sprache Deutsch und Englisch			Modulverantwortliche Person Prof. Dr. rer. nat. Stefan Ulbrich		
1	Kurse des Moduls				
	Kurs Nr.	Kursname	Arbeitsaufwand (CP)	Lehrform	SWS
	04-00-0174-vu	Nichtlineare Optimierung	0	Vorlesung und Übung	6
2	Lerninhalt Modellierung praktischer Fragestellungen als Optimierungsprobleme; Optimalitätsbedingungen, Dualitätstheorie; Verfahren für Probleme ohne Nebenbedingungen: Linearsuch- und Trust-Region-Verfahren; Verfahren für Probleme mit Nebenbedingungen: Straf-, Innere-Punkte-, Multiplikator- und SQP-Verfahren				
3	Qualifikationsziele / Lernergebnisse Die Studierenden - können praktische Fragestellungen als mathematische Optimierungsprobleme modellieren - beherrschen Verfahren zur Lösung unrestringierter Optimierungsprobleme und kennen deren Konvergenzeigenschaften - kennen die Optimalitätstheorie der nichtlinearen Optimierung und können sie anwenden - beherrschen Verfahren zur Lösung restringierter Optimierungsprobleme und kennen deren Konvergenzeigenschaften				
4	Voraussetzung für die Teilnahme empfohlen: Einführung in die Optimierung				
5	Prüfungsform Modulabschlussprüfung: Modulprüfung (Studienleistung, Studienleistung, Bestanden/Nicht bestanden) Modulprüfung (Fachprüfung, fakultativ, Standard) Fachprüfung: In der Regel erfolgt die Prüfung durch eine Klausur, bei geringer Teilnehmerzahl gegebenenfalls mündlich. Die Form der Prüfung wird anhand der voraussichtlichen Teilnehmerzahl in den ersten beiden Veranstaltungswochen festgelegt. Studienleistung: In der Regel erfolgreiche Bearbeitung eines Teils der Hausübungen. Die Anzahl sowie das Bewertungsschema der Hausübungen als Studienleistung wird während des ersten Veranstaltungstermins durch die Prüferin/den Prüfer bekannt gegeben.				
6	Voraussetzung für die Vergabe von Leistungspunkten Bestehen der Fachprüfung; Bestehen der Studienleistung als Zulassungsvoraussetzung zur Fachprüfung				
7	Benotung Modulabschlussprüfung: Modulprüfung (Studienleistung, Studienleistung, Gewichtung: 0%, Bestanden/Nicht bestanden)				

	<ul style="list-style-type: none"> • Modulprüfung (Fachprüfung, fakultativ, Gewichtung: 100%, Standard)
8	Verwendbarkeit des Moduls B.Sc Mathematik, M.Sc. Mathematik, M.Sc. Mathematics
9	Literatur Geiger, Kanzow: Numerische Verfahren zur Lösung unrestringierter Optimierungsaufgaben Geiger, Kanzow: Theorie und Numerik restringierter Optimierungsaufgaben Nocedal, Wright: Numerical Optimization
10	Kommentar empfohlen für: Mathematik: Master (opt)

Modulbeschreibung

Modulname					
Numerik Gewöhnlicher Differentialgleichungen - Anfangswertprobleme					
Modul Nr. 04-10-0042/de	Leistungspunkte 5 CP	Arbeitsaufwand 150 h	Selbststudium 105 h	Moduldauer 1 Semester	Angebotsturnus Jedes 2. Semester
Sprache Deutsch			Modulverantwortliche Person Prof. Dr. rer. nat. Jens Lang		
1	Kurse des Moduls				
	Kurs Nr.	Kursname	Arbeitsaufwand (CP)	Lehrform	SWS
	04-10-0134-vu	Numerik Gewöhnlicher Differentialgleichungen - Anfangswertprobleme	0	Vorlesung und Übung	3
2	Lerninhalt Anfangswertprobleme: Einschrittverfahren, Mehrschrittverfahren, Konvergenzanalyse, Stabilitätsbegriffe				
3	Qualifikationsziele / Lernergebnisse Die Studierenden können verschiedene numerische Lösungsverfahren und Konstruktionsprinzipien beschreiben, klassifizieren, erklären und anwenden. Sie sollen die Methoden und Prinzipien vergleichen, modifizieren und kombinieren können.				
4	Voraussetzung für die Teilnahme empfohlen: Analysis, Lineare Algebra, Gewöhnliche Differentialgleichungen, Einführung in die Numerik oder vergleichbare Kenntnisse etwa aus einem Zyklus Mathematik für Ing.				
5	Prüfungsform Modulabschlussprüfung: Modulprüfung (Fachprüfung, Fachprüfung, Standard) Modulprüfung (Studienleistung, Sonderform, Bestanden/Nicht bestanden) Fachprüfung: In der Regel erfolgt die Prüfung durch eine Klausur, bei geringer Teilnehmerzahl gegebenenfalls mündlich. Die Form der Prüfung wird anhand der voraussichtlichen Teilnehmerzahl in den ersten beiden Veranstaltungswochen festgelegt. Studienleistung: In der Regel erfolgreiche Bearbeitung eines Teils der Hausübungen. Die Anzahl sowie das Bewertungsschema der Hausübungen als Studienleistung wird während des ersten Veranstaltungstermins durch die Prüferin/den Prüfer bekannt gegeben.				
6	Voraussetzung für die Vergabe von Leistungspunkten Bestehen der Fachprüfung; Bestehen der Studienleistung als Zulassungsvoraussetzung zur Fachprüfung				
7	Benotung Modulabschlussprüfung: Modulprüfung (Fachprüfung, Fachprüfung, Gewichtung: 100%, Standard) Modulprüfung (Studienleistung, Sonderform, Gewichtung: 0%, Bestanden/Nicht bestanden)				
8	Verwendbarkeit des Moduls B.Sc. Mathematik (PO 2011 oder in PO 2018 im Wahlpflichtbereich als "weitere Veranstaltungen nach Modulhandbuch oder nach Genehmigung"), M.Sc. Mathematik, M.Sc. Mathematics Nicht zusammen mit Modul 04-10-0393/de wählbar				

9	Literatur Deuflhard, Bornemann: Numerische Mathematik 2 Stoer, Bulirsch: Numerische Mathematik 2
10	Kommentar empfohlen für: Mathematik: Bachelor 3. Jahr (num) Die Veranstaltung wird geblockt in den ersten acht Wochen des Semesters mit 4+2 Stunden gelesen

Modulbeschreibung

Modulname					
Numerik Gewöhnlicher Differentialgleichungen					
Modul Nr. 04-10-0393/de	Leistungspunkte 9 CP	Arbeitsaufwand 270 h	Selbststudium 180 h	Moduldauer 1 Semester	Angebotsturnus Jedes 2. Semester
Sprache Deutsch			Modulverantwortliche Person Prof. Dr. rer. nat. Jens Lang		
1	Kurse des Moduls				
	Kurs Nr.	Kursname	Arbeitsaufwand (CP)	Lehrform	SWS
	04-10-0134-vu	Numerik Gewöhnlicher Differentialgleichungen	0	Vorlesung und Übung	6
2	Lerninhalt Anfangswertprobleme: Einschrittverfahren, Mehrschrittverfahren, Konvergenzanalyse, Stabilitätsbegriffe Randwertprobleme: Schießverfahren, Finite-Differenzen-Verfahren; Stabilität und Konvergenz; Partielle Differentialgleichungen: Finite Differenzenverfahren, Konvergenzanalyse;				
3	Qualifikationsziele / Lernergebnisse Die Studierenden können verschiedene numerische Lösungsverfahren und Konstruktionsprinzipien beschreiben, klassifizieren, erklären und anwenden. Sie sollen die Methoden und Prinzipien vergleichen, modifizieren und kombinieren können.				
4	Voraussetzung für die Teilnahme empfohlen: Analysis, Lineare Algebra, Gewöhnliche Differentialgleichungen, Einführung in die Numerik oder vergleichbare Kenntnisse etwa aus einem Zyklus Mathematik für Ing.				
5	Prüfungsform Modulabschlussprüfung: Modulprüfung (Studienleistung, Sonderform, Bestanden/Nicht bestanden) Modulprüfung (Fachprüfung, fakultativ, Standard) Fachprüfung: In der Regel erfolgt die Prüfung durch eine Klausur, bei geringer Teilnehmerzahl gegebenenfalls mündlich. Die Form der Prüfung wird anhand der voraussichtlichen Teilnehmerzahl in den ersten beiden Veranstaltungswochen festgelegt. Studienleistung: In der Regel erfolgreiche Bearbeitung eines Teils der Hausübungen. Die Anzahl sowie das Bewertungsschema der Hausübungen als Studienleistung wird während des ersten Veranstaltungstermins durch die Prüferin/den Prüfer bekannt gegeben.				
6	Voraussetzung für die Vergabe von Leistungspunkten Bestehen der Fachprüfung; Bestehen der Studienleistung als Zulassungsvoraussetzung zur Fachprüfung				
7	Benotung Modulabschlussprüfung: Modulprüfung (Studienleistung, Sonderform, Gewichtung: 0%, Bestanden/Nicht bestanden) Modulprüfung (Fachprüfung, fakultativ, Gewichtung: 100%, Standard)				
8	Verwendbarkeit des Moduls B.Sc. Mathematik, M.Sc Mathematik, M.Sc. Mathematics (nicht zusammen mit 04-10-0042/de belegbar)				
9	Literatur Deuffhard, Bornemann: Numerische Mathematik 2				

	Stoer, Bulirsch: Numerische Mathematik 2
10	Kommentar empfohlen für: Mathematik: Bachelor 3. Jahr (num)

Modulbeschreibung

Modulname Mathematisches Seminar (ana), Master					
Modul Nr. 04-13-0140	Leistungspunkte 5 CP	Arbeitsaufwand 150 h	Selbststudium 120 h	Moduldauer 1 Semester	Angebotsturnus Jedes 2. Semester
Sprache Deutsch und Englisch			Modulverantwortliche Person Prof. Dr. rer. nat. Martin Kiehl		
1	Kurse des Moduls				
	Kurs Nr.	Kursname	Arbeitsaufwand (CP)	Lehrform	SWS
	04-00-0204-se	Mathematisches Seminar (ana), Master	0	Seminar	2
2	Lerninhalt themenabhängig				
3	Qualifikationsziele / Lernergebnisse Die Studierenden können sich eigenständig anspruchsvolle mathematische Sachverhalte aneignen und in einem ansprechenden Fachvortrag erläutern und präsentieren, sowie gegebenenfalls schriftlich dokumentieren. Sie können eine faire Diskussion über Inhalte und Darstellung des Vortrages führen.				
4	Voraussetzung für die Teilnahme empfohlen: themenabhängig				
5	Prüfungsform Bausteinbegleitende Prüfung: <ul style="list-style-type: none">[04-00-0204-se] (Studienleistung, Sonderform, Bestanden/Nicht bestanden) Studienleistung: Vortrag, ggf. Ausarbeitung, aktive Beteiligung an der Diskussion der anderen Vorträge.				
6	Voraussetzung für die Vergabe von Leistungspunkten Bestehen der Studienleistung				
7	Benotung Bausteinbegleitende Prüfung: <ul style="list-style-type: none">[04-00-0204-se] (Studienleistung, Sonderform, Gewichtung: 100%, Bestanden/Nicht bestanden)				
8	Verwendbarkeit des Moduls M.Sc. Mathematik, M.Sc. Mathematics				
9	Literatur Wird je nach Thema angegeben. Zusätzlich: Manfred Lehn: Wie halte ich einen Seminarvortrag? http://www.mathematik.tu-darmstadt.de/downloads/ManfredLehn_WieHalteIchEinenSeminarvortrag.pdf				
10	Kommentar empfohlen für: Mathematik: Master (ana)				

Modulbeschreibung

Modulname					
Mathematisches Seminar (num), Master					
Modul Nr. 04-13-0143	Leistungspunkte 5 CP	Arbeitsaufwand 150 h	Selbststudium 120 h	Moduldauer 1 Semester	Angebotsturnus Jedes 2. Semester
Sprache Deutsch und Englisch			Modulverantwortliche Person		
1	Kurse des Moduls				
	Kurs Nr.	Kursname	Arbeitsaufwand (CP)	Lehrform	SWS
	04-00-0207-se	Mathematisches Seminar (num), Master	0	Seminar	2
2	Lerninhalt themenabhängig				
3	Qualifikationsziele / Lernergebnisse Die Studierenden können sich eigenständig anspruchsvolle mathematische Sachverhalte aneignen und in einem ansprechenden Fachvortrag erläutern und präsentieren, sowie gegebenenfalls schriftlich dokumentieren. Sie können eine faire Diskussion über Inhalte und Darstellung des Vortrages führen.				
4	Voraussetzung für die Teilnahme empfohlen: themenabhängig				
5	Prüfungsform Bausteinbegleitende Prüfung: <ul style="list-style-type: none">• [04-00-0207-se] (Studienleistung, Sonderform, Bestanden/Nicht bestanden) Studienleistung: Vortrag, ggf. Ausarbeitung, aktive Beteiligung an der Diskussion der anderen Vorträge.				
6	Voraussetzung für die Vergabe von Leistungspunkten Bestehen der Studienleistung				
7	Benotung Bausteinbegleitende Prüfung: <ul style="list-style-type: none">• [04-00-0207-se] (Studienleistung, Sonderform, Gewichtung: 100%, Bestanden/Nicht bestanden)				
8	Verwendbarkeit des Moduls M.Sc. Mathematik, M.Sc. Mathematics				
9	Literatur Wird je nach Thema angegeben. Zusätzlich: Manfred Lehn: Wie halte ich einen Seminarvortrag? http://www.mathematik.tu-darmstadt.de/downloads/ManfredLehn_WieHalteIchEinenSeminarvortrag.pdf				
10	Kommentar empfohlen für: Mathematik: Master (num)				

Modulbeschreibung

Modulname					
Mathematisches Seminar (opt), Master					
Modul Nr. 04-13-0144	Leistungspunkte 5 CP	Arbeitsaufwand 150 h	Selbststudium 120 h	Moduldauer 1 Semester	Angebotsturnus Jedes 2. Semester
Sprache Deutsch und Englisch			Modulverantwortliche Person Prof. Dr. rer. nat. Martin Kiehl		
1	Kurse des Moduls				
	Kurs Nr.	Kursname	Arbeitsaufwand (CP)	Lehrform	SWS
	04-00-0208-se	Mathematisches Seminar (opt), Master	0	Seminar	2
2	Lerninhalt themenabhängig				
3	Qualifikationsziele / Lernergebnisse Die Studierenden können sich eigenständig anspruchsvolle mathematische Sachverhalte aneignen und in einem ansprechenden Fachvortrag erläutern und präsentieren, sowie gegebenenfalls schriftlich dokumentieren. Sie können eine faire Diskussion über Inhalte und Darstellung des Vortrages führen.				
4	Voraussetzung für die Teilnahme empfohlen: themenabhängig				
5	Prüfungsform Bausteinbegleitende Prüfung: <ul style="list-style-type: none">• [04-00-0208-se] (Studienleistung, Sonderform, Bestanden/Nicht bestanden) Studienleistung: Vortrag, ggf. Ausarbeitung, aktive Beteiligung an der Diskussion der anderen Vorträge.				
6	Voraussetzung für die Vergabe von Leistungspunkten Bestehen der Studienleistung				
7	Benotung Bausteinbegleitende Prüfung: <ul style="list-style-type: none">• [04-00-0208-se] (Studienleistung, Sonderform, Gewichtung: 100%, Bestanden/Nicht bestanden)				
8	Verwendbarkeit des Moduls M.Sc. Mathematik, M.Sc. Mathematics				
9	Literatur Wird je nach Thema angegeben. Zusätzlich: Manfred Lehn: Wie halte ich einen Seminarvortrag? http://www.mathematik.tu-darmstadt.de/downloads/ManfredLehn_WieHalteIchEinenSeminarvortrag.pdf				
10	Kommentar empfohlen für: Mathematik: Master (opt)				

Modulbeschreibung

Modulname					
Mathematisches Seminar (sto), Master					
Modul Nr. 04-13-0145	Leistungspunkte 5 CP	Arbeitsaufwand 150 h	Selbststudium 120 h	Moduldauer 1 Semester	Angebotsturnus Jedes 2. Semester
Sprache Deutsch und Englisch			Modulverantwortliche Person Prof. Dr. rer. nat. Martin Kiehl		
1	Kurse des Moduls				
	Kurs Nr.	Kursname	Arbeitsaufwand (CP)	Lehrform	SWS
	04-00-0209-se	Mathematisches Seminar (sto), Master	0	Seminar	2
2	Lerninhalt themenabhängig				
3	Qualifikationsziele / Lernergebnisse Die Studierenden können sich eigenständig anspruchsvolle mathematische Sachverhalte aneignen und in einem ansprechenden Fachvortrag erläutern und präsentieren, sowie gegebenenfalls schriftlich dokumentieren. Sie können eine faire Diskussion über Inhalte und Darstellung des Vortrages führen.				
4	Voraussetzung für die Teilnahme empfohlen: themenabhängig				
5	Prüfungsform Bausteinbegleitende Prüfung: <ul style="list-style-type: none">• [04-00-0209-se] (Studienleistung, Sonderform, Bestanden/Nicht bestanden) Studienleistung: Vortrag, ggf. Ausarbeitung, aktive Beteiligung an der Diskussion der anderen Vorträge.				
6	Voraussetzung für die Vergabe von Leistungspunkten Bestehen der Studienleistung				
7	Benotung Bausteinbegleitende Prüfung: <ul style="list-style-type: none">• [04-00-0209-se] (Studienleistung, Sonderform, Gewichtung: 100%, Bestanden/Nicht bestanden)				
8	Verwendbarkeit des Moduls M.Sc. Mathematik, M.Sc. Mathematics				
9	Literatur Wird je nach Thema angegeben. Zusätzlich: Manfred Lehn: Wie halte ich einen Seminarvortrag? http://www.mathematik.tu-darmstadt.de/downloads/ManfredLehn_WieHalteIchEinenSeminarvortrag.pdf				
10	Kommentar empfohlen für: Mathematik: Master (sto)				

Modulbeschreibung

Modulname					
Interdisziplinäres Projekt Bau und Umwelt					
Modul Nr. 13-01-M003	Leistungspunkte 6 CP	Arbeitsaufwand 180 h	Selbststudium 120 h	Moduldauer 1 Semester	Angebotsturnus Jedes 2. Semester
Sprache Deutsch			Modulverantwortliche Person		
1	Kurse des Moduls				
	Kurs Nr.	Kursname	Arbeitsaufwand (CP)	Lehrform	SWS
	13-01-0005-se	Interdisziplinäres Projekt IPBU - Projekt-Kick-Off	0	Seminar	2
	13-01-0006-ov	Interdisziplinäres Projekt IPBU - Auftaktveranstaltung	0	Orientierungsveranstaltung	1
	13-01-0014-se	Interdisziplinäres Projekt IPBU - Einführung in die Projektarbeit	0	Seminar	1
2	Lerninhalt Ausschnittsweise Bearbeitung eines möglichst realen Bau- und / oder Planungsprojektes durch studentische Projektteams am Beispiel eines auf den Studiengang bezogenen Infrastrukturvorhabens oder Ingenieurbauwerks im Rhein-Main-Gebiet. Das nötige Fachwissen sowie konkrete Randbedingungen werden durch die bereits absolvierten Lehrveranstaltungen des Bachelor-Studiums und die betreuenden Fachgebiete mittels regelmäßiger Sprechstunden eingebracht.				
3	Qualifikationsziele / Lernergebnisse Studierende sind nach erfolgreichem Abschluss des Moduls in der Lage, <ul style="list-style-type: none"> - für Bau- und Umweltingenieur*innen typische Arbeitsprozesse zu erkennen - innerhalb von Teams zu kommunizieren und kooperieren (Gruppenarbeit). - projektbezogenes Fachwissen zu erarbeiten und anzuwenden. - alternative Lösungsmöglichkeiten zu offenen Fragestellungen zu untersuchen. - Alternativen eigenständig zu bewerten und sich zwischen Alternativen zu entscheiden. - sich mit außerfachlichen, interdisziplinären Restriktionen auseinanderzusetzen. - eigene Ergebnisse in geeigneter Form darzustellen, zu präsentieren und zu verteidigen. - eine Aufgabenstellung in der Gruppe selbstständig zu bearbeiten. - Eigeninitiative zu entwickeln. 				
4	Voraussetzung für die Teilnahme				
5	Prüfungsform Modulabschlussprüfung: <ul style="list-style-type: none"> • Modulprüfung (Fachprüfung, mündliche Prüfung, Dauer 15 Min, Standard) • Modulprüfung (Studienleistung, Präsentation, Dauer 20 Min, Bestanden/Nicht bestanden) 				
6	Voraussetzung für die Vergabe von Leistungspunkten Bestehen der Modulabschlussprüfung(en); Zwischenpräsentationen (Anwesenheitspflicht)				
7	Benotung				

	<p>Modulabschlussprüfung:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Modulprüfung (Fachprüfung, mündliche Prüfung, Gewichtung: 1, Standard) • Modulprüfung (Studienleistung, Präsentation, Gewichtung: 0, Bestanden/Nicht bestanden)
8	<p>Verwendbarkeit des Moduls Pflichtmodul: M.Sc. Bauingenieurwesen - Civil Engineering (2021); M.Sc. Umweltingenieurwissenschaften (2021) Ggf. weitere Studiengänge</p>
9	<p>Literatur Literatur wird zu Beginn der Veranstaltung bekannt gegeben.</p>
10	<p>Kommentar Aktive und regelmäßige Teilnahme erwünscht</p>

Modulbeschreibung

Modulname					
Finite-Element-Methoden I					
Modul Nr.	Leistungspunkte	Arbeitsaufwand	Selbststudium	Moduldauer	Angebotsturnus
13-E1-M001	6 CP	180 h	120 h	1 Semester	Jedes 2. Semester
Sprache			Modulverantwortliche Person		
Deutsch			Prof. Dr.-Ing. Dominik Schillinger		
1	Kurse des Moduls				
	Kurs Nr.	Kursname	Arbeitsaufwand (CP)	Lehrform	SWS
	13-E1-0003-vl	Finite-Element-Methoden I	0	Vorlesung	2
	13-E1-0004-ue	Finite-Element-Methoden I - Übung	0	Übung	2
2	Lerninhalt				
	<p>Variationsformulierungen für Stäbe und Balken; Elementformulierungen für Fachwerke und Balken; Isoparametrische Elemente für Scheiben und rotationssymmetrische Spannungszustände; Gemischte Elementformulierungen für Scheiben und für inkompressible Spannungszustände; Platten, Diskrete Kirchhoff-Elemente, Elemente nach der Reissner-Mindlin-Theorie; Rotationsschalen unter rotationssymmetrischer Belastung; Bedingungen für Stabilität und Konvergenz, Fehlerschätzung, adaptive Netzverfeinerung.</p>				
3	Qualifikationsziele / Lernergebnisse				
	<p>Die Studierenden besitzen die Fähigkeit, spezifische Aufgabenstellungen analytisch zu erfassen und Lösungen zu erarbeiten</p> <p>Die Studierenden besitzen die Fähigkeit, mathematisch-naturwissenschaftliche Methoden auf ingenieurtechnische Fragestellungen anzuwenden.</p> <p>Die Studierenden besitzen die Fähigkeit, fachspezifische Probleme nach wissenschaftlichen Grundsätzen selbstständig zu bearbeiten.</p>				
4	Voraussetzung für die Teilnahme				
	Empfohlen: Grundkenntnisse der Mathematik und Mechanik.				
5	Prüfungsform				
	Modulabschlussprüfung: <ul style="list-style-type: none"> • Modulprüfung (Studienleistung, Hausübungen, Arbeitsblätter, Bestanden/Nicht bestanden) • Modulprüfung (Fachprüfung, mündliche Prüfung, Dauer 30 Min, Standard) Unbenotete Studienleistung in Form von Hausübungen begleitend zur Übungsveranstaltung im Umfang von 30h.				
6	Voraussetzung für die Vergabe von Leistungspunkten				
	Bestehen der Modulabschlussprüfung(en)				
7	Benotung				
	Modulabschlussprüfung:				

	<ul style="list-style-type: none"> • Modulprüfung (Studienleistung, Hausübungen, Arbeitsblätter, Gewichtung: 0, Bestanden/Nicht bestanden) • Modulprüfung (Fachprüfung, mündliche Prüfung, Gewichtung: 1, Standard)
8	Verwendbarkeit des Moduls
9	Literatur Literatur wird zu Beginn der Veranstaltung bekannt gegeben.
10	Kommentar

Modulbeschreibung

Modulname					
Finite-Element-Methoden II					
Modul Nr. 13-E1-M002	Leistungspunkte 6 CP	Arbeitsaufwand 180 h	Selbststudium 120 h	Moduldauer 1 Semester	Angebotsturnus Jedes 2. Semester
Sprache Deutsch			Modulverantwortliche Person Prof. Dr.-Ing. Dominik Schillinger		
1	Kurse des Moduls				
	Kurs Nr.	Kursname	Arbeitsaufwand (CP)	Lehrform	SWS
	13-E1-0005-vl	Finite-Element-Methoden II	0	Vorlesung	2
	13-E1-0006-ue	Finite-Element-Methoden II - Übung	0	Übung	2
2	Lerninhalt Übersicht über nichtlineares Tragverhalten; Theorie mäßiger Drehungen, Geometrisch nichtlineares ebenes Bernoulli-Balkenelement; Newton-Raphson-Verfahren, Bogenlängenverfahren; Nichtlinearer räumlicher Timoshenko-Balken; Nichtlineare Platten; Materielle und räumliche Formulierung für Volumenelemente; Inelastisches Materialverhalten, v. Mises-Elastoplastizität, Elastoviskoplastizität, Schädigung; Lineare Elastodynamik, Eigenfrequenzen; Nichtlineare Elastodynamik, explizite Zeitintegrationsverfahren, Newmark-Verfahren; Instationäre Wärmeleitung.				
3	Qualifikationsziele / Lernergebnisse Die Studierenden besitzen die Fähigkeit, spezifische Aufgabenstellungen analytisch zu erfassen und Lösungen zu erarbeiten Die Studierenden besitzen die Fähigkeit, mathematisch-naturwissenschaftliche Methoden auf ingenieurtechnische Fragestellungen anzuwenden. Die Studierenden besitzen die Fähigkeit, fachspezifische Probleme nach wissenschaftlichen Grundsätzen selbstständig zu bearbeiten.				
4	Voraussetzung für die Teilnahme Empfohlen: Finite-Element-Methoden I (13-E1-M001)				
5	Prüfungsform Modulabschlussprüfung: <ul style="list-style-type: none"> • Modulprüfung (Fachprüfung, mündliche Prüfung, Dauer 30 Min, Standard) • Modulprüfung (Studienleistung, Hausübungen, Arbeitsblätter, Bestanden/Nicht bestanden) Unbenotete Studienleistung in Form von Hausübungen begleitend zur Übungsveranstaltung im Umfang von 30h.				
6	Voraussetzung für die Vergabe von Leistungspunkten Bestehen der Modulabschlussprüfung(en)				
7	Benotung Modulabschlussprüfung: <ul style="list-style-type: none"> • Modulprüfung (Fachprüfung, mündliche Prüfung, Gewichtung: 1, Standard) 				

	<ul style="list-style-type: none">• Modulprüfung (Studienleistung, Hausübungen, Arbeitsblätter, Gewichtung: 0, Bestanden/Nicht bestanden)
8	Verwendbarkeit des Moduls
9	Literatur Literatur wird zu Beginn der Veranstaltung bekannt gegeben.
10	Kommentar

Modulbeschreibung

Modulname					
FE-Umsetzung von nichtlinearem Materialverhalten mit ABAQUS (f. MSc)					
Modul Nr. 13-E1-M006	Leistungspunkte 6 CP	Arbeitsaufwand 180 h	Selbststudium 150 h	Moduldauer 1 Semester	Angebotsturnus Jedes 2. Semester
Sprache Deutsch			Modulverantwortliche Person		
1	Kurse des Moduls				
	Kurs Nr.	Kursname	Arbeitsaufwand (CP)	Lehrform	SWS
	13-E1-0002-vl	FE-Umsetzung von nichtlinearem Materialverhalten mit ABAQUS	0	Vorlesung	2
2	Lerninhalt nichtlineare Kontinuumsmechanik Materialmodellierung Anbindung von Benutzer-Routinen in kommerzielle FEM-Systeme Programmieren in Fortran77 und PYTHON				
3	Qualifikationsziele / Lernergebnisse Programmierkenntnisse zur Umsetzung von Werkstoffmodellen in FE-Systemen				
4	Voraussetzung für die Teilnahme Grundkenntnisse Mathematik und (Festkörper- und Kontinuums-)Mechanik				
5	Prüfungsform Modulabschlussprüfung: <ul style="list-style-type: none">• Modulprüfung (Fachprüfung, mündliche / schriftliche Prüfung, Standard) Anwesenheit, Beteiligung an Praktikumsabschnitten				
6	Voraussetzung für die Vergabe von Leistungspunkten				
7	Benotung Modulabschlussprüfung: <ul style="list-style-type: none">• Modulprüfung (Fachprüfung, mündliche / schriftliche Prüfung, Gewichtung: 1, Standard)				
8	Verwendbarkeit des Moduls				
9	Literatur Nichtlineare Finite-Element-Methoden - P.WRIGGERS - SPRINGER Nonlinear Solid Mechanics - G.HOLZAPFEL - WILEY Development and Application of the Finite Element Method based on MatLab - H.BAASER - SRPINGER				
10	Kommentar				

Modulbeschreibung

Modulname					
Finite Elements III: Stabilized Methods for Computational Fluid Dynamics					
Modul Nr. 13-E1-M018	Leistungspunkte 6 CP	Arbeitsaufwand 180 h	Selbststudium 120 h	Moduldauer 1 Semester	Angebotsturnus Jedes 2. Semester
Sprache Englisch			Modulverantwortliche Person Prof. Dr.-Ing. Dominik Schillinger		
1	Kurse des Moduls				
	Kurs Nr.	Kursname	Arbeitsaufwand (CP)	Lehrform	SWS
	13-E1-0018-vu	Finite Elements III	0	Vorlesung und Übung	4
2	Lerninhalt				
	<p>Part I: Fundamentals, mathematical background and problem statements</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Prototypical fluid mechanics equations: the advection(-diffusion), Burgers, Stokes and Navier-Stokes equations 2. Relevant components of functional analysis theory 3. Analysis of the model equations with emphasis on the challenges of finite element formulations <p>Part II: Solution strategies</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Stabilized methods; Galerkin least-squares (GLS), artificial diffusion, streamline-upwind Petrov-Galerkin (SUPG) 2. Suitable interpolation pairs in mixed methods (e.g. Taylor-Hood) 3. Discontinuous Galerkin methods <p>Part III: Multiscale modeling</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. A short introduction to the physics of turbulence 2. Classical turbulence models: Reynolds-averaged Navier-Stokes (RANS) and large eddy simulation (LES) 3. The variational multiscale method 				
3	Qualifikationsziele / Lernergebnisse				
	<p>Understanding of potential benefits of using the finite element method for flow problems, advanced aspects of finite element theory and challenges that arise when the finite element method is applied to flow problems. Knowledge of stabilized methods, discontinuous Galerkin formulations and suitable velocity/pressure interpolation pairs. Basic understanding of turbulence modeling and the variational multiscale method, including some open research questions in this area. Understanding of the advantages and disadvantages of the finite element method in this context with respect to finite volume methods.</p>				
4	Voraussetzung für die Teilnahme				
	Recommended: Finite-Element-Methoden I (13-E1-M001)				
5	Prüfungsform				
	<p>Modulabschlussprüfung:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Modulprüfung (Fachprüfung, mündliche Prüfung, Dauer 15 Min, Standard) • Modulprüfung (Studienleistung, Hausarbeit, Standard) <p>Study Examination (homework assignment): Submission of 7 homework assignments (assessment: 10% Weight each) distributed over the lecture period.</p>				
6	Voraussetzung für die Vergabe von Leistungspunkten				

	Passing the module examination(s)
7	Benotung Modulabschlussprüfung: <ul style="list-style-type: none"> • Modulprüfung (Fachprüfung, mündliche Prüfung, Gewichtung: 30%, Standard) • Modulprüfung (Studienleistung, Hausarbeit, Gewichtung: 70%, Standard)
8	Verwendbarkeit des Moduls
9	Literatur J. Donea, A. Huerta: Finite Element Methods for Flow Problems (2003), Wiley. T.J.R. Hughes et al.: Multiscale and Stabilized Methods. In: Encyclopedia of Computational Mechanics (2018), Part 1 Fluids, Chapter 2. B. Cockburn: Discontinuous Galerkin Methods for Computational Fluid Dynamics. In: Encyclopedia of Computational Mechanics (2018), Part 1 Fluids, Chapter 5.
10	Kommentar

Modulbeschreibung

Modulname					
Computational Plasticity					
Modul Nr. 13-E1-M019	Leistungspunkte 6 CP	Arbeitsaufwand 180 h	Selbststudium 120 h	Moduldauer 1 Semester	Angebotsturnus Jedes 2. Semester
Sprache Englisch			Modulverantwortliche Person Prof. Dr.-Ing. Dominik Schillinger		
1	Kurse des Moduls				
	Kurs Nr.	Kursname	Arbeitsaufwand (CP)	Lehrform	SWS
	13-E1-0019-vu	Computational Plasticity	0	Vorlesung und Übung	4
2	Lerninhalt				
	<p>Part I: One-dimensional plasticity: formulation and numerical implementation</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Derivation of one-dimensional constitutive equations, building on the phenomenological interpretation of plasticity 2. Strong and weak forms of the initial boundary value problem (IBVP), its discretization and linearization 3. Integration algorithms (return map algorithms) for one-dimensional constitutive equations <p>Part II: Three-dimensional classical rate-independent plasticity</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Review of classical governing equations within continuum mechanics and thermodynamics 2. Theory of yield surfaces and classical small-strain plasticity models 3. Maximum plastic dissipation principle and its interpretation as a constrained convex optimization problem 4. Derivation of constitutive equations from convex optimization principles <p>Part III: Integration algorithms for plasticity</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Incremental form of constitutive equations and geometric interpretation as closest point projection 2. Radial return map algorithm for J2 plasticity 3. General return map algorithms (closest point projection algorithms, cutting plane algorithms) 				
3	Qualifikationsziele / Lernergebnisse				
	<p>Students develop a rigorous understanding of integration algorithms for elastoplastic constitutive problems and their mathematical foundations from a convex optimization perspective. They are able to solve and implement multidimensional problems for inelastic solids focusing on return map algorithms for rate-independent plasticity models, linearization of nonlinear global governing equations, and discretization and solution in the context of the finite element method.</p>				
4	Voraussetzung für die Teilnahme				
	Recommended: Background in continuum mechanics and linear finite element methods				
5	Prüfungsform				
	<p>Modulabschlussprüfung:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Modulprüfung (Studienleistung, Hausarbeit, Standard) • Modulprüfung (Fachprüfung, mündliche Prüfung, Dauer 15 Min, Standard) <p>Technical Examination (oral examination): Presentation (25% Weight) and oral examination (15 min., 25% Weight)</p> <p>Study Examination (homework assignment): Submission of 5 homework assignments (assessment: 10% Weight each) distributed over the lecture period.</p>				

6	Voraussetzung für die Vergabe von Leistungspunkten Passing the module examination(s)
7	Benotung Modulabschlussprüfung: <ul style="list-style-type: none"> • Modulprüfung (Studienleistung, Hausarbeit, Gewichtung: 50%, Standard) • Modulprüfung (Fachprüfung, mündliche Prüfung, Gewichtung: 50%, Standard)
8	Verwendbarkeit des Moduls
9	Literatur Simo, J.C. and Hughes, T.J., 2006. Computational Inelasticity. Springer Science & Business Media. de Souza Neto, E.A., Peric, D. and Owen, D.R., 2011. Computational Methods for Plasticity: Theory and Applications. John Wiley & Sons.
10	Kommentar

Modulbeschreibung

Modulname					
Theory of Plasticity (Mechanics)					
Modul Nr. 13-E2-M001	Leistungspunkte 6 CP	Arbeitsaufwand 180 h	Selbststudium 120 h	Moduldauer 1 Semester	Angebotsturnus Jedes 2. Semester
Sprache Englisch			Modulverantwortliche Person Prof. Dr.-Ing. Ralf Müller		
1	Kurse des Moduls				
	Kurs Nr.	Kursname	Arbeitsaufwand (CP)	Lehrform	SWS
	13-E2-0010-vl	Theory of Plasticity	0	Vorlesung	3
	13-E2-0011-ue	Theory of Plasticity - Exercise	0	Übung	1
2	Lerninhalt Basics of tensor calculus, continuum mechanics, thermodynamics, theory of yield-surfaces, plasticity models for small and large deformations, isotropic and kinematic hardening, crystal plasticity, numerical aspects				
3	Qualifikationsziele / Lernergebnisse The students have the capability of analysing specific tasks, generating solutions and applying mathematical-scientific methods to engineering problems.				
4	Voraussetzung für die Teilnahme Recommended: Knowledge of 'Tensorrechnung für Ingenieure' (13-E2-M004) and 'Continuum Mechanics I' (13-E2-M002)				
5	Prüfungsform Modulabschlussprüfung: <ul style="list-style-type: none">• Modulprüfung (Fachprüfung, mündliche Prüfung, Dauer 30 Min, Standard)				
6	Voraussetzung für die Vergabe von Leistungspunkten Passing the module examination(s)				
7	Benotung Modulabschlussprüfung: <ul style="list-style-type: none">• Modulprüfung (Fachprüfung, mündliche Prüfung, Gewichtung: 1, Standard)				
8	Verwendbarkeit des Moduls				
9	Literatur Literature will be announced at the beginning of the course.				
10	Kommentar				

Modulbeschreibung

Modulname					
Continuum Mechanics I					
Modul Nr. 13-E2-M002	Leistungspunkte 6 CP	Arbeitsaufwand 180 h	Selbststudium 120 h	Moduldauer 1 Semester	Angebotsturnus Jedes 2. Semester
Sprache Deutsch und Englisch			Modulverantwortliche Person Prof. Dr.-Ing. Ralf Müller		
1	Kurse des Moduls				
	Kurs Nr.	Kursname	Arbeitsaufwand (CP)	Lehrform	SWS
	13-E2-0004-vl	Continuum Mechanics I	0	Vorlesung	3
	13-E2-0005-ue	Continuum Mechanics I - Exercise	0	Übung	1
2	Lerninhalt Nonlinear geometry of deformation, strain- and stress-tensors, objective time derivative, compability conditions, balance laws, 1st and 2nd law of thermodynamics, material objectivity, basic laws of elasticity of large deformations and fluid mechanics				
3	Qualifikationsziele / Lernergebnisse The students have the capability of analysing specific tasks, generating solutions and applying mathematical-scientific methods to engineering problems.				
4	Voraussetzung für die Teilnahme Knowledge from tensor calculation (13-E2-M004) is useful.				
5	Prüfungsform Modulabschlussprüfung: <ul style="list-style-type: none"> • Modulprüfung (Fachprüfung, mündliche Prüfung, Dauer 30 Min, Standard) 				
6	Voraussetzung für die Vergabe von Leistungspunkten Passing the module examination(s)				
7	Benotung Modulabschlussprüfung: <ul style="list-style-type: none"> • Modulprüfung (Fachprüfung, mündliche Prüfung, Gewichtung: 1, Standard) 				
8	Verwendbarkeit des Moduls				
9	Literatur Details of the literature will be announced in the lecture.				
10	Kommentar				

Modulbeschreibung

Modulname					
Continuum Mechanics II (Material Theory)					
Modul Nr. 13-E2-M003	Leistungspunkte 6 CP	Arbeitsaufwand 180 h	Selbststudium 120 h	Moduldauer 1 Semester	Angebotsturnus Jedes 2. Semester
Sprache Englisch			Modulverantwortliche Person Prof. Dr.-Ing. Ralf Müller		
1	Kurse des Moduls				
	Kurs Nr.	Kursname	Arbeitsaufwand (CP)	Lehrform	SWS
	13-E2-0006-vl	Continuum Mechanics II (Material Theory)	0	Vorlesung	3
	13-E2-0007-ue	Continuum Mechanics II (Material Theory) - Exercise	0	Übung	1
2	Lerninhalt Linear and nonlinear elasticity theory, thermoelasticity, stability, wave propagation, acceleration waves - acoustic tensor, introduction in viscoelasticity and plasticity (for small and large deformations), micropolar elasticity, numerical aspects				
3	Qualifikationsziele / Lernergebnisse The students have the capability of analysing specific tasks, generating solutions and applying mathematical-scientific methods to engineering problems.				
4	Voraussetzung für die Teilnahme Knowledge of 'Tensorrechnung für Ingenieure' (13-E2-M004) and 'Continuum Mechanics I' (13-E2-M002) is necessary.				
5	Prüfungsform Modulabschlussprüfung: <ul style="list-style-type: none"> • Modulprüfung (Fachprüfung, mündliche Prüfung, Dauer 30 Min, Standard) 				
6	Voraussetzung für die Vergabe von Leistungspunkten Passing the module examination(s)				
7	Benotung Modulabschlussprüfung: <ul style="list-style-type: none"> • Modulprüfung (Fachprüfung, mündliche Prüfung, Gewichtung: 1, Standard) 				
8	Verwendbarkeit des Moduls				
9	Literatur Literature will be announced at the beginning of the course.				
10	Kommentar				

Modulbeschreibung

Modulname					
Tensorrechnung für Ingenieur*innen					
Modul Nr. 13-E2-M004	Leistungspunkte 6 CP	Arbeitsaufwand 180 h	Selbststudium 120 h	Moduldauer 1 Semester	Angebotsturnus Jedes 2. Semester
Sprache Deutsch			Modulverantwortliche Person Prof. Dr.-Ing. Ralf Müller		
1	Kurse des Moduls				
	Kurs Nr.	Kursname	Arbeitsaufwand (CP)	Lehrform	SWS
	13-E2-0008-vl	Tensorrechnung für Ingenieur*innen	0	Vorlesung	3
	13-E2-0009-ue	Tensorrechnung für Ingenieur*innen - Übung	0	Übung	1
2	Lerninhalt Reelle Vektorräume, Euklidische Punkträume, metrische und topologische Räume. Eigenschaften von Funktionen, Koordinatensysteme, lineare Abbildungen. Der Tensor zweiter Stufe, Komponenten-Darstellungen, Eigenwerte und Invarianten. Tensoren beliebiger Stufe. Differenzierbarkeit in normierten Vektorräumen, Differenzierbarkeit in Euklidischen Punkträumen (kovariante Richtungsableitung, Lie-Ableitung), Integralsätze, Flächentheorie				
3	Qualifikationsziele / Lernergebnisse Die Studierenden besitzen die Fähigkeit, spezifische Aufgabenstellungen analytisch zu erfassen, Lösungen zu erarbeiten und mathematisch-naturwissenschaftliche Methoden auf ingenieurtechnische Fragestellungen anzuwenden.				
4	Voraussetzung für die Teilnahme Empfohlen: Grundkenntnisse der Mathematik und Mechanik				
5	Prüfungsform Modulabschlussprüfung: <ul style="list-style-type: none"> • Modulprüfung (Fachprüfung, mündliche / schriftliche Prüfung, Dauer 90 Min, Standard) Fachprüfung: mündliche Prüfung (30 min.) / Klausur (90 min.) In der Regel erfolgt die Prüfung durch eine mündliche Prüfung, bei höherer Teilnehmerzahl gegebenenfalls als Klausur.				
6	Voraussetzung für die Vergabe von Leistungspunkten Bestehen der Modulabschlussprüfung(en)				
7	Benotung Modulabschlussprüfung: <ul style="list-style-type: none"> • Modulprüfung (Fachprüfung, mündliche / schriftliche Prüfung, Gewichtung: 1, Standard) 				
8	Verwendbarkeit des Moduls				

9	Literatur Angaben zur Literatur werden in der Vorlesung bekanntgegeben.
10	Kommentar

Modulbeschreibung

Modulname					
Seminar Kontinuumsmechanik					
Modul Nr. 13-E2-M006	Leistungspunkte 3 CP	Arbeitsaufwand 90 h	Selbststudium 60 h	Moduldauer 1 Semester	Angebotsturnus Jedes Semester
Sprache Deutsch			Modulverantwortliche Person Prof. Dr.-Ing. Ralf Müller		
1	Kurse des Moduls				
	Kurs Nr.	Kursname	Arbeitsaufwand (CP)	Lehrform	SWS
	13-E2-0003-se	Seminar Kontinuumsmechanik	0	Seminar	2
2	Lerninhalt Aktuelle, wechselnde Themen aus der Kontinuumsmechanik, Thermodynamik, Numerische Mechanik oder aus den Ingenieur- und Naturwissenschaften mit Bezug auf ein Thema der Kontinuumsmechanik				
3	Qualifikationsziele / Lernergebnisse Die Studierenden <ul style="list-style-type: none"> • beherrschen die Grundlagen der wissenschaftlichen Arbeitsweise • sie besitzen Fertigkeiten sich in ein neues Themengebiet der Kontinuumsmechanik unter Rücksprache mit einem Betreuer selbstständig einzuarbeiten • sie erweitern und vertiefen ihre Kenntnisse aus den Bereichen Kontinuumsmechanik, Thermodynamik, Numerische Mechanik • sind in der Lage die Ergebnisse in schriftlicher und mündlicher Form korrekt zu präsentieren • wirken an der fachlichen Diskussion anderer Themenbeiträge mit 				
4	Voraussetzung für die Teilnahme Empfohlen: Vertiefte Kenntnisse in der Mechanik, Tensorrechnung, Kontinuumsmechanik				
5	Prüfungsform Modulabschlussprüfung: <ul style="list-style-type: none"> • Modulprüfung (Studienleistung, mündliche / schriftliche Prüfung, Standard) Fachprüfung: Schriftliche Ausarbeitung und Präsentation mit anschließender Diskussion				
6	Voraussetzung für die Vergabe von Leistungspunkten Bestehen der Modulabschlussprüfung(en)				
7	Benotung Modulabschlussprüfung: <ul style="list-style-type: none"> • Modulprüfung (Studienleistung, mündliche / schriftliche Prüfung, Gewichtung: 100%, Standard) 				
8	Verwendbarkeit des Moduls				
9	Literatur Literatur wird zu Beginn der Veranstaltung bekannt gegeben.				
10	Kommentar				

Modulbeschreibung

Modulname					
Ingenieurgerechte Modellierung und Visualisierung					
Modul Nr. 3-FO-M006	Leistungspunkte 6 CP	Arbeitsaufwand 180 h	Selbststudium 120 h	Moduldauer 1 Semester	Angebotsturnus Jedes 2. Semester
Sprache Deutsch			Modulverantwortliche Person Prof. Dr.-Ing. Uwe Rüppel		
1	Kurse des Moduls				
	Kurs Nr.	Kursname	Arbeitsaufwand (CP)	Lehrform	SWS
	13-FO-0015-vl	Ingenieurgerechte Modellierung und Visualisierung	0	Vorlesung	2
	13-FO-0016-ue	Ingenieurgerechte Modellierung und Visualisierung	0	Übung	2
2	Lerninhalt - Fortgeschrittene parametrisierte semantische Modellierung von Konstruktionen; - Rendering und Immersion für Ingenieur Anwendungen (z.B. Virtual, Augmented und Mixed Reality (VR/AR/MR)); - Exemplarische Anwendung der Methoden und Modelle an Beispielen aus dem Bau- und Umweltingenieurwesen.				
3	Qualifikationsziele / Lernergebnisse Die Studierenden besitzen die Fähigkeit, fachspezifische Ingenieuraufgaben modellorientiert parametrisiert semantisch zu implementieren, in immersiven Umgebungen zu visualisieren und nach wissenschaftlichen Grundsätzen selbstständig zu bearbeiten.				
4	Voraussetzung für die Teilnahme Empfohlen: Grundkenntnisse in der Ingenieurinformatik.				
5	Prüfungsform Modulabschlussprüfung: Modulprüfung (Studienleistung, Sonderform, Bestanden/Nicht bestanden) Modulprüfung (Fachprüfung, Klausur, Dauer 90 Min, Standard) Studienleistung: 2 Blockübungen (während und am Ende des Semesters) in Gruppenarbeit mit Abschlusskolloquium				
6	Voraussetzung für die Vergabe von Leistungspunkten Bestehen der Modulabschlussprüfung(en)				
7	Benotung Modulabschlussprüfung: Modulprüfung (Studienleistung, Sonderform, Gewichtung: 0) • Modulprüfung (Fachprüfung, Klausur, Gewichtung: 1)				
8	Verwendbarkeit des Moduls				
9	Literatur Literatur wird zu Beginn der Veranstaltung bekannt gegeben.				
10	Kommentar				

Modulbeschreibung

Modulname					
Engineering Informatics I					
Modul Nr. 13-F0-M003	Leistungspunkte 6 CP	Arbeitsaufwand 180 h	Selbststudium 120 h	Moduldauer 1 Semester	Angebotsturnus Jedes 2. Semester
Sprache Englisch			Modulverantwortliche Person Prof. Dr.-Ing. Uwe Rüppel		
1	Kurse des Moduls				
	Kurs Nr.	Kursname	Arbeitsaufwand (CP)	Lehrform	SWS
	13-F0-0009-vl	Engineering Informatics I	0	Vorlesung	2
	13-F0-0010-ue	Engineering Informatics I - Exercise	0	Übung	2
2	Lerninhalt - Digital transformation of engineering processes (e.g. BIM, GIS); - Software Engineering for engineering applications: Requirements engineering, design, data modelling, implementation, configuration and quality management, maintenance and development-process modelling; - Example applications of the models and methods and models from Civil- and Environmental Engineering.				
3	Qualifikationsziele / Lernergebnisse The students have the ability to autonomously specify, implement and apply domain specific engineering tasks in teamwork with scientific computational methods and models.				
4	Voraussetzung für die Teilnahme Recommended: Basic knowledge in Engineering Informatics.				
5	Prüfungsform Modulabschlussprüfung: <ul style="list-style-type: none"> • Modulprüfung (Fachprüfung, mündliche / schriftliche Prüfung, Dauer 90 Min, Standard) • Modulprüfung (Studienleistung, mündliche / schriftliche Prüfung, Bestanden/Nicht bestanden) Subject Examination: Oral Examination (45 min.) / Written Examination (90 min.) As a rule, the examination takes the form of an oral examination, or a written examination if there are more participants. Study Achievement: 2 Exercise blocks (throughout and at the end of the semester) as group work and Submission Colloquium				
6	Voraussetzung für die Vergabe von Leistungspunkten Passing the module examination(s)				
7	Benotung Modulabschlussprüfung: <ul style="list-style-type: none"> • Modulprüfung (Fachprüfung, mündliche / schriftliche Prüfung, Gewichtung: 1, Standard) • Modulprüfung (Studienleistung, mündliche / schriftliche Prüfung, Gewichtung: 0, Bestanden/Nicht bestanden) 				

8	Verwendbarkeit des Moduls
9	Literatur Literature will be announced at the beginning of the course.
10	Kommentar

Modulbeschreibung

Modulname					
Engineering Informatics II					
Modul Nr. 13-F0-M004	Leistungspunkte 6 CP	Arbeitsaufwand 180 h	Selbststudium 120 h	Moduldauer 1 Semester	Angebotsturnus Jedes 2. Semester
Sprache Englisch			Modulverantwortliche Person Prof. Dr.-Ing. Uwe Rüppel		
1	Kurse des Moduls				
	Kurs Nr.	Kursname	Arbeitsaufwand (CP)	Lehrform	SWS
	13-F0-0011-ue	Engineering Informatics II - Exercise	0	Übung	2
	13-F0-0012-vl	Engineering Informatics II	0	Vorlesung	2
2	Lerninhalt				
	<ul style="list-style-type: none"> - Internet of Things (IoT) sensor networks; - BigData and distributed databases; - Data Mining, Machine Learning and Artificial Intelligence; - Cryptography and digital signature for securing engineering applications in networks; - Exemplary application of the methods and models on examples from Civil- and Environmental Engineering. 				
3	Qualifikationsziele / Lernergebnisse				
	The students have the ability to autonomously model, implement and apply domain specific engineering tasks with scientific data centered principles in terms of Machine Learning/ Artificial Intelligence in secure computer networks.				
4	Voraussetzung für die Teilnahme				
	Recommended: Basic knowledge in Engineering Informatics.				
5	Prüfungsform				
	Modulabschlussprüfung:				
	<ul style="list-style-type: none"> • Modulprüfung (Studienleistung, mündliche / schriftliche Prüfung, Bestanden/Nicht bestanden) • Modulprüfung (Fachprüfung, mündliche / schriftliche Prüfung, Dauer 90 Min, Standard) 				
	Subject Examination: Oral Examination (45 min.) / Written Examination (90 min.)				
	As a rule, the examination takes the form of an oral examination, or a written examination if there are more participants.				
	Study Achievement: 2 Exercise blocks (throughout and at the end of the semester) as group work and Submission Colloquium				
6	Voraussetzung für die Vergabe von Leistungspunkten				
	Passing the module examination(s)				
7	Benotung				
	Modulabschlussprüfung:				
	<ul style="list-style-type: none"> • Modulprüfung (Studienleistung, mündliche / schriftliche Prüfung, Gewichtung: 0, Bestanden/Nicht bestanden) • Modulprüfung (Fachprüfung, mündliche / schriftliche Prüfung, Gewichtung: 1, Standard) 				

8	Verwendbarkeit des Moduls
9	Literatur Literature will be announced at the beginning of the course.
10	Kommentar

Modulbeschreibung

Modulname					
Managementverfahren im Bau- und Umweltwesen					
Modul Nr. 13-F0-M005	Leistungspunkte 6 CP	Arbeitsaufwand 180 h	Selbststudium 120 h	Moduldauer 1 Semester	Angebotsturnus Jedes 2. Semester
Sprache Deutsch			Modulverantwortliche Person Prof. Dr.-Ing. Uwe Rüppel		
1	Kurse des Moduls				
	Kurs Nr.	Kursname	Arbeitsaufwand (CP)	Lehrform	SWS
	13-F0-0013-vl	Managementverfahren im Bau- und Umweltwesen	0	Vorlesung	2
	13-F0-0014-ue	Managementverfahren im Bau- und Umweltwesen - Übung	0	Übung	2
2	Lerninhalt - Informations- und Prozessmanagement für Ingenieurprojekte; - Organisations- und Kommunikationsinfrastrukturen; - Workflowmanagement; - Agiles Projektmanagement; - Exemplarische Anwendung der Methoden und Modelle an Beispielen aus dem Bau- und Umweltingenieurwesen.				
3	Qualifikationsziele / Lernergebnisse Die Studierenden besitzen die Fähigkeit, spezifische Aufgabenstellungen zum computergestützten Management von Ingenieuraufgaben analytisch zu erfassen und Lösungen zu erarbeiten. Die Studierenden besitzen die Fähigkeit, ingenieurspezifische Systemlösungen zum Management von Projekten nach wissenschaftlichen Grundsätzen selbstständig zu bearbeiten.				
4	Voraussetzung für die Teilnahme Empfohlen: Grundkenntnisse in der Ingenieurinformatik.				
5	Prüfungsform Modulabschlussprüfung: <ul style="list-style-type: none"> • Modulprüfung (Fachprüfung, Klausur, Dauer 90 Min, Standard) • Modulprüfung (Studienleistung, Sonderform, Bestanden/Nicht bestanden) Studienleistung: 2 Blockübungen (während und am Ende des Semesters) in Gruppenarbeit mit Abschlusskolloquium				
6	Voraussetzung für die Vergabe von Leistungspunkten Bestehen der Modulabschlussprüfung(en)				
7	Benotung Modulabschlussprüfung: <ul style="list-style-type: none"> • Modulprüfung (Fachprüfung, Klausur, Gewichtung: 1, Standard) • Modulprüfung (Studienleistung, Sonderform, Gewichtung: 0, Bestanden/Nicht bestanden) 				

8	Verwendbarkeit des Moduls
9	Literatur Literatur wird zu Beginn der Veranstaltung bekannt gegeben.
10	Kommentar

Modulbeschreibung

Modulname					
Hochleistungssimulationen im Ingenieurwesen					
Modul Nr. 13-F0-M011	Leistungspunkte 6 CP	Arbeitsaufwand 180 h	Selbststudium 120 h	Moduldauer 1 Semester	Angebotsturnus Jedes 2. Semester
Sprache Deutsch			Modulverantwortliche Person Prof. Dr.-Ing. Uwe Rüppel		
1	Kurse des Moduls				
	Kurs Nr.	Kursname	Arbeitsaufwand (CP)	Lehrform	SWS
	13-F0-0007-vl	Hochleistungssimulation im Ingenieurwesen	0	Vorlesung	2
	13-F0-0008-ue	Hochleistungssimulation im Ingenieurwesen - Übung	0	Übung	2
2	Lerninhalt Numerische Berechnungsmethoden (Finite-Elemente-Methode); Numerische Strömungsmechanik/CFD; Parallele Simulationen und Modelle des Ingenieurwesens; Rechnerarchitekturen und Netzwerktopologien; Parallele Programmierparadigmen und Implementierung Paralleler Algorithmen; Exemplarische Anwendung der Methoden und Modelle an Beispielen aus dem Bau- und Umweltingenieurwesen.				
3	Qualifikationsziele / Lernergebnisse Die Studierenden können die Wirklichkeit in geeigneten numerischen Modellen abbilden, dafür spezifische Ingenieursimulationen mit dem Computer analytisch erfassen und hochperformante Lösungen erarbeiten.				
4	Voraussetzung für die Teilnahme Empfohlen: Grundkenntnisse in der Ingenieurinformatik.				
5	Prüfungsform Modulabschlussprüfung: <ul style="list-style-type: none"> • Modulprüfung (Studienleistung, Hausübungen, Arbeitsblätter, Bestanden/Nicht bestanden) • Modulprüfung (Fachprüfung, mündliche / schriftliche Prüfung, Dauer 90 Min, Standard) Fachprüfung: mündliche Prüfung (45 min.) / Klausur (90 min.) In der Regel erfolgt die Prüfung durch eine mündliche Prüfung, bei höherer Teilnehmerzahl gegebenenfalls als Klausur. Studienleistung: 3 testierte Hausübungen; Details werden zu Beginn der Veranstaltung bekannt gegeben.				
6	Voraussetzung für die Vergabe von Leistungspunkten Bestehen der Modulabschlussprüfung(en)				
7	Benotung Modulabschlussprüfung:				

	<ul style="list-style-type: none"> • Modulprüfung (Studienleistung, Hausübungen, Arbeitsblätter, Gewichtung: 0, Bestanden/Nicht bestanden) • Modulprüfung (Fachprüfung, mündliche / schriftliche Prüfung, Gewichtung: 1, Standard)
8	Verwendbarkeit des Moduls
9	Literatur Literatur wird zu Beginn der Veranstaltung bekannt gegeben.
10	Kommentar

Modulbeschreibung

Modulname					
Umweltinformationssysteme					
Modul Nr. 13-F0-M012	Leistungspunkte 6 CP	Arbeitsaufwand 180 h	Selbststudium 120 h	Moduldauer 1 Semester	Angebotsturnus Jedes 2. Semester
Sprache Deutsch			Modulverantwortliche Person Prof. Dr.-Ing. Uwe Rüppel		
1	Kurse des Moduls				
	Kurs Nr.	Kursname	Arbeitsaufwand (CP)	Lehrform	SWS
	13-F0-0018-vl	Umweltinformationssysteme	0	Vorlesung	2
	13-F0-0019-ue	Umweltinformationssysteme - Übung	0	Übung	2
2	Lerninhalt GIS: Kommunale Anwendungen; Grundwasserbewirtschaftung und Grundwassermonitoring; Umweltdaten: Erfassung, Speicherung, Auswertung und Management; BigData: Standards, Visualisierung und Analyse; Grundlagen und Methoden der Energie-Ingenieurinformatik; Exemplarische Anwendung der Methoden und Modelle an Beispielen aus dem Umweltingenieurwesen.				
3	Qualifikationsziele / Lernergebnisse Die Studierenden besitzen die Fähigkeit, fachspezifische Ingenieuraufgaben aus dem Bereich Umwelt modellorientiert zu implementieren und visualisieren und nach wissenschaftlichen Grundsätzen selbstständig zu bearbeiten sowie die Kompetenz große grafische und numerische Datenmengen automatisiert zu verarbeiten und systemerkennend zu analysieren.				
4	Voraussetzung für die Teilnahme Empfohlen: Grundkenntnisse in der Ingenieurinformatik.				
5	Prüfungsform Modulabschlussprüfung: <ul style="list-style-type: none"> • Modulprüfung (Fachprüfung, Klausur, Dauer 90 Min, Standard) • Modulprüfung (Studienleistung, Hausübungen, Arbeitsblätter, Bestanden/Nicht bestanden) Studienleistung: 3 testierte Hausübungen; Details werden zu Beginn der Veranstaltung bekannt gegeben.				
6	Voraussetzung für die Vergabe von Leistungspunkten Bestehen der Modulabschlussprüfung(en)				
7	Benotung Modulabschlussprüfung: <ul style="list-style-type: none"> • Modulprüfung (Fachprüfung, Klausur, Gewichtung: 1, Standard) • Modulprüfung (Studienleistung, Hausübungen, Arbeitsblätter, Gewichtung: 0, Bestanden/Nicht bestanden) 				
8	Verwendbarkeit des Moduls				

9	Literatur Bill: Grundlagen der Geoinformationssystem, Wichmann; Warcup: Von der Landkarte zum GIS: Eine Einführung in Geografische Informationssysteme, Points; Fürst: GIS in Hydrologie und Wasserwirtschaft, Wichmann; Fischer-Stabel: Umweltinformationssysteme -Grundlegende Konzepte und Anwendungen, Wichmann. Weitere Angaben siehe Vorlesung und Übung.
10	Kommentar

Modulbeschreibung

Modulname					
Structural Analysis III					
Modul Nr. 13-M2-M003	Leistungspunkte 6 CP	Arbeitsaufwand 180 h	Selbststudium 120 h	Moduldauer 1 Semester	Angebotsturnus Jedes 2. Semester
Sprache Englisch			Modulverantwortliche Person Prof. Dr.-Ing. Jens Schneider		
1	Kurse des Moduls				
	Kurs Nr.	Kursname	Arbeitsaufwand (CP)	Lehrform	SWS
	13-M2-0005-vl	Structural Analysis III	0	Vorlesung	2
	13-M2-0006-ue	Structural Analysis III - Exercise	0	Übung	2
2	Lerninhalt Geometrically nonlinearity of beams, equilibrium of the deformed system, second order theory of beams (P-delta-effect), slope-deflection method of the second order theory, series expansion of the stiffness factors, iteration procedure, geometrical imperfections, direct stiffness method for the second order beam theory, stability, static indifference criterion, buckling of plane frames, beam grillage, analysis of spatial beam structures with force method and displacement method, second order theory and stability, circular beams, introduction to analysis of cable structures and arches, a programming language suitable for engineering purposes.				
3	Qualifikationsziele / Lernergebnisse Students have the capability to analyze specific problems and find solutions. Students can estimate the influence of stability problems on structures. They have the skills to calculate beam structures of stability endangered components applying second order theory and determine realistically their bearing capacity. Applying the content of the Structural Analysis III course students are able to solve subject-specific problems in the fields of building materials (solid, steel, high-building and glass construction).				
4	Voraussetzung für die Teilnahme Recommended: Statik I and II (13-M2-M001/ 13-M2-M002)				
5	Prüfungsform Modulabschlussprüfung: <ul style="list-style-type: none"> • Modulprüfung (Fachprüfung, Klausur, Dauer 90 Min, Standard) • Modulprüfung (Studienleistung, Sonderform, Bestanden/Nicht bestanden) Study achievement: 2 Homework assignment with test (10 working hours) and 1 internship with test (10 working hours)				
6	Voraussetzung für die Vergabe von Leistungspunkten Passing the module examination(s)				
7	Benotung Modulabschlussprüfung: <ul style="list-style-type: none"> • Modulprüfung (Fachprüfung, Klausur, Gewichtung: 1, Standard) • Modulprüfung (Studienleistung, Sonderform, Gewichtung: 0, Bestanden/Nicht bestanden) 				

8	Verwendbarkeit des Moduls
9	Literatur Krätzig, W.B.; Wittek, U.: Tragwerke 1 Krätzig, W.B.: Tragwerke 2 Petersen, Ch.: Statik und Stabilität der Baukonstruktionen Wunderlich, W.; Kiener G.: Statik der Stabtragwerke
10	Kommentar

Modulbeschreibung

Modulname					
Structural Analysis IV					
Modul Nr. 13-M2-M004	Leistungspunkte 6 CP	Arbeitsaufwand 180 h	Selbststudium 90 h	Moduldauer 1 Semester	Angebotsturnus Jedes 2. Semester
Sprache Englisch			Modulverantwortliche Person Prof. Dr.-Ing. Jens Schneider		
1	Kurse des Moduls				
	Kurs Nr.	Kursname	Arbeitsaufwand (CP)	Lehrform	SWS
	13-M2-0007-vl	Structural Analysis IV	0	Vorlesung	4
	13-M2-0016-ue	Structural Analysis IV - Exercise	0	Übung	2
2	Lerninhalt Classification of shell structures, Plane stress state, equilibrium, strain displacement relations, elasticity law, boundary conditions, Airy's stress function, differential equations in cartesian coordinates and in polar coordinates, exact solutions with applications, circular sheet and annular sheet, St.-Venant's principle, Kirchhoff's theory for thin plates, equilibrium, strain displacement relations, stresses and stress resultants, material law, boundary conditions, plate equation in cartesian coordinates and polar coordinates, solutions using series functions, circular plates and annular plates, a programming language suitable for engineering purposes.				
3	Qualifikationsziele / Lernergebnisse Students have the capability to analyze specific problems and find solutions. Students can solve two dimensional structural problems and are able to apply them for specific questions in the area of construction. They are able to develop models which represent the real structural behavior in an adequate accuracy.				
4	Voraussetzung für die Teilnahme Recommended: Statik I and II (13-M2-M001/ 13-M2-M002)				
5	Prüfungsform Modulabschlussprüfung: <ul style="list-style-type: none"> • Modulprüfung (Studienleistung, Sonderform, Bestanden/Nicht bestanden) • Modulprüfung (Fachprüfung, Klausur, Dauer 90 Min, Standard) Study achievement: 2 Homework assignment with test (10 working hours) and 1 internship with test (10 working hours)				
6	Voraussetzung für die Vergabe von Leistungspunkten Passing the module examination(s)				
7	Benotung Modulabschlussprüfung: <ul style="list-style-type: none"> • Modulprüfung (Studienleistung, Sonderform, Gewichtung: 0, Bestanden/Nicht bestanden) • Modulprüfung (Fachprüfung, Klausur, Gewichtung: 1, Standard) 				
8	Verwendbarkeit des Moduls				

9	Literatur Girkmann, K.: Flächentragwerke, Wien 1963. Timoshenko, S.; Woinowski-Krieger, S.: Theory of Plates and Shells, New York 1959. Hake, Meskouris: Statik der Flächentragwerke
10	Kommentar

Modulbeschreibung

Modulname					
Virtuelle Produktentwicklung A: CAD-Systeme und CAx-Prozessketten					
Modul Nr. 16-07-5030	Leistungspunkte 4 CP	Arbeitsaufwand 120 h	Selbststudium 97 h	Moduldauer 1 Semester	Angebotsturnus WiSe
Sprache Deutsch			Modulverantwortliche Person Prof. Dr. Reiner Anderl		
1	Kurse des Moduls				
	Kurs Nr.	Kursname	Arbeitsaufwand (CP)	Lehrform	SWS
	16-07-5030-vl	Virtuelle Produktentwicklung A: CAD-Systeme und CAx- Prozessketten	0	Vorlesung	2
2	Lerninhalt Integriertes Produktmodell, digitale Geometriemodelle, CAD-Systeme, CAx-Prozessketten; Modelle der rechnerinternen Beschreibung von Produktinformationen; Rechnerunterstützter Methoden zur Konzeption, Systems Engineering, 3D-Konstruktion, Berechnung, Simulation, Optimierung, Darstellung, Fertigungsvorbereitung und Dokumentation von Produkten; DV-Systeme innerhalb von Prozessketten				
3	Qualifikationsziele / Lernergebnisse Nachdem die Studierenden die Lerneinheit erfolgreich abgeschlossen haben, sollten sie in der Lage sein: 1. Zentrale Definitionen für die moderne Produktdatentechnologie wie Produktmodell und Produktdatenmodell zu erklären. 2. Die wichtigsten CAD-Technologien und CAD-Prozessketten der Produktentstehung von der Produktkonzeption bis hin zum Herstellungsprozess zu beschreiben. 3. Die aktuellen rechnerunterstützten Entwicklungsverfahren entlang der Prozessketten durch anschauliche Beispiele zu verdeutlichen. 4. Die zur vollständigen Produktbeschreibung notwendigen Produktinformationen zu erheben und die Informationskategorien (Produktdefinition, Produktrepräsentation und Produktpräsentation) für ein rechnerinternes Produktdatenmodell zu unterscheiden. 5. Digitale Repräsentationen von Geometriemodelle zu unterscheiden und ineinander zu transformieren. 6. Den Produktmodellgedanken der modernen Produktdatentechnologie in der industriellen Praxis anzuwenden.				
4	Voraussetzung für die Teilnahme				
5	Prüfungsform Schriftliche Prüfung 90 min				
6	Voraussetzung für die Vergabe von Leistungspunkten Bestehen der Prüfungsleistung				
7	Benotung Fachprüfung (100%); Standard (Ziffernote)				
8	Verwendbarkeit des Moduls WPB Bachelor CE/MB WPB Master MPE II (Kernlehrveranstaltungen aus dem Maschinenbau)				

	WPB Master PST III (Fächer aus Natur- und Ingenieurwissenschaft für Papiertechnik)
9	Literatur Skriptum erwerbbar, Vorlesungsfolien Dual- Mode: „Virtuelle Produktentwicklung A“ ist eine E-Learning-Vorlesung.
10	Kommentar

Modulbeschreibung

Modulname					
Virtuelle Produktentwicklung B - Produktdatenmanagement					
Modul Nr. 16-07-5040	Leistungspunkte 4 CP	Arbeitsaufwand 120 h	Selbststudium 97 h	Moduldauer 1 Semester	Angebotsturnus SoSe
Sprache Deutsch			Modulverantwortliche Person Prof. Dr. Reiner Anderl		
1	Kurse des Moduls				
	Kurs Nr.	Kursname	Arbeitsaufwand (CP)	Lehrform	SWS
	16-07-5040-vl	Virtuelle Produktentwicklung B - Produktdatenmanagement	0	Vorlesung	2
2	Lerninhalt Bedeutung von Produktdatenmanagementsystemen und der Zusammenhänge zwischen Produktdatenmanagement, dem Integrierten Produktmodell und Workflowmanagement; Basistechnologien der Produktdatenmanagementsysteme; methodische und prozesstechnische Grundlagen des Produktdatenmanagements; organisatorische Voraussetzungen, Architektur und Bausteine von Produktdatenmanagementsystemen; Funktionen von Produktdatenmanagementsystemen.				
3	Qualifikationsziele / Lernergebnisse Nachdem die Studierenden die Lerneinheit erfolgreich abgeschlossen haben, sollten sie in der Lage sein: 1. Das Produktdatenmanagement und seine Funktionen, insbesondere die der technischen Ablauforganisation sowie die integrierten Workflowmanagementsysteme, zu beschreiben. 2. Die Basistechnologien und die grundlegenden Rahmenbedingungen der Produktdatenmanagementsysteme zu erklären. 3. Die Produktstrukturierung anhand von Stücklisten und Verwendungsnachweisen durchzuführen. 4. Die grundlegenden Methoden des Produktdatenmanagements, insbesondere die Nummernsysteme zur Identifikation und Klassifikation, anzuwenden. 5. Die prozesstechnischen Grundlagen des Produktdatenmanagements zu erklären. 6. Die organisatorischen Voraussetzungen für den Einsatz von Produktdatenmanagementsystemen zu analysieren und zu gestalten. 7. Die Architektur und Datenmodelle von Produktdatenmanagementsystemen zu beschreiben.				
4	Voraussetzung für die Teilnahme				
5	Prüfungsform Schriftliche Prüfung 90 min				
6	Voraussetzung für die Vergabe von Leistungspunkten Bestehen der Prüfungsleistung				
7	Benotung Modulabschlussprüfung: <ul style="list-style-type: none"> • Modulprüfung (Fachprüfung, Klausur, Gewichtung: 100%, Standard) 				

8	Verwendbarkeit des Moduls WPB Master MPE II (Kernlehrveranstaltungen aus dem Maschinenbau) WPB Master PST III (Fächer aus Natur- und Ingenieurwissenschaft für Papiertechnik)
9	Literatur Skriptum erwerbbar, Vorlesungsfolien Dual-Mode: "Virtuelle Produktentwicklung B" ist eine E-Learning-Vorlesung.
10	Kommentar

Modulbeschreibung

Modulname					
Virtuelle Produktentwicklung C					
Modul Nr. 16-07-5050	Leistungspunkte 4 CP	Arbeitsaufwand 120 h	Selbststudium 97 h	Moduldauer 1 Semester	Angebotsturnus SoSe
Sprache Deutsch			Modulverantwortliche Person Prof. Dr. Reiner Anderl		
1	Kurse des Moduls				
	Kurs Nr.	Kursname	Arbeitsaufwand (CP)	Lehrform	SWS
	16-07-5050-vl	Virtuelle Produktentwicklung C - Produkt- und Prozessmodellierung	0	Vorlesung	2
2	Lerninhalt Zentrales Ziel der Virtuellen Produktentwicklung ist es, die Entwicklung eines Produkts durch den Einsatz von Informations- und Kommunikationstechnologien zu optimieren. Dies führt zum verstärkten Einsatz von Softwaresystemen in allen Teilprozessen der Produktentwicklung. In dieser Vorlesung werden Prinzipien, Methoden und Werkzeuge für Produkt- und Prozessmodellierungen vorgestellt. So werden die Prinzipien der Systemtechnik, hierarchische Strukturierung und Modellbildung besprochen. Die Methoden des Modellentwurfs und seiner Spezifikation werden aufgezeigt und diskutiert. Die systematische Datenmodellbildung wird mit Blick auf die ISO 10303 „Standard for the Exchange of Product Model Data“ unter Verwendung von ERM, SADT und EXPRESS(-G) vorgestellt. Die Konzepte der Prozessmodellierung werden anhand der Geschäftsprozessmodellierung mit (e)EPK und BPMN erläutert. Weitere Schwerpunkte dieser Vorlesung sind die objektorientierte Modellierung mit UML, die Auszeichnungssprache XML sowie die integrative Methode ARIS. Besonderer Wert wird innerhalb der Vorlesung darauf gelegt, dass die erworbenen, theoretischen Kenntnisse anhand von praktischen Beispielen und kleineren Übungen vertieft werden.				
3	Qualifikationsziele / Lernergebnisse Nachdem die Studierenden die Lerneinheit erfolgreich abgeschlossen haben, sollten sie in der Lage sein: Zusammenhänge zwischen Funktionen, Daten und Prozessmodellierung zu erklären. Den Nutzen der Modellierungstechniken für Geschäftsprozessoptimierungen zu erkennen. Industrienahe Prozesse mithilfe der Structured Analysis and Design Technique (SADT), der erweiterten ereignisgesteuerten Prozesskette (eEPK) und der Business Process Modelling Notation (BPMN) zu modellieren. Systematisch Produktdatenmodelle mit Blick auf die ISO 10303 „Product Data Representation and Exchange“ zu bilden. [*] Unternehmensprozess und Unternehmensdatenmodelle methodisch und konsistent zu beschreiben.				
4	Voraussetzung für die Teilnahme				
5	Prüfungsform Klausur 90 min				
6	Voraussetzung für die Vergabe von Leistungspunkten Bestehen der Prüfungsleistung				
7	Benotung Fachprüfung (100%); Standard (Ziffernote)				
8	Verwendbarkeit des Moduls WPB Master-Studiengang MPE III (Wahlfächer aus Natur- und Ingenieurwissenschaft) Bachelor-Studiengang Computational Mechanical and Process Engineering Diplom-/Master-Studiengang Wirtschaftsingenieurwesen, Studienrichtung Wi-MB				

9	Literatur Skriptum erwerbbar, Vorlesungsfolien Dual-Mode: "Virtuelle Produktentwicklung C" ist eine E-Learning-Vorlesung.
10	Kommentar

Modulbeschreibung

Modulname					
Schadenskunde					
Modul Nr. 16-08-5050	Leistungspunkte 4 CP	Arbeitsaufwand 120 h	Selbststudium 97 h	Moduldauer 1 Semester	Angebotsturnus WiSe
Sprache Deutsch			Modulverantwortliche Person Dr.-Ing. H. Hoche		
1	Kurse des Moduls				
	Kurs Nr.	Kursname	Arbeitsaufwand (CP)	Lehrform	SWS
	16-08-5050-vl	Schadenskunde	0	Vorlesung	2
2	Lerninhalt Aus Schadensfällen lernen: Die Studierenden lernen in der Schadensbeurteilung analytisch vorzugehen, Vielfältigkeit, Komplexität und Komplexbeanspruchung auf ihre Schadensrelevanz hin zu beurteilen und Vorschläge für eine Schadensvermeidung zu erarbeiten. Sie lernen wichtige Zusammenhänge über die Wechselwirkungen der Beanspruchungen und der Beanspruchbarkeit von Bauteilen. Grundlegende Vorgehensweise bei einer Schadensanalyse Werkzeuge der Schadensanalyse (z.B. Bruchmechanik, Rasterelektronenmikroskopie, Metallographie, chem. Analytik usw.) Schäden infolge mechanischer, thermischer, tribologischer und korrosiver Beanspruchung sowie wasserstoffinduzierte Schäden Schadensmechanismen Schäden aus den Bereichen Kunststoff und Medizintechnik sowie Schweißtechnik Ausgewählte Bauteilbeispiele (Federn und Schrauben)				
3	Qualifikationsziele / Lernergebnisse Nachdem die Studierenden die Lerneinheit erfolgreich abgeschlossen haben, sollten sie in der Lage sein: <ol style="list-style-type: none"> 1. Die grundlegende Vorgehensweise einer Schadensanalyse nach VDI 3822 zu erläutern 2. Eine Schadenshypothese zu entwickeln und die (analytischen) Werkzeuge zur Durchführung der Schadensanalyse auszuwählen, anzuwenden und in ihrer Gesamtheit zu kombinieren. 3. Brucharten makroskopisch und mikrofraktographisch zu identifizieren und zu differenzieren. 4. Schäden zu analysieren und zu bewerten, ursächliche und begünstigende Einflüsse zu differenzieren. 5. Schadensursachen abzuleiten und Abhilfemaßnahmen zu entwickeln. 				
4	Voraussetzung für die Teilnahme				
5	Prüfungsform Mündliche Prüfung 45 min				
6	Voraussetzung für die Vergabe von Leistungspunkten Bestehen der Prüfungsleistung				
7	Benotung <ul style="list-style-type: none"> • Fachprüfung (100%); Standard (Ziffernote) 				
8	Verwendbarkeit des Moduls				

	<p>WPB Master MB III (Wahlfächer aus Natur- und Ingenieurwissenschaft)</p> <p>WPB Master PST III (Fächer aus Natur- und Ingenieurwissenschaft für Papiertechnik)</p>
9	<p>Literatur</p> <p>Vorlesungsfolien zum Download als PDF / slides can be downloaded as PDF</p> <p>VDI Richtlinie 3822, Teile 1 und 2</p> <p>G. Lange (Hrsg): Systematische Beurteilung technischer Schadensfälle (5. Auflage), Wiley-VCH, Weinheim 2001.</p> <p>Schmitt-Thomas: Integrierte Schadensanalyse (VDI), Springer Verlag, 2005.</p> <p>Andreas Neidel: Handbuch Metallschäden (2. Auflage), Carl Hanser Verlag 2011</p>
10	<p>Kommentar</p>

Modulbeschreibung

Modulname					
Oberflächentechnik I					
Modul Nr. 16-08-5060	Leistungspunkte 6 CP	Arbeitsaufwand 180 h	Selbststudium 146 h	Moduldauer 1 Semester	Angebotsturnus WiSe
Sprache Deutsch			Modulverantwortliche Person Prof. Dr.-Ing. Matthias Oechsner		
1	Kurse des Moduls				
	Kurs Nr.	Kursname	Arbeitsaufwand (CP)	Lehrform	SWS
	16-08-5060-v1	Oberflächentechnik I	0	Vorlesung	3
2	Lerninhalt Einführung in die Oberflächentechnik; Begriffsdefinitionen; Funktionen von Oberflächen; technische Oberflächen; Korrosionsmechanismen: chemische, elektrochemische und metallphysikalische Korrosion; thermodynamische und kinetische Grundlagen der Korrosion; Passivierung; Erscheinungsformen elektrochemischer Korrosion: flächige Korrosion, lokale Korrosion, selektive Korrosion; Korrosion unter simultaner mechanischer Belastung; elektrochemische Methoden zur Erfassung und Quantifizierung der Korrosion; Korrosionsprüfung; aktiver und passiver Korrosionsschutz; tribologische Systeme, tribologische Beanspruchung, Reibung und Reibungszustände; Verschleiß und Verschleißmechanismen; Verschleißmessgrößen und tribologische Prüfmethoden.				
3	Qualifikationsziele / Lernergebnisse Nachdem die Studierenden die Lerneinheit erfolgreich abgeschlossen haben, sollten sie in der Lage sein: 1. Die primären und sekundären Funktionen von Oberflächen zu evaluieren und zu klassifizieren. 2. Die Unterschiede und Mechanismen unterschiedlicher Korrosionsarten zu erklären. 3. Die thermodynamischen und kinetischen Grundlagen der elektrochemischen Korrosion anzuwenden. 4. Die Erscheinungsformen der elektrochemischen Korrosion zu beurteilen. 5. Die Methoden zur Erfassung und Quantifizierung von Korrosion zu evaluieren und Prüfmethoden für eine gegebene Fragestellungen zu empfehlen. 6. Die aktiven und passiven Korrosionsschutzmaßnahmen zu beschreiben und für spezielle Anwendungen zu empfehlen. 7. Die Bestandteile eines tribologischen Systems zu benennen. 8. Verschleiß und Verschleißmechanismen zu benennen und anhand der Ausprägung eines Schadensbildes zu evaluieren. 9. Maßnahmen zur Änderung des Verschleißverhaltens vorzuschlagen.				
4	Voraussetzung für die Teilnahme				
5	Prüfungsform Mündliche Prüfung 30 min oder schriftliche Prüfung 45 min				

	Wird zu Beginn der Veranstaltung abhängig von den Umständen (Anzahl der Studierenden, Pandemie etc.) bekanntgegeben
6	Voraussetzung für die Vergabe von Leistungspunkten Bestehen der Prüfungsleistung
7	Benotung <ul style="list-style-type: none"> • Fachprüfung (100%); Standard (Ziffernote)
8	Verwendbarkeit des Moduls WPB Master MPE II (Kernlehrveranstaltungen aus dem Maschinenbau) WPB Master PST III (Fächer aus Natur- und Ingenieurwissenschaft für Papiertechnik)
9	Literatur M. Oechsner: Umdruck zur Vorlesung (Foliensätze). H. Kaesche, Korrosion der Metalle (Springer Verlag) K. Bobzin, Oberflächentechnik für den Maschinenbau (Wiley-VCH) E. Wendler-Kalsch, Korrosionsschadenkunde (VDI-Verlag)
10	Kommentar

Modulbeschreibung

Modulname					
Lightweight Construction Materials					
Modul Nr. 16-08-5131	Leistungspunkte 4 CP	Arbeitsaufwand 120 h	Selbststudium 97 h	Moduldauer 1 Semester	Angebotsturnus SoSe
Sprache Englisch			Modulverantwortliche Person Dr.-Ing. Jörg Ellermeier		
1	Kurse des Moduls				
	Kurs Nr.	Kursname	Arbeitsaufwand (CP)	Lehrform	SWS
	16-08-5130-vl	Lightweight Construction Materials	0	Vorlesung	2
2	Lerninhalt				
	<p>Die Studierenden lernen den effizienten Einsatz moderner Leichtbauwerkstoffe wie die Leichtmetalle Aluminium, Magnesium und Titan sowie insbesondere auch die in vielen Fällen zur Leistungssteigerung eingesetzten höchstfesten Stähle kennen. Sie sind damit in der Lage, eine Auswahl von Werkstoffen im Falle vielfältiger funktioneller Anforderungen und ähnlicher Eigenschaftsprofile zu treffen. Ferner können sie aufgrund relevanter technischer Rahmenbedingungen geeignete Verbindungstechniken und Korrosionsschutzmaßnahmen auswählen bzw. in entsprechenden Anwendungen erfolgreich einsetzen.</p>				
3	Qualifikationsziele / Lernergebnisse				
	<p>Nachdem die Studierenden die Lerneinheit erfolgreich abgeschlossen haben, sollten sie in der Lage sein:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Die Herstellung der verschiedenen Leichtbauwerkstoffe und Legierungen zu beschreiben und die aus der Herstellung verursachten spezifischen Eigenschaften in ihrer Auswirkung zu differenzieren und auf die Anwendbarkeit zu beurteilen. 2. Die mechanischen, physikalischen und elektrochemischen Eigenschaften der unterschiedlichen Werkstoffe miteinander zu vergleichen. 3. Den Einfluss der Metallurgie zu erläutern, d.h. welche Legierungselemente welche Eigenschaften beeinflussen können. 4. Die Auswirkung verschiedener Methoden zur Wärmebehandlung zu beschreiben und das Potenzial von Wärmebehandlungsmaßnahmen auf Anwendungsbeanspruchungen einzuschätzen. 5. Die möglichen Fügeverfahren zu beurteilen, auszuwählen und deren Einfluss auf die mechanischen Eigenschaften zu erläutern. 6. Korrosionsschutzmaßnahmen für die Leichtbauwerkstoffe zu empfehlen. 7. Das Potenzial der Leichtbauwerkstoffe zu beschreiben und den optimalen Leichtbauwerkstoff unter der Berücksichtigung technologischer und wirtschaftlicher Gesichtspunkte für eine gegebene Anwendung auszuwählen. 				
4	Voraussetzung für die Teilnahme				
5	Prüfungsform				
	Klausur 60 min				
6	Voraussetzung für die Vergabe von Leistungspunkten				
	Bestehen der Prüfungsleistung				

7	Benotung <ul style="list-style-type: none"> • Fachprüfung (100%); Standard (Ziffernote)
8	Verwendbarkeit des Moduls WPB Master MB III (Wahlfächer aus Natur- und Ingenieurwissenschaft) WPB Master AE III Nat_Ing-Bereich WPB Master PST II (Kernlehrveranstaltungen der Papiertechnik)
9	Literatur J. Ellermeier: Umdruck zur Vorlesung (Foliensätze). I. Polmear, Light Alloys, From Traditional Alloys to Nanocrystals, Fourth Edition, Butterworth-Heinemann F. Osterman, Anwendungstechnologie Aluminium, 2. Auflage, Springer Verlag H.-J. Bargel, G. Schulze, Werkstoffkunde, 9. Auflage, Springer Verlag B. Klein, Leichtbau-Konstruktion, Berechnungsgrundlagen und Gestaltung, 7. Auflage, Vieweg Verlag E. Friedrich; L. Mordike: Magnesium Technology, Springer Verlag U. Dilthey, Schweißtechnische Fertigungsverfahren 1: Schweiß- und Schneidtechnologien (VDI-Verlag) U. Dilthey, Schweißtechnische Fertigungsverfahren 2: Verhalten der Werkstoffe beim Schweißen (VDI-Verlag) E. Wendler-Kalsch, Korrosionsschadenkunde (VDI-Verlag)
10	Kommentar

Modulbeschreibung

Modulname					
Aerodynamics II					
Modul Nr. 16-11-5060	Leistungspunkte 6 CP	Arbeitsaufwand 180 h	Selbststudium 146 h	Moduldauer 1 Semester	Angebotsturnus SoSe
Sprache Englisch			Modulverantwortliche Person Prof. Dr.-Ing. Jeanette Hussong		
1	Kurse des Moduls				
	Kurs Nr.	Kursname	Arbeitsaufwand (CP)	Lehrform	SWS
	16-11-5060-vl	Aerodynamics II	0	Vorlesung	3
2	Lerninhalt kompressible Stromfadentheorie, allgemeiner Verdichtungsstoß, Prandtl-Meyer-Expansion, gasdynamische Grundgleichung, kompressible Profiltheorie, kompressible Tragflügeltheorie, kompressible Grenzschichten				
3	Qualifikationsziele / Lernergebnisse Nachdem die Studierenden die Lerneinheit erfolgreich abgeschlossen haben, sollten sie in der Lage sein: 1. Die grundsätzlichen Unterschiede der theoretischen Behandlung kompressibler und inkompressibler Strömungen zu benennen. 2. Die für die Bildung von Verdichtungsstößen und Expansionsfächer verantwortlichen Vorgänge zu erklären und ihren Einfluss auf aerodynamische Eigenschaften zu erläutern. 3. Die Prozeduren zur Kompensation des Kompressibilitätseffektes in inkompressibler Strömungsfelder anzuwenden. 4. Die Auswirkungen kompressibler Strömungsphänomene auf die Aerodynamik von Tragflächen und Flugzeugen sowie Methoden zur Verwertung oder zur Vermeidung dieser Phänomene zu erklären. 5. Die Auswirkung von Kompressibilitätseffekten auf Grenzschichtströmungen zu beschreiben.				
4	Voraussetzung für die Teilnahme Aerodynamik I empfohlen.				
5	Prüfungsform Mündliche Prüfung 30 min				
6	Voraussetzung für die Vergabe von Leistungspunkten Bestehen der Prüfungsleistung				
7	Benotung <ul style="list-style-type: none">• Fachprüfung (100%); Standard (Ziffernote)				
8	Verwendbarkeit des Moduls WPB Master MB III (Wahlfächer aus Natur- und Ingenieurwissenschaft) WPB Master AE III Nat_Ing-Bereich WPB Master PST III (Fächer aus Natur- und Ingenieurwissenschaft für Papiertechnik)				
9	Literatur Tropea/Grundmann Aerodynamik II (Shaker Verlag), erhältlich im Sekretariat des Fachgebiets Strömungslehre und Aerodynamik				

	Tropea/Grundmann Aerodynamik II (Shaker Verlag), available at FG office
10	Kommentar

Modulbeschreibung

Modulname					
Numerische Methoden der Aerodynamik					
Modul Nr. 16-11-5091	Leistungspunkte 6 CP	Arbeitsaufwand 180 h	Selbststudium 146 h	Moduldauer 1 Semester	Angebotsturnus SoSe
Sprache Deutsch			Modulverantwortliche Person Apl. Prof. Dr.-Ing. Suad Jakirlic		
1	Kurse des Moduls				
	Kurs Nr.	Kursname	Arbeitsaufwand (CP)	Lehrform	SWS
	16-11-5091-vl	Numerische Methoden der Aerodynamik	0	Vorlesung	3
2	Lerninhalt Übersicht numerischer Berechnungsverfahren (Panelmethoden, Grenzschichtverfahren, Eulerverfahren, Navier-Stokes'sches Verfahren); Diskretisierungsmethoden (u. a. für komplexe und irreguläre Geometrien); Behandlung der Kompressibilität (künstliche Kompressibilität, Druck-Geschwindigkeit-Dichtekopplung); Behandlung von Verdichtungsstößen (Total Variation Diminishing – Differenzverfahren); Randbedingungen (u. a. Druckrandbedingung, totale Zustandsbedingungen, supersonic outflow); Transitionsbehandlung; Turbulenzerfassung (u. a. statistische Turbulenzmodelle); Behandlung der wandnahen Gebiete bzw. Grenzschichten (Modellierung sowie exakte Behandlung)				
3	Qualifikationsziele / Lernergebnisse Nachdem die Studierenden die Lerneinheit erfolgreich abgeschlossen haben, sollten sie in der Lage sein: 1. Strömungsmechanische Transportgleichungen mittels numerischer Methoden zu diskretisieren. 2. Modelle der kompressiblen, turbulenten Umströmung für die in der Flugzeugaerodynamik relevanten Konfigurationen auszuwählen. 3. Die von den ausgewählten Modellen abhängigen Ergebnisse zu interpretieren, d.h. ihre Brauchbarkeit zu bestimmen.				
4	Voraussetzung für die Teilnahme Technische Strömungslehre und Numerische Berechnungsverfahren im Maschinenbau empfohlen.				
5	Prüfungsform Mündliche Prüfung 45 min				
6	Voraussetzung für die Vergabe von Leistungspunkten Bestehen der Prüfungsleistung				
7	Benotung <ul style="list-style-type: none"> • Fachprüfung (100%); Standard (Ziffernote) 				
8	Verwendbarkeit des Moduls WPB Master MB III (Wahlfächer aus Natur- und Ingenieurwissenschaft) WPB Master PST III (Fächer aus Natur- und Ingenieurwissenschaft für Papiertechnik)				
9	Literatur Vorlesungsfolien werden als PDF in der Vorlesung angeboten. ANDERSON, J. (1988): Aerodynamics, McGraw-Hill, NY. HIRSCH, Ch. (1988): Numerical Computation of Internal and External Flows I and II, John Wiley and Sons. CEBECI, T. (1999): An Engineering Approach to the Calculation of Aerodynamic Flow, Springer Verlag.				

	FERZIGER, J.H., PERIC, M.P. (1999): Computational Methods for Fluid Dynamics, Springer Verlag
10	Kommentar

Modulbeschreibung

Modulname					
Gestaltung von Mensch-Maschine-Schnittstellen					
Modul Nr. 16-21-5040	Leistungspunkte 4 CP	Arbeitsaufwand 120 h	Selbststudium 86 h	Moduldauer 1 Semester	Angebotssturnus WiSe
Sprache Deutsch			Modulverantwortliche Person Dr.-Ing. Frank Dammel		
1	Kurse des Moduls				
	Kurs Nr.	Kursname	Arbeitsaufwand (CP)	Lehrform	SWS
	16-21-5040-ue	Gestaltung von Mensch-Maschine-Schnittstellen	0	Übung	11 h (1 SWS)
	16-21-5040-vl	Gestaltung von Mensch-Maschine-Schnittstellen	0	Vorlesung	34 h (3 SWS)
2	Lerninhalt Fallbeispiele von Mensch-Maschine-Schnittstellen, systemtheoretische Grundlagen, Benutzer-modellierung, Mensch-Maschine-Interaktion, Interface-Design, Usability.				
3	Qualifikationsziele / Lernergebnisse Nachdem die Studierenden die Lerneinheit erfolgreich abgeschlossen haben, sollten sie in der Lage sein: <ol style="list-style-type: none">1. Die technische Entwicklung der Mensch-Maschine-Schnittstellen an Hand von Beispielen zu reflektieren.2. Mensch-Maschine-Schnittstellen in systemtheoretischer Terminologie zu beschreiben.3. Modelle der menschlichen Informationsverarbeitung sowie der in Zusammenhang stehenden Anwendungsproblematiken zu erklären.4. Produktentwicklungsprozesse nach der Norm DIN EN ISO 9241-210 (2011) menschenzentriert zu gestalten.5. Den Nutzungskontext eines Produktes zur Generierung von Nutzungsanforderungen zu analysieren.6. Die Kriterien der Leitlinien zur Gestaltung von Mensch-Maschine-Systemen anzuwenden.7. Die Gebrauchstauglichkeit von Produkten unter Verwendung von Usability-Methoden mit und ohne Nutzerbeteiligung zu beurteilen.				
4	Voraussetzung für die Teilnahme				
5	Prüfungsform Klausur 90 min				
6	Voraussetzung für die Vergabe von Leistungspunkten Bestehen der Prüfungsleistung				
7	Benotung <ul style="list-style-type: none">• Fachprüfung (100%); Standard (Ziffernote)				
8	Verwendbarkeit des Moduls WP Bachelor MB Bachelor Mechatronik				
9	Literatur Präsentation zur Veranstaltung (über www.arbeitswissenschaft.de)				

10

Kommentar

Modulbeschreibung

Modulname					
Werkstofftechnologie und -anwendung					
Modul Nr. 16-08-5040	Leistungspunkte 6 CP	Arbeitsaufwand 180 h	Selbststudium 146 h	Moduldauer 1 Semester	Angebotsturnus SoSe
Sprache Deutsch			Modulverantwortliche Person Prof. Dr.-Ing. M. Oechsner		
1	Kurse des Moduls				
	Kurs Nr.	Kursname	Arbeitsaufwand (CP)	Lehrform	SWS
	16-08-5040-vl	Werkstofftechnologie und -anwendung	0	Vorlesung	34 h (3 SWS)
2	Lerninhalt Die Werkstoffauswahl auf Basis des Pflichtenhefts: die Konkurrenz der Werkstoffe bei der Entscheidungsfindung. Betrachtet werden vor allem die Auswirkung von Komplexbeanspruchungen, sowie technologische und wirtschaftliche Gesichtspunkte auf die Werkstoffauswahl. Die Vorlesung behandelt vier Themengebiete mit den jeweiligen Schwerpunkten: 1. Werkstofftechnologie: Oberflächentechnik, Wärmebehandlung, Eigenspannungen und Randschichtverfestigung 2. Werkstoffe: Hochtemperaturwerkstoffe, Kunststoffe, Leichtmetallwerkstoffe, Werkzeugwerkstoffe, hochfeste Stahlwerkstoffe 3. Verbindungsarten: Schweißverbindungen, Schraubenverbindungen 4. Werkstoffpraxis: Schadensanalyse, Qualitätssicherung				
3	Qualifikationsziele / Lernergebnisse Nachdem die Studierenden die Lerneinheit erfolgreich abgeschlossen haben, sollten sie in der Lage sein: 1. Die Bedeutung der Bauteiloberflächen auf ihre Funktionalität zu evaluieren und zu klassifizieren. 2. Methoden der Wärmebehandlung von Stahlwerkstoffen mit ihren Wirkprinzipien und Auswirkungen auf die Werkstoffeigenschaften zu beschreiben. 3. Ursachen, Wirkungsweisen und Methoden zur Ermittlung von Eigenspannungen im Randschicht-bereich zu erklären. 4. Wesentliche Verfahren zur Modifikation bzw. Beschichtung einer Oberfläche im Hinblick auf ihre Wirkungsweise, die Anlagentechnik, den Schichtaufbau, sowie die Einsatzgrenzen zu beschreiben. 5. Die Klassen der Hochtemperaturwerkstoffe zu benennen, deren Einsatzbereiche zu kennen, sowie die Einsatzgrenzen darzustellen. 6. Beim Einsatz eines Kunststoffs grundsätzliche Prinzipien unter Berücksichtigung der chemischen Struktur und Aufbau der Molekülketten zu beachten. 7. Kunststofftypen für Bauteile unter dem Aspekt Kosten und Leistungsfähigkeit des Werkstoffs auszuwählen. 8. Die Herstellung der verschiedenen Leichtbauwerkstoffe und Legierungen zu beschreiben und die aus der Herstellung verursachten spezifischen Eigenschaften in ihrer Auswirkung zu differenzieren und auf die Anwendbarkeit zu beurteilen. 9. Schweißverfahren für bestimmte Anwendungen zu bewerten und auszuwählen. 10. Die Beeinflussung des Bauteils durch die Schweißung zu bewerten und nachträgliche Behandlungsmethoden (z.B. Wärmebehandlung) zur Verbesserung der Beanspruchbarkeit auszuwählen.				

	<p>11. Die grundlegende Vorgehensweise einer Schadensanalyse nach VDI 3822 zu erklären.</p> <p>12. Brucharten makroskopisch und mikrofraktographisch zu identifizieren.</p>
4	<p>Voraussetzung für die Teilnahme Grundlagenkenntnisse der in den Vorlesungsveranstaltungen Werkstoffkunde I und II vermittelten Inhalte empfohlen</p>
5	<p>Prüfungsform Mündliche Prüfung (45 min) oder Klausur (60 min)</p> <p>Wird zu Beginn der Veranstaltung abhängig von den Umständen (Anzahl der Studierenden, Pandemie etc.) bekanntgegeben</p>
6	<p>Voraussetzung für die Vergabe von Leistungspunkten Bestehen der Prüfungsleistung</p>
7	<p>Benotung</p> <ul style="list-style-type: none"> • Fachprüfung (100%); Standard (Ziffernote)
8	<p>Verwendbarkeit des Moduls WP Bachelor MB</p>
9	<p>Literatur M. Oechsner: Umdruck zur Vorlesung Werkstofftechnologie und -anwendung, Darmstadt, H.-J. Bargel, G. Schulz: Werkstoffkunde, Springer-Verlag E. Hornbogen: Werkstoffe, Springer-Verlag D. R. Askeland: Materialwissenschaften, Spektrum Akad. Verlag VDI Richtlinie 3822, Teile 1 und 2</p>
10	<p>Kommentar</p>

Modulbeschreibung

Modulname					
Methode der Finiten Elemente in der Wärmeübertragung					
Modul Nr. 16-14-5050	Leistungspunkte 4 CP	Arbeitsaufwand 120 h	Selbststudium 86 h	Moduldauer 1 Semester	Angebotsturnus WiSe
Sprache Deutsch			Modulverantwortliche Person Dr.-Ing. Frank Dammel		
1	Kurse des Moduls				
	Kurs Nr.	Kursname	Arbeitsaufwand (CP)	Lehrform	SWS
	16-14-5050-ue	Methode der Finiten Elemente in der Wärmeübertragung	0	Übung	1
	16-14-5050-vl	Methode der Finiten Elemente in der Wärmeübertragung	0	Vorlesung	2
2	Lerninhalt Einführung in die Methoden der Finiten Elemente, isoparametrische Elemente, Lagrange-Interpolationsfunktionen, Koordinatentransformation, numerische Integration, Zeitdiskretisierung, Wärmeleitung, erzwungene Konvektion, natürliche Konvektion, Strahlung, Berechnungen mit einem Finite-Elemente-Programm.				
3	Qualifikationsziele / Lernergebnisse Nachdem die Studierenden die Lerneinheit erfolgreich abgeschlossen haben, sollten sie in der Lage sein: 1. Die wesentlichen Schritte der Galerkin-Finite-Elemente-Methode (GFEM) zu erläutern 2. Die Galerkin-Finite-Elemente-Methode auf Kontinuitäts-, Navier-Stokes- und Energiegleichungen anzuwenden 3. Die isoparametrische Interpolation der Variablen mit verschiedenen Lagrange-Elementen abzuleiten 4. Selbstständig einfache Berechnungen mit dem in der Übung eingesetzten FEM-Programm durchzuführen 5. Die Ergebnisse von FEM-Berechnungen (aus dem Bereich Wärmeübertragung) zu interpretieren und kritisch zu beurteilen.				
4	Voraussetzung für die Teilnahme Grundkenntnisse in Wärmeübertragung und Mathematik				
5	Prüfungsform Mündliche Prüfung 30 min				
6	Voraussetzung für die Vergabe von Leistungspunkten Bestehen der Prüfungsleistung				
7	Benotung <ul style="list-style-type: none">Fachprüfung (100%); Standard (Ziffernote)				
8	Verwendbarkeit des Moduls PB Master MB III (Wahlfächer aus Natur- und Ingenieurwissenschaft) WPB Master PST III (Fächer aus Natur- und Ingenieurwissenschaft für Papiertechnik) CMPE				
9	Literatur Skript zur Vorlesung (über Moodle abrufbar) / Script (available via Moodle).				

	<p>Reddy, J. N.; Gartling, D. K.: The finite element method in heat transfer and fluid dynamics, CRC Press, 3rd edition, 2010.</p> <p>Schäfer, M.: Numerik im Maschinenbau, Springer Verlag, 1999.</p> <p>Baehr, H. D.; Stephan, K.: Wärme- und Stoffübertragung, Springer Verlag, 13. Auflage, 2006.</p> <p>Spurk, J. H.; Aksel, N.: Strömungslehre, Springer Verlag, 7. Auflage, 2007.</p> <p>COMSOL Multiphysics: User's Guide.</p>
10	Kommentar

Modulbeschreibung

Modulname					
Numerische Strömungssimulation					
Modul Nr. 16-19-5020	Leistungspunkte 6 CP	Arbeitsaufwand 180 h	Selbststudium 135 h	Moduldauer 1 Semester	Angebotsturnus WiSe
Sprache Deutsch			Modulverantwortliche Person Prof. Dr. rer. nat. Michael Schäfer		
1	Kurse des Moduls				
	Kurs Nr.	Kursname	Arbeitsaufwand (CP)	Lehrform	SWS
	16-19-5020-ue	Numerische Strömungssimulation	0	Übung	1
	16-19-5020-vl	Numerische Strömungssimulation	0	Vorlesung	3
2	Lerninhalt Grundlagen der kontinuumsmechanischen Strömungsmodellierung; numerische Gitter; Gittergenerierung; Finite-Volumen-Verfahren für komplexe Geometrien; Finite-Volumen-Verfahren für inkompressible Strömungen; Upwind-Verfahren; Flux-Blending; Druck-Korrektur-Verfahren; Berechnung turbulenter Strömungen; statistische Turbulenzmodellierung; k-eps-Modell; Lösung großer dünnbesetzter Gleichungssysteme; ILU-Verfahren; CG-Verfahren; Vorkonditionierung; Mehrgitterverfahren; paralleles Rechnen.				
3	Qualifikationsziele / Lernergebnisse Nachdem die Studierenden die Lerneinheit erfolgreich abgeschlossen haben, sollten sie in der Lage sein: 1. Die Grundlagen der kontinuumsmechanischen Strömungsmodellierung zu erläutern. 2. Die Eigenschaften numerischer Gitter zu erklären und Methoden zu deren Generierung anzuwenden. 3. Finite-Volumen-Verfahren für komplexe Geometrien anzuwenden. 4. Finite-Volumen-Verfahren auf die Gleichungen für inkompressible Strömungen anzuwenden. 5. Upwind-Verfahren, Flux-Blending-Verfahren und Druck-Korrektur-Verfahren zu beschreiben und deren Funktionalität zu erläutern. 6. Die Methoden zur Berechnung turbulenter Strömungen zu beschreiben und die Grundlagen der statistischen Turbulenzmodellierung zu erklären. 7. Die wichtigsten Verfahren zur Lösung großer dünnbesetzter linearer und nichtlinearer Gleichungssysteme zu erklären und deren Effizienz einzuschätzen. 8. Die Prinzipien von Mehrgitterverfahren und die Grundlagen des parallelen Rechnens zu beschreiben.				
4	Voraussetzung für die Teilnahme Numerische Mathematik und Numerische Simulationsmethoden empfohlen				
5	Prüfungsform Mündliche Prüfung 30 min				
6	Voraussetzung für die Vergabe von Leistungspunkten Bestehen der Prüfungsleistung				
7	Benotung				

	<ul style="list-style-type: none"> Fachprüfung (100%); Standard (Ziffernote)
8	<p>Verwendbarkeit des Moduls</p> <p>WPB Master MB II (Kernlehrveranstaltung aus dem Maschinenbau)</p> <p>Master MB II SP CEPE</p> <p>WPB Master PST III (Fächer aus Natur- und Ingenieurwissenschaft für Papiertechnik)</p> <p>Master Mechatronik, Master CE</p>
9	<p>Literatur</p> <p>Schäfer, Numerik im Maschinenbau, Springer, 1999; Übungen im WWW; Schäfer, Numerical Methods in Engineering, Springer, 2006</p>
10	<p>Kommentar</p>

Modulbeschreibung

Modulname					
Angewandte Strukturoptimierung					
Modul Nr. 16-19-5040	Leistungspunkte 4 CP	Arbeitsaufwand 120 h	Selbststudium 86 h	Moduldauer 1 Semester	Angebotsturnus WiSe
Sprache Deutsch			Modulverantwortliche Person Prof. Dr. rer. nat. Lothar Harzheim		
1	Kurse des Moduls				
	Kurs Nr.	Kursname	Arbeitsaufwand (CP)	Lehrform	SWS
	16-19-5040-ue	Angewandte Strukturoptimierung	0	Übung	1
	16-19-5040-vl	Angewandte Strukturoptimierung	0	Vorlesung	2
2	Lerninhalt Ziele der Strukturoptimierung; Mathematische Grundlagen: Extrema, Konvexität, Lagrange-Funktion und Multiplikatoren, Kuhn-Tucker-Bedingungen, Sattelpunkteigenschaften; Optimierungsverfahren: Gradientenverfahren, Approximationsverfahren, Response-Surface-Methoden, Optimalitätskriterien, Evolutionsstrategien; Optimierungsstrategien: Mehrzieloptimierung, multidisziplinäre Optimierung, Multilevel-Optimierung, Berücksichtigung der Streuung der Strukturparameter, Robust Design; Einbeziehung der Finite-Elemente-Methode in den Optimierungsprozess; Programme und Anwendungsbereiche, Wanddickenoptimierung, Gestaltsoptimierung, Topologieoptimierung.				
3	Qualifikationsziele / Lernergebnisse Nachdem die Studierenden die Lerneinheit erfolgreich abgeschlossen haben, sollten sie in der Lage sein: 1. Die Ziele der Strukturoptimierung und deren mathematische Grundlagen zu beschreiben. 2. Die Begriffe Extrema, Konvexität, Lagrange-Funktion und Multiplikatoren zu erklären und zu unterscheiden. 3. Die Kuhn-Tucker-Bedingungen und Sattelpunkteigenschaften zu beschreiben und deren Bedeutung zu erläutern. 4. Die Grundlagen von Gradientenverfahren, Approximationsverfahren, Response-Surface-Methoden, Optimalitätskriterien und Evolutionsstrategien zu wiederholen. 5. Strategien zur Mehrzieloptimierung, multidisziplinären Optimierung, Multilevel-Optimierung und zur Berücksichtigung der Streuung von Strukturparametern zu erläutern. 6. Finite-Elemente-Methode in den Optimierungsprozess einzubeziehen. 7. Wichtige Programme zur Strukturoptimierung zu benennen und wichtige Anwendungsbereiche für die Wanddickenoptimierung, die Gestaltsoptimierung und die Topologieoptimierung zu beschreiben.				
4	Voraussetzung für die Teilnahme Numerische Mathematik und Numerische Berechnungsverfahren empfohlen				
5	Prüfungsform Mündliche Prüfung 30 min				
6	Voraussetzung für die Vergabe von Leistungspunkten Bestehen der Prüfungsleistung				
7	Benotung				

	<ul style="list-style-type: none"> Fachprüfung (100%); Standard (Ziffernote)
8	Verwendbarkeit des Moduls WPB Master MB III (Wahlfächer aus Natur- und Ingenieurwissenschaft) WPB Master PST III (Fächer aus Natur- und Ingenieurwissenschaft für Papiertechnik) Master Mechatronik
9	Literatur Skript (erhältlich in Vorlesung); Schumacher, Optimierung mechanischer Strukturen, Springer, 2004
10	Kommentar

Modulbeschreibung

Modulname					
Weiterführende Methoden der Strömungssimulation					
Modul Nr. 16-19-5100	Leistungspunkte 4 CP	Arbeitsaufwand 120 h	Selbststudium 97 h	Moduldauer 1 Semester	Angebotsturnus SoSe
Sprache Deutsch und Englisch			Modulverantwortliche Person Prof. Dr. rer. nat. Michael Schäfer		
1	Kurse des Moduls				
	Kurs Nr.	Kursname	Arbeitsaufwand (CP)	Lehrform	SWS
	16-19-5100-vl	Weiterführende Methoden der Strömungssimulation	0	Vorlesung	2
2	Lerninhalt Einführung. Algebraische Mehrgitterverfahren. Simulation freier Oberflächen (Volume-of-Fluid / Level-Set Methoden). Simulation multi-physikalischer Probleme (z. B. Fluid-Struktur-Interaktion, Strömungssimulation mit Akustik). Ausgewählte weiterführende Kapitel (z. B. Lattice-Botzmann-Verfahren, alternative Diskretisierungsverfahren).				
3	Qualifikationsziele / Lernergebnisse Nachdem die Studierenden die Lerneinheit erfolgreich abgeschlossen haben, sollten sie in der Lage sein: 1. Die behandelten weiterführenden Methoden der numerischen Strömungssimulation zu beschreiben. 2. Die grundlegenden Prinzipien, Gleichungen und Eigenschaften der vorgestellten Methoden zu erklären. 3. Die behandelten weiterführenden Methoden hinsichtlich ihrer Vor- und Nachteile bei der Anwendung auf konkrete Strömungsprobleme richtig einzuschätzen.				
4	Voraussetzung für die Teilnahme Kenntnisse der Vorlesungsinhalte von "Numerische Strömungssimulation".				
5	Prüfungsform Mündliche Prüfung 25 min				
6	Voraussetzung für die Vergabe von Leistungspunkten Bestehen der Prüfungsleistung				
7	Benotung Fachprüfung (100%); Standard (Ziffernote)				
8	Verwendbarkeit des Moduls WPB Master MPE III (Wahlfächer aus Natur- und Ingenieurwissenschaft) WPB Master PST III (Fächer aus Natur- und Ingenieurwissenschaft für Papiertechnik)				
9	Literatur Hinweise zu Beginn der Vorlesung.				
10	Kommentar				

Modulbeschreibung

Modulname					
Systemtheorie und Regelungstechnik					
Modul Nr. 16-23-5010	Leistungspunkte 6 CP	Arbeitsaufwand 180 h	Selbststudium 112 h	Moduldauer 1 Semester	Angebotsturnus WiSe
Sprache Deutsch			Modulverantwortliche Person Prof. Dr.-Ing. Uwe Klingauf		
1	Kurse des Moduls				
	Kurs Nr.	Kursname	Arbeitsaufwand (CP)	Lehrform	SWS
	16-23-5010-gü	Systemtheorie und Regelungstechnik - Gruppenübung	0	Gruppenübung	2
	16-23-5010-hü	Systemtheorie und Regelungstechnik - Hörsaalübung	0	Hörsaalübung	1
	16-23-5010-vl	Systemtheorie und Regelungstechnik	0	Vorlesung	3
2	Lerninhalt Systembeschreibung und -analyse im Zeitbereich und Frequenzbereich; Übertragungsglieder, Synthese und Analyse von geschlossenen Regelkreisen; digitale Regelung, Mehrgrößenregelung.				
3	Qualifikationsziele / Lernergebnisse Nachdem die Studierenden die Lerneinheit erfolgreich abgeschlossen haben, sollten sie in der Lage sein: 1. Lineare Eingrößensysteme zu modellieren, zu analysieren und das Systemverhalten zu charakterisieren. 2. Einfache Regelkreise mit Standardmethoden hinsichtlich der Kriterien Stabilität und Performance auszulegen. 3. Weiterführende Methoden (nichtlineare Regelung, Mehrgrößensysteme) einzuordnen. 4. Zeitkontinuierliche Regler ins Diskrete zu transformieren und die auftretenden Effekte (z. B. Aliasing) zu erklären.				
4	Voraussetzung für die Teilnahme Vorkenntnisse in Mathematik (u. a. Aufstellen und Lösen von Differentialgleichungen) und in Technische Mechanik empfohlen.				
5	Prüfungsform Klausur 120 min				
6	Voraussetzung für die Vergabe von Leistungspunkten Bestehen der Prüfungsleistung				
7	Benotung <ul style="list-style-type: none"> • Fachprüfung (100%); Standard (Ziffernote) 				
8	Verwendbarkeit des Moduls Bachelor MB Pflicht Bachelor WI-MB				
9	Literatur Skript und weitere Unterlagen online zum Download. Matlab-Lizenz empfohlen.				

	Lunze: Regelungstechnik 1 + 2, Springer Verlag. Franklin; Powell: Feedback Control of Dynamic Systems, Addison-Wesley. Unbehauen: Regelungstechnik I und II, Vieweg.
10	Kommentar

Modulbeschreibung

Modulname					
Fundamentals of Navigation I					
Modul Nr. 16-23-5050	Leistungspunkte 4 CP	Arbeitsaufwand 120 h	Selbststudium 86 h	Moduldauer 1 Semester	Angebotsturnus SoSe
Sprache Englisch			Modulverantwortliche Person Prof. Dr.-Ing. Jürgen Beyer		
1	Kurse des Moduls				
	Kurs Nr.	Kursname	Arbeitsaufwand (CP)	Lehrform	SWS
	16-23-5050-ue	Fundamentals of Navigation I	0	Übung	1
	16-23-5050-vl	Fundamentals of Navigation I	0	Vorlesung	2
2	Lerninhalt Navigationsarten, Erdmodelle, Koordinatensysteme, Radionavigation, Grundlagen und Instrumente (ADF, VOR, DME, ILS), Koppelnavigation, Funktionsprinzip und Fehleranalyse, Satellitennavigation, Einführung in GPS, Signalaufbau und Messprinzip, Verminderung der Präzession (Dilution of Precision, DoP), Differential-GPS, Augmentation Systeme (RAIM, GIC, WAAS, LAAS, EGNOS).				
3	Qualifikationsziele / Lernergebnisse Nachdem die Studierenden die Lerneinheit erfolgreich abgeschlossen haben, sollten sie in der Lage sein: 1. Die Physik der Navigation auf der Erde zu erklären. 2. Die verwendeten Koordinatensysteme und möglichen Kartenprojektionen einzuordnen. 3. Die Verfahren der Radio-, Koppel- und Satellitennavigation hinsichtlich ihrer Performance und Einsatzmöglichkeiten zu beurteilen.				
4	Voraussetzung für die Teilnahme Empfohlen: Systemtheorie und Regelungstechnik				
5	Prüfungsform Mündliche Prüfung (in 3er-Gruppen) 60 min ~ 20 min / Person				
6	Voraussetzung für die Vergabe von Leistungspunkten Bestehen der Prüfungsleistung				
7	Benotung <ul style="list-style-type: none"> • Fachprüfung (100%); Standard (Ziffernote) 				
8	Verwendbarkeit des Moduls WPB Master MPE III (Wahlfächer aus Natur- und Ingenieurwissenschaft) WPB Master PST III (Fächer aus Natur- und Ingenieurwissenschaft für Papiertechnik) Master Mechatronik				
9	Literatur Vorlesungsskript verfügbar.				
10	Kommentar				

Modulbeschreibung

Modulname					
Fundamentals of Navigation II					
Modul Nr. 16-23-5060	Leistungspunkte 4 CP	Arbeitsaufwand 120 h	Selbststudium 86 h	Moduldauer 1 Semester	Angebotsturnus WiSe
Sprache Englisch			Modulverantwortliche Person Prof. Dr.-Ing. Jürgen Beyer		
1	Kurse des Moduls				
	Kurs Nr.	Kursname	Arbeitsaufwand (CP)	Lehrform	SWS
	16-23-5060-ue	Fundamentals of Navigation II	0	Übung	1
	16-23-5060-vl	Fundamentals of Navigation II	0	Vorlesung	2
2	Lerninhalt Inertialnavigation (Aufbau Strapdown-Algorithmus, Fehlermodell, Schulerschwingung, barometrische Höhenstützung, Ringlaserkreisellmodell und Funktionsweisen). Integrierte Navigation (Signalmittelung, Luenberger-Beobachter, Wiener-Filter, Kalman-Filter, Fehlerdetektion und -isolation, Open- und Closed-Loop-Konzept, Geländedatenbank basierte Verfahren). Navigation im Flugzeug (Aufbau und Struktur der Hybridnavigation, Navigationsdatenbank, Navigationsmodes im Flugzeug, Guidance and Control, 4D-Navigation, Required Time of Arrival). Anwendungen und Beispiele (Map Shifts, Koppelnavigation).				
3	Qualifikationsziele / Lernergebnisse Nachdem die Studierenden die Lerneinheit erfolgreich abgeschlossen haben, sollten sie in der Lage sein: 1. Die Verfahren der Inertialnavigation und der integrierten fehlertoleranten Navigation hinsichtlich ihrer Performance und Einsatzmöglichkeiten zu beurteilen. 2. Die Funktion und Einsatzmöglichkeiten von Flight Management Systemen zu beschreiben. 3. Die aktuelle Verfahren der Flugführung einzuordnen.				
4	Voraussetzung für die Teilnahme Grundlagen der Navigation I, Systemtheorie und Regelungstechnik empfohlen				
5	Prüfungsform Mündliche Prüfung (in 3er-Gruppen) 60 min ~ 20 min / Person				
6	Voraussetzung für die Vergabe von Leistungspunkten Bestehen der Prüfungsleistung				
7	Benotung <ul style="list-style-type: none"> • Fachprüfung (100%); Standard (Ziffernote) 				
8	Verwendbarkeit des Moduls WPB Master MB III (Wahlfächer aus Natur- und Ingenieurwissenschaft) WPB Master AE III Nat_Ing-Bereich WPB Master PST III (Fächer aus Natur- und Ingenieurwissenschaft für Papiertechnik) Master Mechatronik				

9	Literatur Vorlesungsskript verfügbar.
10	Kommentar

Modulbeschreibung

Modulname Forschungsseminar Angewandte Dynamik					
Modul Nr. 16-25-5110	Leistungspunkte 4 CP	Arbeitsaufwand 120 h	Selbststudium 90 h	Moduldauer 1 Semester	Angebotsturnus Jedes Semester
Sprache Deutsch			Modulverantwortliche Person Prof. Dr. Richard Markert		
1	Kurse des Moduls				
	Kurs Nr.	Kursname	Arbeitsaufwand (CP)	Lehrform	SWS
	16-25-5110-fs	Forschungsseminar Angewandte Dynamik	0	Forschungsseminar	2
2	Lerninhalt Aktuelle Aufgabenstellungen aus dem Fokus der anbietenden Fachgebiete und deren Randgebiete				
3	Qualifikationsziele / Lernergebnisse Der Studierende beherrscht die Grundlagen der wissenschaftlichen Arbeitsweise. Er kann sich selbstständig Zugang zu einem für ihn neuen Thema verschaffen und notwendige Informationen aus Datenbanken, Bibliotheken und von Dritten beschaffen. Der Student ist in der Lage, die ihm gestellte Aufgabe zu strukturieren und zeitlich zu organisieren. Neben der fachlichen Qualifikation in dem von ihm erarbeiteten Thema ist er in der Lage, die Ergebnisse in schriftlicher und mündlicher Form wissenschaftlich korrekt zu präsentieren sowie Themenbeiträge anderer Teilnehmer fachlich kritisch zu debattieren.				
4	Voraussetzung für die Teilnahme Spezifische Voraussetzungen werden vom anbietenden Fachgebiet bei der Aufgabenstellung angegeben				
5	Prüfungsform Modulabschlussprüfung: <ul style="list-style-type: none">• Modulprüfung (Fachprüfung, Sonderform, Standard)				
6	Voraussetzung für die Vergabe von Leistungspunkten				
7	Benotung Modulabschlussprüfung: <ul style="list-style-type: none">• Modulprüfung (Fachprüfung, Sonderform, Gewichtung: 100%, Standard)				
8	Verwendbarkeit des Moduls				
9	Literatur abhängig vom Themengebiet; wird vom Fachgebiet bekannt gegeben				
10	Kommentar				

Modulbeschreibung

Modulname					
Space Flight Mechanics					
Modul Nr. 16-25-5130	Leistungspunkte 6 CP	Arbeitsaufwand 180 h	Selbststudium 135 h	Moduldauer 1 Semester	Angebotsturnus WiSe
Sprache Englisch			Modulverantwortliche Person Dr. rer. nat. Markus Landgraf		
1	Kurse des Moduls				
	Kurs Nr.	Kursname	Arbeitsaufwand (CP)	Lehrform	SWS
	16-25-5130-ue	Space Flight Mechanics	0	Übung	1
	16-25-5130-vl	Space Flight Mechanics	0	Vorlesung	3
2	Lerninhalt Zentralbewegung, Zwei-Körper-Problem; Satellitenbahnen, Bahnelemente und ihre Störungen; Bemerkungen zum Drei-Körper-Problem; Drehbewegung der Satelliten; aktive und passive Stabilisierung, Nutationsdämpfer, Bahnwechselmanöver, interplanetare Missionen; das europäische Raumfahrtprogramm.				
3	Qualifikationsziele / Lernergebnisse Nachdem die Studierenden die Lerneinheit erfolgreich abgeschlossen haben, sollten sie in der Lage sein: 1. Die Flugbahn ungefesselter Raumflugkörper mittels geometrischer Analyse, Randwertproblem-definition, Parametrisierung, algebraischer und/oder numerischer Analyse zu bestimmen. 2. Die grundlegenden himmelsmechanischen Gesetze zu erläutern, wie die Anwendbarkeit und Beschränkungen der Keplerschen Gesetze und die Methoden der Störungsrechnung. 3. Die verschiedenen Möglichkeiten der Störung der idealen Bewegung und deren Einfluss auf den Raumflugkörper zu erklären und für das Missions-Design zu nutzen. 4. Die Probleme und die Möglichkeiten des erdnahen und interplanetaren Raumflugs zu beschreiben. 5. Die besondere Terminologie und Einheitensystematik der Raumfahrtmechanik zu benennen und zu verwenden. 6. Die aktuelle Projekte und Schwierigkeiten der Himmelsmechanik, insbesondere bei der Arbeit der europäischen Raumfahrtagentur, zu benennen.				
4	Voraussetzung für die Teilnahme				
5	Prüfungsform Schriftliche Endklausur (90 min.)				
6	Voraussetzung für die Vergabe von Leistungspunkten Bestehen der Prüfungsleistung				
7	Benotung <ul style="list-style-type: none">• Fachprüfung; Standard (Ziffernote)				
8	Verwendbarkeit des Moduls WPB Master MB III (Wahlfächer aus Natur- und Ingenieurwissenschaft) WPB Master AE III Nat_Ing-Bereich				

	WPB Master PST III (Fächer aus Natur- und Ingenieurwissenschaft für Papiertechnik) Mechatronik
9	Literatur Skriptum, erhältlich in der ersten Vorlesungsstunde
10	Kommentar

Modulbeschreibung

Modulname					
Nichtlineare Dynamik					
Modul Nr. 16-25-5160	Leistungspunkte 6 CP	Arbeitsaufwand 180 h	Selbststudium 135 h	Moduldauer 1 Semester	Angebotsturnus SoSe
Sprache Deutsch			Modulverantwortliche Person Prof. Dr.-Ing. Bernhard Schweizer		
1	Kurse des Moduls				
	Kurs Nr.	Kursname	Arbeitsaufwand (CP)	Lehrform	SWS
	16-25-5160-ue	Nichtlineare Dynamik	0	Übung	1
	16-25-5160-vl	Nichtlineare Dynamik	0	Vorlesung	3
2	Lerninhalt Einführung in die nichtlineare Dynamik; Stabilitätstheorie dynamischer Systeme; Bifurkationen stationärer Lösungen; Chaos;				
3	Qualifikationsziele / Lernergebnisse Nachdem die Studierenden die Lerneinheit erfolgreich abgeschlossen haben, sollten sie in der Lage sein: 1. Nichtlineare Phänomene dynamischer Systeme zu klassifizieren und zu beschreiben. 2. Stabilität von Gleichgewichtslösungen und von periodischen Lösungen zu berechnen. 3. Unterschiedliche Arten von Bifurkationen wiederzugeben. 4. Chaos zu identifizieren und die Wege ins Chaos zu beschreiben. 5. Nichtlineare dynamische Systeme mittels Stabilitäts- und Bifurkationstheorie zu untersuchen.				
4	Voraussetzung für die Teilnahme				
5	Prüfungsform Schriftliche Prüfung (120 min) oder mündliche Prüfung (30 min): Festlegung zu Vorlesungsbeginn Wird zu Beginn der Veranstaltung abhängig von den Umständen (Anzahl der Studierenden, Pandemie etc.) bekanntgegeben				
6	Voraussetzung für die Vergabe von Leistungspunkten Bestehen der Prüfungsleistung				
7	Benotung <ul style="list-style-type: none"> • Fachprüfung (100%); Standard (Ziffernote) 				
8	Verwendbarkeit des Moduls WPB Master MB III (Wahlfächer aus Natur- und Ingenieurwissenschaft) WPB Master PST III (Fächer aus Natur- und Ingenieurwissenschaft für Papiertechnik) Sonstige Studiengänge: WI/MB, Mechatronik, ETIT				

9	<p>Literatur</p> <p>[1] Hagedorn, P.: „Nichtlineare Schwingungen“, Akademische Verlagsgesellschaft, Wiesbaden, 1978.</p> <p>[2] Nayfeh, A.H.; Mook D.T.: „Nonlinear Oscillations“, Wiley-Interscience, Reprint Edition, 1995.</p> <p>[3] Argyris, J.; Faust, G.; Haase, M.: „An Exploration of Chaos“, North Holland, 1994.</p> <p>[4] Magnus, K.; Popp, K.; Sextro, W.: „Schwingungen: Physikalische Grundlagen und mathematische Behandlung von Schwingungen“, Springer Vieweg, Wiesbaden, 2013.</p> <p>[5] Greiner, W.: „Klassische Mechanik II“, Verlag Harri Deutsch, Frankfurt, 2008.</p> <p>[6] Schuster, H. G.: „Deterministisches Chaos: eine Einführung“, VCH, Weinheim, 1994.</p>
10	<p>Kommentar</p>

Modulbeschreibung

Modulname					
Zuverlässigkeit im Maschinenbau					
Modul Nr. 16-26-5020	Leistungspunkte 4 CP	Arbeitsaufwand 120 h	Selbststudium 97 h	Moduldauer 1 Semester	Angebotsturnus SoSe
Sprache Deutsch			Modulverantwortliche Person Prof. Dr.-Ing. Tobias Melz		
1	Kurse des Moduls				
	Kurs Nr.	Kursname	Arbeitsaufwand (CP)	Lehrform	SWS
	16-26-5020-vl	Zuverlässigkeit im Maschinenbau	0	Vorlesung	2
2	Lerninhalt Grundbegriffe, Kenngrößen und Standards der Zuverlässigkeitsanalyse; Grundlagen der Statistik, der Wahrscheinlichkeitstheorie, der Verteilungsfunktionen und des Hypothesentests; grafische und rechnerische Zuverlässigkeitsanalyse; Wechselwirkung von Belastung und Belastbarkeit; Planung von Zuverlässigkeitstest und Stichprobengenerierung.				
3	Qualifikationsziele / Lernergebnisse Nachdem die Studierenden die Lerneinheit erfolgreich abgeschlossen haben, sollten sie in der Lage sein: 1. Zuverlässigkeitstest zu planen und durchzuführen. 2. Zuverlässigkeitsdaten aus Experimenten zu bestimmen, zu analysieren und darzustellen. 3. Die statistischen Zusammenhänge der Wechselwirkung von Belastung und Belastbarkeit in Bezug auf die Beurteilung der Zuverlässigkeit zu deuten. 4. Eine graphische Zuverlässigkeitsanalyse anhand eines Weibullnetzes durchzuführen. 5. Statistische Schätzer zur rechnerischen Zuverlässigkeitsanalyse problembezogen anzuwenden. 6. Die jeweils geeignete Analyseform für ein definiertes Problem anhand der erlernten Vor- und Nachteile grafischer und rechnerischer Zuverlässigkeitsanalysen auszuwählen.				
4	Voraussetzung für die Teilnahme				
5	Prüfungsform Klausur 120 Min				
6	Voraussetzung für die Vergabe von Leistungspunkten Bestehen der Prüfungsleistung				
7	Benotung <ul style="list-style-type: none"> • Fachprüfung (100%); Standard (Ziffernote) 				
8	Verwendbarkeit des Moduls WP Bachelor MB				
9	Literatur Vorlesungsskript „Zuverlässigkeit im Maschinenbau“ Bertsche, B., Lechner, G.: Zuverlässigkeit im Fahrzeug- und Maschinenbau, Springer-Verlag, 2004				
10	Kommentar				

Modulbeschreibung

Modulname					
Mathematische Methoden in der Strömungsmechanik: Störungsrechnung					
Modul Nr. 16-64-3254	Leistungspunkte 6 CP	Arbeitsaufwand 180 h	Selbststudium 135 h	Moduldauer 1 Semester	Angebotsturnus WiSe
Sprache Deutsch			Modulverantwortliche Person Apl. Prof. Dr.-Ing. Yongqi Wang		
1	Kurse des Moduls				
	Kurs Nr.	Kursname	Arbeitsaufwand (CP)	Lehrform	SWS
	16-64-3254-ue	Mathematische Methoden in der Strömungsmechanik: Störungsrechnung	0	Übung	1
	16-64-3254-vl	Mathematische Methoden in der Strömungsmechanik: Störungsrechnung	0	Vorlesung	3
2	Lerninhalt Asymptotische Reihen und Entwicklungen; Anwendungen der regulären Störungsrechnung für gewählten Strömungsprobleme; Versagen der Poincare-Entwicklung; Methode der verzerrten Koordinaten; Renormalisierung; Methode der angepassten Koordinaten; Umströmung einer Kugel bzw. eines Zylinders bei kleinen Reynoldszahlen; Methode der Mehrfachskalierung; Umkehrpunkt-Probleme.				
3	Qualifikationsziele / Lernergebnisse Nachdem die Studierenden die Lerneinheit erfolgreich abgeschlossen haben, sollten sie in der Lage sein: 1. Die reguläre Störungsrechnung zur Lösung von Differentialgleichungen mit Parameter-Störung oder Koordinaten-Störung, insbesondere für Strömungsprobleme, zu erklären und anzuwenden. 2. Die Grenzen der regulären Störungsrechnung zu erkennen. 3. Bei Versagen der regulären Störungsrechnung für gegebene Differentialgleichungen alternative anpassende singuläre Störungsrechnungen auszuwählen und anzuwenden. 4. Zusammenhänge und Unterschiede verschiedener singulärer Störungsrechnungen, wie z.B. Methoden der verzerrten Koordinaten, der Renormalisierung, der Mehrfachskalierung zu erkennen.				
4	Voraussetzung für die Teilnahme Grundkenntnisse gewöhnlicher und partieller Differentialgleichungen und der entsprechenden Lösungsmethoden; Grundkenntnisse der Strömungslehre. Kenntnisse des Teils I dieser Lehrveranstaltung (Mathematische Methoden in der Strömungsmechanik: Exakte und Symmetrie-Methoden) sind nicht vorausgesetzt.				
5	Prüfungsform Mündliche Prüfung 30 min.				
6	Voraussetzung für die Vergabe von Leistungspunkten Bestehen der Prüfungsleistung				
7	Benotung <ul style="list-style-type: none"> • Fachprüfung (100%); Standard (Ziffernote) 				
8	Verwendbarkeit des Moduls WPB Master MB III (Wahlfächer aus Natur- und Ingenieurwissenschaft)				

	WPB Master PST III (Fächer aus Natur- und Ingenieurwissenschaft für Papiertechnik) Angewandte Mechanik
9	Literatur Vorlesungsskript / lecture notes; Nayfeh, A.H.: Perturbation Methods, John Wiley & Sons, 1975; Van Dyke, M.: Perturbation Methods in Fluid Mechanics, Parabolic Press, 1975.
10	Kommentar

Modulbeschreibung

Modulname					
High-Accuracy Methods for Computational Fluid Dynamics					
Modul Nr. 16-64-3264	Leistungspunkte 6 CP	Arbeitsaufwand 180 h	Selbststudium 135 h	Moduldauer 1 Semester	Angebotsturnus SoSe
Sprache Englisch			Modulverantwortliche Person Dr.-Ing. Florian Peter Kummer		
1	Kurse des Moduls				
	Kurs Nr.	Kursname	Arbeitsaufwand (CP)	Lehrform	SWS
	16-64-3264-ue	High-Accuracy Methods for Computational Fluid Dynamics	0	Übung	1
	16-64-3264-vl	High-Accuracy Methods for Computational Fluid Dynamics	0	Vorlesung	3
2	Lerninhalt Theorie: Motivation für Verfahren höherer Ordnung; stückweise Approximation durch Polynome; konservative Form von PDEs; Fluss-Formulierung, schwache Formulierung und Bilinearformen; numerische Flüsse; interior penalty für Probleme 2. Ordnung; Zeitdiskretisierung; Lösungsverfahren Rechnerübung: Implementierung von Lösern für mehrdimensionale skalare Probleme 1. und 2. Ordnung in einem gegebenen Framework; Experimentelle Untersuchung von Stabilität, Konvergenz, Konditionierung und Performanz				
3	Qualifikationsziele / Lernergebnisse Nachdem die Studierenden die Lerneinheit erfolgreich abgeschlossen haben, sollten sie in der Lage sein: 1. Die grundlegenden theoretischen Eigenschaften der Discontinuous Galerkin (DG) Diskretisierung (Stabilität, Konsistenz und Konvergenz) zu erklären 2. Die Anwendbarkeit und zu erwartende Effizienz von Verfahren höherer Ordnung für ein gegebenes Problem zu beurteilen 3. Problemstellungen in Form von partiellen Differentialgleichungen in die diskrete Form zu überführen und einfache Lösungsverfahren effizient zu implementieren 4. Numerische Simulationen auf Basis von DG durchzuführen, zu analysieren und zu bewerten 5. Aktuelle Fachartikel über DG Methoden zu analysieren				
4	Voraussetzung für die Teilnahme 1) Grundkenntnisse über gewöhnliche und partielle Differentialgleichungen 2) Vorlesung Numerische Berechnungsverfahren empfohlen 3) Elementare Programmierkenntnisse (z.B. MATLAB, C/C++, Java, C#) für Übung empfohlen				
5	Prüfungsform Mündliche Prüfung 30 min				
6	Voraussetzung für die Vergabe von Leistungspunkten Bestehen der Prüfungsleistung				
7	Benotung <ul style="list-style-type: none"> Fachprüfung (100%); Standard (Ziffernote) 				
8	Verwendbarkeit des Moduls WPB Master MB III (Wahlfächer aus Natur- und Ingenieurwissenschaft)				

	<p>WPB Master AE III Nat_Ing-Bereich</p> <p>WPB Master PST III (Fächer aus Natur- und Ingenieurwissenschaft für Papiertechnik)</p> <p>Master Computational Engineering</p> <p>Master Mechanik</p>
9	<p>Literatur</p> <p>Di Pietro, Ern: Mathematical aspects of discontinuous Galerkin methods. Springer, 2012 Toro: Riemann solvers and numerical methods for fluid dynamics. Springer, 2009</p> <p>Vorlesungsskript und weiteres Lernmaterial wird auf https://moodle.tu-darmstadt.de bereitgestellt</p> <p>Lecture notes and additional study material will be made available at https://moodle.tu-darmstadt.de</p>
10	<p>Kommentar</p>

Modulbeschreibung

Modulname					
Advanced Fluid Mechanics I					
Modul Nr. 16-64-5110	Leistungspunkte 6 CP	Arbeitsaufwand 180 h	Selbststudium 135 h	Moduldauer 1 Semester	Angebotsturnus WiSe
Sprache Englisch			Modulverantwortliche Person Prof. Dr.-Ing. Martin Oberlack		
1	Kurse des Moduls				
	Kurs Nr.	Kursname	Arbeitsaufwand (CP)	Lehrform	SWS
	16-64-5110-ue	Advanced Fluid Mechanics I	0	Übung	1
	16-64-5110-vl	Advanced Fluid Mechanics I	0	Vorlesung	3
2	Lerninhalt Grundgleichungen der inkompressiblen Strömungen (differenziell, integral, singuläre Phasengrenzfläche); Wirbeltransportgleichung; Schleichende Strömungen; Gleitlagertheorie; Einführung in die Grenzschichttheorie und singuläre Methoden; Laminare wandgebundene Grenzschichten; Freie Grenzschichten; Stabilität (turbulenter Umschlag); Einführung in die Turbulenz; Turbulente Grenzschichttheorie; Temperaturgrenzschichten; Mehrphasenströmungen.				
3	Qualifikationsziele / Lernergebnisse Nachdem die Studierenden die Lerneinheit erfolgreich abgeschlossen haben, sollten sie in der Lage sein: 1. Die Bilanzgleichungen für inkompressible Strömungen zu erklären. 2. Die Grundgleichungen für verschiedene Strömungsprobleme, wie z.B. schleichende Strömungen, Grenzschichtströmungen zu vereinfachen und anzuwenden. 3. Die Prandtlschen Grenzschichtgleichungen mittels der Navier-Stokes Gleichungen und der Störungsrechnung herzuleiten. 4. Die Lösungswege bei generischen Grenzschichtströmungen ausgehend von den Navier-Stokes Gleichungen zu erklären und die entsprechenden physikalischen Phänomene zu interpretieren. 5. Die Herleitung der Gleichungen für turbulente Strömungen zu erklären und für einfache Grenzschichtprobleme anzuwenden. 6. Die turbulenten Schließbedingungen und die Wandgesetze turbulenter Strömungen zu erklären 7. Probleme mehrphasiger Strömungen durch Bilanzgleichungen und Sprungbedingungen zu untersuchen.				
4	Voraussetzung für die Teilnahme Grundkenntnisse der Strömungsmechanik; Gewöhnliche und partielle Differentialgleichungen				
5	Prüfungsform Mündliche Prüfung, 30 Min				
6	Voraussetzung für die Vergabe von Leistungspunkten Bestehen der Prüfungsleistung				
7	Benotung <ul style="list-style-type: none"> • Fachprüfung (100%); Standard (Ziffernote) 				
8	Verwendbarkeit des Moduls				

	<p>WPB Master MB II (Kernlehrveranstaltung aus dem Maschinenbau)</p> <p>Master AE II Kernlehrveranstaltung</p> <p>WPB Master PST III (Fächer aus Natur- und Ingenieurwissenschaft für Papiertechnik)</p>
9	<p>Literatur</p> <p>Spurk: Strömungslehre (Springer); Schlichting und Gersten: Grenzschichttheorie, Verlag G. Braun, Karlsruhe 1980; Pope: Turbulent Flows, Cambridge University Press 2000.</p> <p>Vorlesungsskript</p>
10	<p>Kommentar</p>

Modulbeschreibung

Modulname					
Fortgeschrittene Strömungsmechanik II					
Modul Nr. 16-64-5120	Leistungspunkte 6 CP	Arbeitsaufwand 180 h	Selbststudium 135 h	Moduldauer 1 Semester	Angebotsturnus SoSe
Sprache Deutsch			Modulverantwortliche Person Apl. Prof. Dr.-Ing. Yongqi Wang		
1	Kurse des Moduls				
	Kurs Nr.	Kursname	Arbeitsaufwand (CP)	Lehrform	SWS
	16-64-5120-ue	Fortgeschrittene Strömungsmechanik II	0	Übung	1
	16-64-5120-vl	Fortgeschrittene Strömungsmechanik II	0	Vorlesung	3
2	Lerninhalt Grundgleichungen der inkompressiblen und kompressiblen Strömungen; Sprungbedingen auf singulären Flächen; Potentialströmungen; Stationäre und instationäre kompressible Strömungen; Senkrechte und bewegte Verdichtungsstöße; Kompressible Grenzschichten; Einführung in die Akustik; Strömungen viskoelastischer Fluide				
3	Qualifikationsziele / Lernergebnisse Nachdem die Studierenden die Lerneinheit erfolgreich abgeschlossen haben, sollten sie in der Lage sein: 1. Inkompressible und kompressible Strömungen differenziert zu beschreiben und Bilanzgleichungen zu erklären. 2. Sprungbedingungen bei Phasengrenzflächen und bei Verdichtungsstößen zu erstellen. 3. Strömungsprobleme idealer Fluide mit Potentialtheorie zu behandeln 4. Kompressible Strömungen zu berechnen und aufgaben mit Stoßwellen zu lösen 5. Kompressible Grenzschichtgleichungen herzuleiten 6. Ein grundlegendes Verständnis der akustischen Erscheinungen zu entwickeln 7. Verschiedene Modellierungen und Verhalten viskoelastischer Fluide zu verstehen				
4	Voraussetzung für die Teilnahme Empfohlen sind: 1) Grundkenntnisse der Strömungslehre; 2) Gewöhnliche und partielle Differentialgleichungen. Kenntnisse des Teils I dieser Lehrveranstaltung (Fortgeschrittene Strömungsmechanik I) sind nicht vorausgesetzt.				
5	Prüfungsform Mündliche Prüfung, 30 Min				
6	Voraussetzung für die Vergabe von Leistungspunkten Bestehen der Prüfungsleistung				
7	Benotung Fachprüfung (100%); Standard (Ziffernote)				
8	Verwendbarkeit des Moduls				

	<p>WPB Master MB III (Wahlfächer aus Natur- und Ingenieurwissenschaft)</p> <p>WPB Master PST III (Fächer aus Natur- und Ingenieurwissenschaft für Papiertechnik)</p> <p>Angewandte Mechanik</p>
9	<p>Literatur</p> <p>Hutter, K., and Wang, Y.: Fluid and Thermodynamics. Springer Verlag. Volume 1: Basic Fluid Mechanics (2016), Volume II: Advanced Fluid Mechanics and Thermodynamic Fundamentals (2016), Volume III: Structured and Multiphase Fluids (2018). Vorlesungsskript</p>
10	<p>Kommentar</p>

Modulbeschreibung

Modulname					
Introduction to Turbulence					
Modul Nr. 16-64-5130	Leistungspunkte 6 CP	Arbeitsaufwand 180 h	Selbststudium 135 h	Moduldauer 1 Semester	Angebotsturnus SoSe
Sprache Englisch			Modulverantwortliche Person Prof. Dr.-Ing. Martin Oberlack		
1	Kurse des Moduls				
	Kurs Nr.	Kursname	Arbeitsaufwand (CP)	Lehrform	SWS
	16-64-5130-ue	Introduction to Turbulence	0	Übung	1
	16-64-5130-vl	Introduction to Turbulence	0	Vorlesung	3
2	Lerninhalt Ursachen der Turbulenz (Einführung in die lineare Stabilitätstheorie); Einführung in die Turbulenz und ihre statistische Beschreibung; Reynoldssche Zerlegung, Filterung und gemittelte Grundgleichung; Korrelationsgleichung (Ein- und Mehrpunkt); Isotrope Turbulenz und die von Karman-Howarth Gleichung; turbulenter Decay; Turbulente Längenskalen; Kolmogorovsche Theorie; Energiespektrum; weitere Theorien isotroper Turbulenz (Intermittenz); turbulente wandgebundene Grenzschichten; Skalengesetze in der Turbulenz; reibungsfreie Strömungen; turbulente Strömungen mit Ablösungen.				
3	Qualifikationsziele / Lernergebnisse Nachdem die Studierenden die Lerneinheit erfolgreich abgeschlossen haben, sollten sie in der Lage sein: 1. Die Gesetzmäßigkeiten zur statistischen Beschreibung von Turbulenz, basierend auf den Navier-Stokes Gleichungen, zu kennen. 2. Zentrale Definitionen für turbulente Parameter wie Längen- und Zeitmaße auszudrücken. 3. Die Herleitung der Kolmogorovsche Theorie und die turbulente Energiespektren sowie Erweiterungen für höhere Korrelationen zu erklären. 4. Die Herleitung der Zwei- und Mehr-Punkt Korrelationsgleichungen zu erklären. 5. Eine Vielzahl klassischer Strömungsformen z.B. wandnahe oder freie turbulente Strömungen zu unterscheiden und diese unter Angabe der jeweiligen Skalengesetze zu skizzieren. 6. Bei den Modellierungskonzepten der verschiedenen RANS Konzepte die unterschiedlichen Modellklassen zu kennen, sie anhand ihrer Vor- und Nachteile zu unterscheiden sowie die zentralen Modellierungskonzepte zu skizzieren und zu erläutern. 7. Die wesentlichen Ideen der Large-Eddy Simulation anhand von Gleichungen zu erläutern und die Vorteile aufzeigen sowie eine Abgrenzung zu den RANS Modellen vornehmen zu können. 8. Die Möglichkeiten und Grenzen bei allen Berechnungsmethoden gegeneinander abgrenzen zu können.				
4	Voraussetzung für die Teilnahme Empfohlen: 1) Technische Strömungslehre oder Grundkenntnisse der Strömungslehre 2) Gewöhnliche und partielle Differentialgleichungen				
5	Prüfungsform Mündliche Prüfung 30 min				

6	Voraussetzung für die Vergabe von Leistungspunkten Bestehen der Prüfungsleistung
7	Benotung <ul style="list-style-type: none"> • Fachprüfung (100%); Standard (Ziffernote)
8	Verwendbarkeit des Moduls WPB Master MB II (Kernlehrveranstaltung aus dem Maschinenbau) Master AE II Kernlehrveranstaltung WPB Master PST III (Fächer aus Natur- und Ingenieurwissenschaft für Papiertechnik)
9	Literatur Pope: Turbulent Flows, Cambridge University press 2000; Davidson: Turbulence: an introduction for scientist and engineers; Tenenkes and Lumley: A first Course in turbulence; Tsinober: An informal introduction to turbulence; Rotta: Turbulente Strömungen, Teubner Verlag 1972; Vorlesungsskript
10	Kommentar

Modulbeschreibung

Modulname					
Mehrphasenströmungen					
Modul Nr. 16-64-5220	Leistungspunkte 6 CP	Arbeitsaufwand 180 h	Selbststudium 135 h	Moduldauer 1 Semester	Angebotsturnus WiSe
Sprache Deutsch			Modulverantwortliche Person Apl. Prof. Dr.-Ing. Yongqi Wang		
1	Kurse des Moduls				
	Kurs Nr.	Kursname	Arbeitsaufwand (CP)	Lehrform	SWS
	16-64-5220-ue	Mehrphasenströmungen	0	Übung	1
	16-64-5220-vl	Mehrphasenströmungen	0	Vorlesung	3
2	Lerninhalt Kinematik; Kontinuumsmechanische Modellierung der Bilanzaussagen für unvermischbare Mehrphasenströmungen mit Phasengrenzflächen; Sprungbedingungen und Transportgleichungen auf den Phasengrenzflächen; Partikelbeladene Strömungen mit der Euler-Langrange Beschreibung; Bilanzgleichungen für vermischbare Mehrkomponentenmischungen; Diffusionsprozesse, einfache Anwendungsbeispiele.				
3	Qualifikationsziele / Lernergebnisse Nachdem die Studierenden die Lerneinheit erfolgreich abgeschlossen haben, sollten sie in der Lage sein: 1. Die fundamentalen Bilanzgleichungen zur kontinuumsmechanischen Beschreibung von unvermischbaren Mehrphasenströmungen mit Phasengrenzflächen, partikelbeladenen Strömungen und vermischbaren Mehrkomponentenmischungen zu erklären und die damit verbundene Strömungsphysik zu erfassen und zu erläutern. 2. Die mathematische Beschreibung und Modellbildung von Mehrphasen- und Mehrkomponentenströmungen auf einfache Problemstellungen aus diesen Bereichen anzuwenden. 3. Das Verhalten der unvermischbaren Mehrphasenströmungen und der Mischungen für einfache Anwendungen anhand von Bilanzgleichungen zu erklären. 4. Die Grenzen der verschiedenen Modellierungsmethoden zu erkennen.				
4	Voraussetzung für die Teilnahme 1) Technische Strömungslehre oder Grundkenntnisse der Strömungslehre empfohlen 2) Gewöhnliche und partielle Differentialgleichungen 3) Kontinuumsmechanik (vorteilhaft, aber nicht zwingend vorausgesetzt)				
5	Prüfungsform Mündliche Prüfung 30 min				
6	Voraussetzung für die Vergabe von Leistungspunkten Bestehen der Prüfungsleistung				
7	Benotung • Fachprüfung (100%); Standard (Ziffernote)				
8	Verwendbarkeit des Moduls WPB Master MB III (Wahlfächer aus Natur- und Ingenieurwissenschaft)				

	WPB Master PST III (Fächer aus Natur- und Ingenieurwissenschaft für Papiertechnik)
9	Literatur Vorlesungsskript
10	Kommentar

Modulbeschreibung

Modulname					
Mathematische Methoden in der Strömungsmechanik: Exakte und Symmetrie-Methoden					
Modul Nr. 16-64-5230	Leistungspunkte 6 CP	Arbeitsaufwand 180 h	Selbststudium 135 h	Moduldauer 1 Semester	Angebotsturnus SoSe
Sprache Deutsch			Modulverantwortliche Person Prof. Dr.-Ing. Martin Oberlack		
1	Kurse des Moduls				
	Kurs Nr.	Kursname	Arbeitsaufwand (CP)	Lehrform	SWS
	16-64-5230-ue	Mathematische Methoden in der Strömungsmechanik: Exakte und Symmetrie-Methoden	0	Übung	1
	16-64-5230-vl	Mathematische Methoden in der Strömungsmechanik: Exakte und Symmetrie-Methoden	0	Vorlesung	3
2	Lerninhalt Grundgleichungen der inkompressiblen Strömungsmechanik; Beispiele exakter Lösungen der Navier-Stokes Gleichungen; Einführung in den mathematischen Symmetriebegriff; Theorie der Lie-Gruppen; Lies 1. und 2. Hauptsatz; Dimensionsanalyse; Invarianz von Differentialgleichungen; Lie-Algorithmus zur Bestimmung von Symmetrien; invariante Lösungen nicht linearer partieller Differentialgleichungen; Direkte Konstruktionsmethode von Erhaltungssätzen in Divergenzform.				
3	Qualifikationsziele / Lernergebnisse Nachdem die Studierenden die Lerneinheit erfolgreich abgeschlossen haben, sollten sie in der Lage sein: 1. Die Komplexität der Navier-Stokes Gleichungen für verschiedene einfache Strömungsprobleme zu vereinfachen und exakte Lösungen zu erzielen. 2. Die analytische Theorie, basierend auf Lie Symmetrien, zur Lösung gewöhnlicher und partieller Differentialgleichungen, speziell für Strömungsprobleme, zu beschreiben und anzuwenden. 3. Symmetrie und Invarianz gegebener Differentialgleichungen anhand der Theorie der Lie-Gruppen zu analysieren. 4. Potentielle lokale Erhaltungssätze von Differentialgleichungen mit Hilfe der Direkten Konstruktionsmethode zu entwickeln.				
4	Voraussetzung für die Teilnahme Grundkenntnisse der Mathematik; Grundkenntnisse der Strömungslehre.				
5	Prüfungsform Mündliche Prüfung 30 min.				
6	Voraussetzung für die Vergabe von Leistungspunkten Bestehen der Prüfungsleistung				
7	Benotung <ul style="list-style-type: none"> Fachprüfung (100%); Standard (Ziffernote) 				
8	Verwendbarkeit des Moduls WPB Master MB III (Wahlfächer aus Natur- und Ingenieurwissenschaft)				

	WPB Master PST III (Fächer aus Natur- und Ingenieurwissenschaft für Papiertechnik) Angewandte Mechanik
9	Literatur Vorlesungsskript; Bluman, Kumei: Symmetries and Differential equations, Springer Verlag, 1996; Stephani: Differentialgleichungen, Symmetrien und Lösungsmethoden, Spektrum Akademischer Verlag, 1994; Cantwell: Introduction to Symmetrie Analysis, Cambridge University Press, 2002; Bluman, G.W., Cheviakov, A.F., and Anco, S.C.: Applications of Symmetry Methods to Partial Differential Equations. Applied Mathematical Sciences Vol. 168. Springer 2010.
10	Kommentar

Modulbeschreibung

Modulname					
Seminar Strömungsmechanik, Kontinuumsmechanik und geophysikalische Mechanik					
Modul Nr. 16-64-617b	Leistungspunkte 3 CP	Arbeitsaufwand 90 h	Selbststudium 60 h	Moduldauer 1 Semester	Angebotsturnus Jedes Semester
Sprache Deutsch			Modulverantwortliche Person Prof. Dr.-Ing. Martin Oberlack		
1	Kurse des Moduls				
	Kurs Nr.	Kursname	Arbeitsaufwand (CP)	Lehrform	SWS
	16-64-5170-se	Seminar Strömungsmechanik, Kontinuumsmechanik und geophysikalische Mechanik	0	Seminar	2
2	Lerninhalt Vorstellung von laufenden wissenschaftlichen Arbeiten und/oder Bearbeiten eines wissenschaftlichen Textes in Strömungsmechanik und/oder Kontinuumsmechanik.				
3	Qualifikationsziele / Lernergebnisse Nachdem die Studierenden die Lerneinheit erfolgreich abgeschlossen haben, sollten sie in der Lage sein: 1. Literatur und Datenbanken hinsichtlich der Problemstellung zu sichten und auszuwerten. 2. Die Arbeitsphasen selbständig zu strukturieren und zeitlich zu organisieren. 3. Die Ergebnisse in schriftlicher und mündlicher Form wissenschaftlich korrekt zu präsentieren 4. Themenbeiträge anderer Teilnehmer fachübergreifend und fachlich kritisch zu debattieren.				
4	Voraussetzung für die Teilnahme Grundkenntnisse in Mathematik und Mechanik.				
5	Prüfungsform Modulabschlussprüfung: <ul style="list-style-type: none">• Modulprüfung (Studienleistung, Studienleistung, Standard) Schriftliche Ausarbeitung und mündliche Prüfung (Präsentation und Diskussion) 30 min.				
6	Voraussetzung für die Vergabe von Leistungspunkten Bestehen der Prüfungsleistung				
7	Benotung Modulabschlussprüfung: <ul style="list-style-type: none">• Modulprüfung (Studienleistung, Studienleistung, Gewichtung: 100%, Standard)				
8	Verwendbarkeit des Moduls Master Mechanik				
9	Literatur Literaturhinweise werden ausgegeben.				
10	Kommentar				

Modulbeschreibung

Modulname					
Modeling of Turbulent Flows					
Modul Nr. 16-71-3024	Leistungspunkte 8 CP	Arbeitsaufwand 240 h	Selbststudium 172 h	Moduldauer 1 Semester	Angebotsturnus SoSe
Sprache Englisch			Modulverantwortliche Person Prof. Dr.-Ing. Christian Hasse		
1	Kurse des Moduls				
	Kurs Nr.	Kursname	Arbeitsaufwand (CP)	Lehrform	SWS
	16-71-3024-ue	Modeling of Turbulent Flows	0	Übung	2
	16-71-3024-vl	Modeling of Turbulent Flows	0	Vorlesung	4
2	Lerninhalt Kontinuumsmechanik (Transportgleichungen), Grundlagen der Turbulenz (Eigenschaften, Zeit und Längenskalen, mathematische Grundlagen, spektrale Sichtweise), statistische Turbulenzmodellierung (RANS), Direkte Numerische Simulation, Grobstruktur-Simulation (Filterungsoperationen, Modellierung, Modellauswahl).				
3	Qualifikationsziele / Lernergebnisse Nachdem die Studierenden die Lerneinheit erfolgreich abgeschlossen haben, sollten sie in der Lage sein: <ol style="list-style-type: none"> 1. Transiente Strömungsphänomene und Erscheinungsformen der Turbulenz zu beschreiben. 2. Die mathematischen Grundlagen und Kennzahlen der Turbulenz zu erläutern. 3. Die beschreibenden Gleichungen sowie ihre Modellierungsformen herzuleiten und anhand grundlegender Strömungstypen zu interpretieren. 4. Die wichtigsten technischen Strömungstypen zu erkennen und zu charakterisieren. 5. Die Dynamik turbulenter Strömungen sowie ihre beschreibenden mathematischen Methoden zu erläutern. 6. Die grundlegenden Modelle der modernen Strömungsberechnungsprogramme zu erläutern, korrekt anzuwenden und die Ergebnisse zu bewerten. 7. Die Auflösungsbedingungen der Direkten Numerischen Simulation zu erklären und die damit verbundenen Anforderungen an Hochleistungsrechner abzuschätzen. 8. Die Grundlagen und Modellierungsansätze der Grobstruktursimulation zu erläutern und anzuwenden. 				
4	Voraussetzung für die Teilnahme Vorlesung Technische Strömungslehre empfohlen				
5	Prüfungsform Klausur 90 min oder mündliche Prüfung 20 min Wird zu Beginn der Veranstaltung abhängig von den Umständen (Anzahl der Studierenden, Pandemie etc.) bekanntgegeben				
6	Voraussetzung für die Vergabe von Leistungspunkten Bestehen der Prüfungsleistung				

7	Benotung <ul style="list-style-type: none"> • Fachprüfung (100%); Standard (Ziffernote)
8	Verwendbarkeit des Moduls WPB Master MB II (Kernlehrveranstaltung aus dem Maschinenbau) Master AE II Kernlehrveranstaltung Master MB II SP CEPE WPB Master PST III (Wahlfächer aus Natur- und Ingenieurwissenschaft)
9	Literatur Vorlesungsfolien und eine deutsche Aufzeichnung der Vorlesung werden in Moodle bereitgestellt. Weiterführende Literatur wird in der Vorlesung erläutert.
10	Kommentar

Modulbeschreibung

Modulname					
Technische Verbrennung I					
Modul Nr. 16-71-3033	Leistungspunkte 8 CP	Arbeitsaufwand 240 h	Selbststudium 184 h	Moduldauer 1 Semester	Angebotsturnus WiSe
Sprache Deutsch			Modulverantwortliche Person Prof. Dr.-Ing. Christian Hasse		
1	Kurse des Moduls				
	Kurs Nr.	Kursname	Arbeitsaufwand (CP)	Lehrform	SWS
	16-71-3033-ue	Technische Verbrennung I	0	Übung	1
	16-71-3033-vl	Technische Verbrennung I	0	Vorlesung	4
2	Lerninhalt Brennstoffe (Beispiele und Eigenschaften); Schadstoffe (Bildung und Wirkung); Physikalische Grundlagen (Thermodynamik und Erhaltungsgleichungen); Chemische Grundlagen (chemisches Gleichgewicht und Reaktionskinetik); Aktuelle Forschungsthemen (Experiment und Modellierung); Flammentypen (nicht-vorgemischte, vorgemischte und partiell vorgemischte Flammen); Turbulenz (Grundlagen und Modelle)				
3	Qualifikationsziele / Lernergebnisse Nachdem die Studierenden die Lerneinheit erfolgreich abgeschlossen haben, sollten sie in der Lage sein: 1. Beispiele und Eigenschaften unterschiedlicher Brennstoffe zu nennen. 2. relevante Schadstoffe zu benennen, diese technischen Anwendungen zuzuordnen und deren Wirkung auf Mensch und Umwelt zu beschreiben. 3. Fundamentalgleichungen der Thermodynamik für ideale Gase sowie Gasgemische zu erläutern. 4. Die Definition der Zustandsgröße Entropie und die Gibbs'sche Fundamentalgleichung wiederzugeben. 5. Die adiabate Verbrennungstemperatur für konstante Wärmekapazität berechnen zu können. 6. Grundtypen von Reaktionsgleichungen zu nennen und Reaktionsgeschwindigkeiten (Vor- und Rückwärtsreaktionen) zu beschreiben. 7. Erhaltungsgleichungen mathematisch zu beschreiben und Eigenschaften jedes Terms zu erläutern. 8. Eigenschaften und Charakteristiken unterschiedlicher Flammentypen zu erklären, charakteristische Kenngrößen für laminare sowie turbulente Flammen zu berechnen und experimentelle Messmethoden zu beschreiben. 9. Gebräuchliche Modelle der turbulenten Verbrennung zu beschreiben und turbulente Strömungen anhand von Längen- und Zeitskalen zu charakterisieren. 10. Ergebnisse numerischer Verbrennungsmodelle mit der Programmiersprache Python zu erzeugen, darzustellen und zu interpretieren.				
4	Voraussetzung für die Teilnahme Technische Thermodynamik 1, Technische Thermodynamik 2, Technische Strömungslehre empfohlen				
5	Prüfungsform Mündliche Prüfung (30 min) oder Klausur (90 min)				

	Wird zu Beginn der Veranstaltung abhängig von den Umständen (Anzahl der Studierenden, Pandemie etc.) bekanntgegeben
6	Voraussetzung für die Vergabe von Leistungspunkten Bestehen der Prüfungsleistung
7	Benotung <ul style="list-style-type: none"> • Fachprüfung (100%); Standard (Ziffernote)
8	Verwendbarkeit des Moduls WP Bachelor MB
9	Literatur Lehrunterlagen können über den Moodle Kurs heruntergeladen werden
10	Kommentar

Modulbeschreibung

Modulname					
Introduction to the Finite Element Method					
Modul Nr. 16-73-5030	Leistungspunkte 6 CP	Arbeitsaufwand 180 h	Selbststudium 135 h	Moduldauer 1 Semester	Angebotsturnus WiSe
Sprache Englisch (und Deutsch)			Modulverantwortliche Person Prof. Dr. rer. nat. Oliver Weeger		
1	Kurse des Moduls				
	Kurs Nr.	Kursname	Arbeitsaufwand (CP)	Lehrform	SWS
	16-73-5030-ue	Introduction to the Finite Element Method	0	Übung	1
	16-73-5030-vl	Introduction to the Finite Element Method	0	Vorlesung	3
2	Lerninhalt Grundlegende Konzepte der Diskretisierung und Approximation; Mathematische Modellierung mit partiellen Differentialgleichungen (Wärmeleitung, Elastizität, Fluidmechanik, Elektromagnetismus); Starke & schwache Formulierung von PDGen (Variationsprinzip, Prinzip der virtuellen Arbeit, Ritz- & Galerkin-Verfahren, Methode der gewichteten Residuen); Isoparametrische Elementformulierungen, Ansatzfunktionen und Koordinatentransformationen; Numerische Integration und Assemblierung; Lösung dünn besetzter linearer Gleichungssysteme; Lineare Kontinuums-elemente in der Strukturmechanik (Stab-, Balken-, 2D- und 3D-Elemente); Randbedingungen (Dirichlet, von Neumann, gemischt); Mathematische Grundlagen der FEM und Konvergenzanalyse; h- & p-Verfeinerungen, Fehlerschätzer und Adaptivität; Locking-Phänomene, gemischte Methoden und reduzierte Integration				
3	Nachdem die Studierenden die Lerneinheit erfolgreich abgeschlossen haben, sollten sie in der Lage sein: 1. Die Grundlagen der mathematischen Modellierung von kontinuumsmechanischen und -physikalischen Prinzipien mittels partieller Differentialgleichungen zu erläutern 2. Schwache Formulierungen von PDGen herzuleiten 3. Primäre Feldvariablen mittels des Galerkin-Ansatzes zu diskretisieren 4. Isoparametrische Finite Elemente Ansätze zu beschreiben und mittels linearer Ansatzfunktionen zu formulieren 5. Elementweise und globale Steifigkeitsmatrizen und Lastvektoren für einfache Finite Element-Typen zu assemblieren 6. Verschiebungs-, Kraft- und gemischte Randbedingungen anzubringen 7. Finite Elemente Analyse bezüglich Verschiebungen und Spannungen aufzubereiten und zu interpretieren 8. Elementformulierungen für 1D, 2D und 3D linear elastische Analysen zu erläutern				
4	Voraussetzung für die Teilnahme Technische Mechanik, Numerische Mathematik und Numerische Berechnungsverfahren empfohlen				
5	Prüfungsform Schriftliche Prüfung (90 min) oder mündliche Prüfung (30 min) Wird zu Beginn der Veranstaltung abhängig von den Umständen (Anzahl der Studierenden, Pandemie etc.) bekanntgegeben				
6	Voraussetzung für die Vergabe von Leistungspunkten Bestehen der Prüfungsleistung				
7	Benotung Fachprüfung (100%); Standard (Ziffernote)				
8	Verwendbarkeit des Moduls WPB Master MB II (Kernlehrveranstaltung aus dem Maschinenbau)				

	<p>Master PST WPB III (Fächer aus Natur- und Ingenieurwissenschaft für Papiertechnik)</p> <p>Master Computational Engineering</p> <p>Master Mechanik</p> <p>Master Mechatronik</p> <p>Master ETiT MFT</p>
9	<p>Literatur</p> <p>K.-J. Bathe: Finite Element Procedures. K.J. Bathe, Watertown, MA, 2nd edition, 2014</p> <p>B. Szabó & I. Babuška: Introduction to Finite Element Analysis: Formulation, Verification and Validation. John Wiley & Sons, 2011</p> <p>T.J.R. Hughes: The Finite Element Method: Linear Static and Dynamic Finite Element Analysis. Dover Publications, 2012</p>
10	<p>Kommentar</p>

Modulbeschreibung

Modulname					
Maschinendynamik					
Modul Nr. 16-98-4094	Leistungspunkte 6 CP	Arbeitsaufwand 180 h	Selbststudium 135 h	Moduldauer 1 Semester	Angebotsturnus WiSe
Sprache Deutsch			Modulverantwortliche Person Prof. Dr.-Ing. Tobias Melz		
1	Kurse des Moduls				
	Kurs Nr.	Kursname	Arbeitsaufwand (CP)	Lehrform	SWS
	16-98-4094-hü	Maschinendynamik	0	Hörsaalübung	1
	16-98-4094-vl	Maschinendynamik	0	Vorlesung	3
2	Lerninhalt				
	<p>Mechanische Schwingungssysteme im Maschinenbau. Aufgaben der Höheren Maschinendynamik. Elemente (Parameter) schwingungsfähiger mechanischer Maschinen und Strukturen. Modellbildung und Bewegungsgleichungen von schwingungsfähigen Maschinen und Strukturen mit linearem Übertragungsverhalten.</p> <p>Eingangs-Ausgangsbeziehungen, Signale von Erregungen und Schwingungen im Zeit- und Frequenzbereich. Eigenschwingungen linearer SDOF- und MDOF-Systeme, Eigenwerte und Eigenvektoren, Orthogonalität. Erzwungene Schwingungen linearer SDOF- und MDOF-Systeme infolge unterschiedlicher Erregungen. Einfluss von (multiphysikalischen) Interaktionen (Struktur, Fluid, elektrische und magnetische Felder) auf das Schwingungsverhalten.</p> <p>Schwingungsüberwachung und Diagnose. Maßnahmen zur Schwingungsberuhigung. Schwinger mit verteilten Parametern (Schwingungen von Kontinua) und nichtlineare Schwingungen. Anwendungsbeispiele der Maschinendynamik in verschiedenen Bereichen des Maschinenbaus</p>				
3	Qualifikationsziele / Lernergebnisse				
	<p>Nachdem die Studierenden die Lerneinheit erfolgreich abgeschlossen haben, sollten sie in der Lage sein:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Grundlegende Probleme der Maschinen- und Strukturmechanik zu bearbeiten und Lösungen zu finden. 2. Reale Systeme von schwingungsfähigen Maschinen und Strukturen zu modellieren und die Bewegungsgleichungen nach den Gesetzen der Mechanik zu formulieren. 3. Die dynamischen Eigenschaften (Eigenfrequenzen, Dämpfungsverhalten, Schwingungsformen) von Maschinen und Strukturen zu ermitteln und zu analysieren. 4. Erzwungene Schwingungen (Systemantworten) von Maschinen und Strukturen infolge von unterschiedlichen Anregungen zu berechnen und die Lösungen zu interpretieren. 5. Experimentelle Untersuchungen von Schwingungssystemen (Frequenzgänge, Systemidentifikation, Modale Analyse) grundlegend zu verstehen, zu planen und zu bewerten. 6. Vorschläge für die Schwingungsüberwachung und Diagnose an Maschinen zu erarbeiten. 7. Maßnahmen zur Schwingungsberuhigung vorzuschlagen und anzuwenden. 				
4	Voraussetzung für die Teilnahme				
	Technische Mechanik I bis III (Statik, Elastomechanik, Dynamik) und Mathematik I bis III empfohlen.				
5	Prüfungsform				

	<ul style="list-style-type: none"> • Abschlussklausur 150 min
6	Voraussetzung für die Vergabe von Leistungspunkten Bestehen der Prüfungsleistung
7	Benotung Fachprüfung (100%); Standard (Ziffernote)
8	Verwendbarkeit des Moduls Master MB Ia Grundlagen Master MB SP FAS WPB Ia Pflicht WPB Master PST III (Fächer aus Natur- und Ingenieurwissenschaft für Papiertechnik) WI/MB, Master Mechatronik
9	Literatur Markert, R.: „Strukturdynamik“, Shaker, 2013. Dresig, H.; Holzweißig, F.: „Maschinendynamik“, 10. Auflage, Springer, 2011. Gasch, R.; Nordmann, R.: „Rotordynamik“, 2. Auflage, Springer, 2005. Dresig, H.: „Schwingungen mechanischer Antriebssysteme“, Springer 2001. Fischer, U.; Stephan, W.: „Mechanische Schwingungen“, 3. Auflage, Fachbuchverlag Leipzig, 1993.
10	Kommentar

Modulbeschreibung

Modulname					
Systemdynamik und Regelungstechnik II					
Modul Nr. 18-ad-1010	Leistungspunkte 7 CP	Arbeitsaufwand 210 h	Selbststudium 135 h	Moduldauer 1 Semester	Angebotsturnus Sommersemester
Sprache Deutsch			Modulverantwortliche Person Prof. Dr.-Ing. Jürgen Adamy		
1	Kurse des Moduls				
	Kurs Nr.	Kursname	Arbeitsaufwand (CP)	Lehrform	SWS
	18-ad-1010-ue	Systemdynamik und Regelungstechnik II	0	Übung	2
	18-ad-1010-vl	Systemdynamik und Regelungstechnik II	0	Vorlesung	3
2	Lerninhalt Wichtigste behandelte Themenbereiche sind: 1. Wurzelortskurvenverfahren (Konstruktion und Anwendung), 2. Zustandsraumdarstellung linearer Systeme (Systemdarstellung, Zeitlösung, Steuerbarkeit, Beobachtbarkeit, Zustandsregler, Beobachter)				
3	Qualifikationsziele / Lernergebnisse Studierende können nach erfolgreichem Abschluss des Moduls: 1. Wurzelortskurven erzeugen und analysieren 2. das Konzept des Zustandsraumes und dessen Bedeutung für lineare Systeme erklären 3. die Systemeigenschaften Steuerbarkeit und Beobachtbarkeit benennen und gegebene System daraufhin untersuchen 4. verschiedenen Reglerentwurfsverfahren im Zustandsraum benennen und anwenden 5. nichtlineare Systeme um einen Arbeitspunkt linearisieren.				
4	Voraussetzung für die Teilnahme Empfohlen: Systemdynamik und Regelungstechnik I				
5	Prüfungsform Modulabschlussprüfung: • Modulprüfung (Fachprüfung, Klausur, Dauer: 180 Min., Standard BWS)				
6	Voraussetzung für die Vergabe von Leistungspunkten Bestehen der Modulabschlussprüfung				
7	Benotung Modulabschlussprüfung: • Modulprüfung (Fachprüfung, Klausur, Gewichtung: 100 %)				
8	Verwendbarkeit des Moduls B.Sc. etit, B.Sc. iST, B.Sc. MEC, B.Sc. WI-etit, M.Sc. etit, M.Sc. MedTec, M.Sc. WI-etit				

9	Literatur Adamy: Systemdynamik und Regelungstechnik II, Shaker Verlag (erhältlich im FG-Sekretariat)
10	Kommentar

Modulbeschreibung

Modulname					
Programmierung in der Automatisierungstechnik (C/C++)					
Modul Nr. 18-ad-1020	Leistungspunkte 3 CP	Arbeitsaufwand 90 h	Selbststudium 60 h	Moduldauer 1 Semester	Angebotsturnus Wintersemester
Sprache Deutsch			Modulverantwortliche Person Prof. Dr.-Ing. Jürgen Adamy		
1	Kurse des Moduls				
	Kurs Nr.	Kursname	Arbeitsaufwand (CP)	Lehrform	SWS
	18-ad-1020-ue	Programmierung in der Automatisierungstechnik (C/C++)	0	Übung	1
	18-ad-1020-vl	Programmierung in der Automatisierungstechnik (C/C++)	0	Vorlesung	1
2	Lerninhalt Makefiles, Kompilator, Zahlensysteme und Zahlendarstellung, C - Programmierung: Strukturen in C (Variablen und Typen, Funktionen und Operatoren, strukturierte Datentypen und Kontrollstrukturen), Arrays und Strings, Pointerarithmetik, dynamische Speicherverwaltung, Entwicklungsumgebung und Debugger; C++ : Konzept der objektorientierten Programmierung, Klassen, Überladen/Überschreiben von Funktionen, Methoden und Operatoren				
3	Qualifikationsziele / Lernergebnisse Studierenden können nach erfolgreichem Abschluss des Moduls: 1. makefiles erstellen und benutzen, 2. Kenntnisse über Zahlensysteme und interne Zahlendarstellung vorweisen, 3. die Syntax und Funktionalität von Standard-C-Konstrukten verstehen und einsetzen, 4. den Einsatz von Pointern erklären und durchführen, 5. Speicherbedarf von Variablen während der Laufzeit des Programms festlegen (dynamische Speicherverwaltung) 6. das Konzept der objektorientierten Programmierung in C++ erklären und einsetzen, mit abstrakten Datentypen (Klassen) arbeiten.				
4	Voraussetzung für die Teilnahme				
5	Prüfungsform Modulabschlussprüfung: • Modulprüfung (Fachprüfung, Klausur, Dauer: 90 Min., Standard BWS)				
6	Voraussetzung für die Vergabe von Leistungspunkten Bestehen der Modulabschlussprüfung				
7	Benotung Modulabschlussprüfung:				

	<ul style="list-style-type: none">• Modulprüfung (Fachprüfung, Klausur, Gewichtung: 100 %)
8	Verwendbarkeit des Moduls B.Sc. etit, B.Sc. MEC, B.Sc. MedTec, B.Sc. WI-etit
9	Literatur Folien zur Vorlesung
10	Kommentar

Modulbeschreibung

Modulname					
Systemdynamik und Regelungstechnik III					
Modul Nr. 18-ad-2010	Leistungspunkte 4 CP	Arbeitsaufwand 120 h	Selbststudium 75 h	Moduldauer 1 Semester	Angebotsturnus Wintersemester
Sprache Deutsch			Modulverantwortliche Person Prof. Dr.-Ing. Jürgen Adamy		
1	Kurse des Moduls				
	Kurs Nr.	Kursname	Arbeitsaufwand (CP)	Lehrform	SWS
	18-ad-2010-ue	Systemdynamik und Regelungstechnik III	0	Übung	1
	18-ad-2010-vl	Systemdynamik und Regelungstechnik III	0	Vorlesung	2
2	Lerninhalt Behandelt werden: <ol style="list-style-type: none"> 1. Grundlagen nichtlinearer Systeme, 2. Grenzyklen und Stabilitätskriterien, 3. nichtlineare Regelungen für lineare Regelstrecken, 4. nichtlineare Regelungen für nichtlineare Regelstrecken, 5. Beobachter für nichtlineare Regelkreise 				
3	Qualifikationsziele / Lernergebnisse Studierende können nach erfolgreichem Abschluss des Moduls: <ol style="list-style-type: none"> 1. die grundsätzlichen Unterschiede zwischen linearen und nichtlinearen Systemen benennen, 2. nichtlineare Systeme auf Grenzyklen hin testen 3. verschiedene Stabilitätsbegriffe benennen und Ruhelagen auf Stabilität hin untersuchen, 4. Vor- und Nachteile nichtlinearer Regler für lineare Strecken nennen, 5. verschiedene Regleransätze für nichtlineare Systeme nennen und anwenden, 6. Beobachter für nichtlineare Strecken entwerfen. 				
4	Voraussetzung für die Teilnahme Empfohlen: Systemdynamik und Regelungstechnik II				
5	Prüfungsform Modulabschlussprüfung: <ul style="list-style-type: none"> • Modulprüfung (Fachprüfung, Klausur, Dauer: 180 Min., Standard BWS) 				
6	Voraussetzung für die Vergabe von Leistungspunkten Bestehen der Modulabschlussprüfung				
7	Benotung Modulabschlussprüfung: <ul style="list-style-type: none"> • Modulprüfung (Fachprüfung, Klausur, Gewichtung: 100 %) 				

8	Verwendbarkeit des Moduls M.Sc. etit, M.Sc. MEC, M.Sc. MedTec, M.Sc. WI-etit
9	Literatur Adamy: Systemdynamik und Regelungstechnik III (erhältlich im FG-Sekretariat)
10	Kommentar

Modulbeschreibung

Modulname					
Fuzzy-Logik, Neuronale Netze und Evolutionäre Algorithmen					
Modul Nr. 18-ad-2020	Leistungspunkte 4 CP	Arbeitsaufwand 120 h	Selbststudium 75 h	Moduldauer 1 Semester	Angebotsturnus Wintersemester
Sprache Deutsch			Modulverantwortliche Person Prof. Dr.-Ing. Jürgen Adamy		
1	Kurse des Moduls				
	Kurs Nr.	Kursname	Arbeitsaufwand (CP)	Lehrform	SWS
	18-ad-2020-ue	Fuzzy-Logik, Neuronale Netze und Evolutionäre Algorithmen	0	Übung	1
	18-ad-2020-vl	Fuzzy-Logik, Neuronale Netze und Evolutionäre Algorithmen	0	Vorlesung	2
2	Lerninhalt Fuzzy-Systeme: Grundlagen, regelbasierte Fuzzy-Logik, Entwurfsverfahren, Entscheidungsfindung, Fuzzy-Regelung, Mustererkennung, Diagnose; Neuronale Netze: Grundlagen, Multilayer-Perzeptrons, Radiale-Basisfunktionen-Netze, Mustererkennung, Identifikation, Regelung, Interpolation und Approximation; Neuro-Fuzzy: Optimierung von Fuzzy-Systemen, datengetriebene Regelgenerierung; Evolutionäre Algorithmen: Optimierungsaufgaben, Evolutionsstrategien und deren Anwendung, Genetische Algorithmen und deren Anwendung				
3	Qualifikationsziele / Lernergebnisse Studierende können nach erfolgreichem Abschluss des Moduls: <ul style="list-style-type: none"> • die Elemente und Standardstruktur von Fuzzy- Logik-Systemen, Neuronalen Netzen und Evolutionären Algorithmen nennen, • die Vor- und Nachteile der einzelnen Operatoren, die in diesen Systemen der Computational Intelligence vorkommen, in Bezug auf eine Problemlösung benennen, • erkennen, wann sich die Hilfsmittel der Computational Intelligence zur Problemlösung heranziehen lassen, • die gelernten Algorithmen in Computerprogramme umsetzen, • die gelernten Standardmethoden erweitern, um neue Probleme zu lösen. 				
4	Voraussetzung für die Teilnahme				
5	Prüfungsform Modulabschlussprüfung: <ul style="list-style-type: none"> • Modulprüfung (Fachprüfung, Klausur, Dauer: 90 Min., Standard BWS) 				
6	Voraussetzung für die Vergabe von Leistungspunkten Bestehen der Modulabschlussprüfung				
7	Benotung Modulabschlussprüfung: <ul style="list-style-type: none"> • Modulprüfung (Fachprüfung, Klausur, Gewichtung: 100 %) 				
8	Verwendbarkeit des Moduls				

	B.Sc. WI-etit, M.Sc. etit, M.Sc. iST, M.Sc. WI-etit
9	Literatur Adamy: Fuzzy Logik, Neuronale Netze und Evolutionäre Algorithmen, Shaker Verlag (erhältlich im FG-Sekretariat)
10	Kommentar

Modulbeschreibung

Modulname					
Evolutionäre Systeme - Von der Biologie zur Technik					
Modul Nr. 18-ad-2050	Leistungspunkte 3 CP	Arbeitsaufwand 90 h	Selbststudium 60 h	Moduldauer 1 Semester	Angebotsturnus Sommersemester
Sprache Deutsch			Modulverantwortliche Person Prof. Dr.-Ing. Jürgen Adamy		
1	Kurse des Moduls				
	Kurs Nr.	Kursname	Arbeitsaufwand (CP)	Lehrform	SWS
	18-ad-2050-v1	Evolutionäre Systeme - Von der Biologie zur Technik	0	Vorlesung	2
2	Lerninhalt Theorie der biologischen Evolution, Grundlagen Genetik, Populationsgenetik, Wachstumsmodelle, Evolutionäre Algorithmen, Anwendungen, DNA computing, Artificial Life, Theorie evolutionärer Algorithmen, Optimierungsverfahren, multi-kriterielle Optimierung, Metamodelle, Co-evolution, genetische Codierung, Repräsentationen evol. Algorithmen, Entwicklungs- und Wachstumsprozesse, Selbstadaptation				
3	Qualifikationsziele / Lernergebnisse Studierende können nach erfolgreichem Abschluss des Moduls: 1. die Grundlagen biologischer Evolution auf systemischer Ebene verstehen, 2. die Grundlagen auf technische Problemlösungen (evolutionäre Algorithmen) übertragen, 3. die übertragenen Erkenntnisse zur Lösung schwieriger Optimierungsprobleme anwenden, 4. Einblick in die Möglichkeiten und Schwierigkeiten interdisziplinärer Forschung (Natur- und Ingenieurwissenschaften) gewinnen.				
4	Voraussetzung für die Teilnahme Empfohlen: Grundlagen der Mathematik. Umgang mit dem Computer.				
5	Prüfungsform Modulabschlussprüfung: • Modulprüfung (Fachprüfung, Mündliche Prüfung, Dauer: 30 Min., Standard BWS)				
6	Voraussetzung für die Vergabe von Leistungspunkten Bestehen der Modulabschlussprüfung				
7	Benotung Modulabschlussprüfung: • Modulprüfung (Fachprüfung, Mündliche Prüfung, Gewichtung: 100 %)				
8	Verwendbarkeit des Moduls M.Sc. WI-etit				
9	Literatur • D.J. Futuyama: Evolutionary Biology. W. Henning, Genetik, Springer Verlag • D.B. Fogel: Evolutionary Computation, IEEE Press				

	<ul style="list-style-type: none">• I. Rechenberg: Evolutionsstrategie '94• H.-P. Schwefel: Evolution and Optimum Seeking
10	Kommentar

Modulbeschreibung

Modulname					
Praktikum Regelungstechnik II					
Modul Nr. 18-ad-2060	Leistungspunkte 5 CP	Arbeitsaufwand 150 h	Selbststudium 90 h	Moduldauer 1 Semester	Angebotsturnus Wintersemester
Sprache Deutsch			Modulverantwortliche Person Prof. Dr.-Ing. Jürgen Adamy		
1	Kurse des Moduls				
	Kurs Nr.	Kursname	Arbeitsaufwand (CP)	Lehrform	SWS
	18-ad-2060-pr	Praktikum Regelungstechnik II	0	Praktikum	4
2	Lerninhalt In diesem Praktikum werden die Grundlagen der folgenden Versuche erarbeitet und anschließend durchgeführt und dokumentiert: Verkoppelte Regelung eines Helikopters, Nichtlineare Regelung eines Gyroskops, Nichtlineare Mehrgrößenregelung eines Flugzeugs, Regelung von Servoantrieben, Regelung einer Verladebrücke, Speicherprogrammierbare Steuerung eines Mischprozesses				
3	Qualifikationsziele / Lernergebnisse Die Studierenden können nach erfolgreichem Abschluss des Moduls: 1. die Grundlagen der Versuche nennen, 2. sich mit Hilfsmaterial in ein neues Themengebiet einarbeiten, 3. Versuchsaufbauten nach Anleitung zusammenstellen, 4. Experimente durchführen, 5. die Relevanz der Versuchsergebnisse bezüglich ihrer Vergleichbarkeit mit theoretischen Vorhersagen einschätzen, 6. die Versuchsergebnisse protokollieren und präsentieren.				
4	Voraussetzung für die Teilnahme Empfohlen: Systemdynamik und Regelungstechnik II, der parallele Besuch der Veranstaltung Systemdynamik und Regelungstechnik III				
5	Prüfungsform Modulabschlussprüfung: • Modulprüfung (Studienleistung, Mündliche/schriftliche Prüfung, Standard BWS) Bericht (einschließlich Abgabe von Quellcode) und/oder Präsentation und/oder mündliche Prüfung (25 Minuten) und/oder Kolloquium (Testat), jedoch nie mehr als zwei daraus. Die Art der Prüfung wird zu Beginn der Lehrveranstaltung bekannt gegeben.				
6	Voraussetzung für die Vergabe von Leistungspunkten Bestehen der Modulabschlussprüfung				
7	Benotung Modulabschlussprüfung:				

	<ul style="list-style-type: none"> • Modulprüfung (Studienleistung, Mündliche/schriftliche Prüfung, Gewichtung: 100 %)
8	Verwendbarkeit des Moduls M.Sc. etit, M.Sc. iST, M.Sc. WI-etit
9	Literatur Adamy: Versuchsanleitungen (erhältlich am Einführungstreffen)
10	Kommentar

Modulbeschreibung

Modulname					
Projektseminar Robotik und Computational Intelligence					
Modul Nr. 18-ad-2070	Leistungspunkte 8 CP	Arbeitsaufwand 240 h	Selbststudium 180 h	Moduldauer 1 Semester	Angebotsturnus Sommersemester
Sprache Deutsch			Modulverantwortliche Person Prof. Dr.-Ing. Jürgen Adamy		
1	Kurse des Moduls				
	Kurs Nr.	Kursname	Arbeitsaufwand (CP)	Lehrform	SWS
	18-ad-2070-pj	Projektseminar Robotik und Computational Intelligence	0	Projektseminar	4
2	Lerninhalt In dieser Vorlesung werden die folgenden Kenntnisse vermittelt: <u>Industrieroboter</u> 1. Typen und Anwendungen 2. Geometrie und Kinematik 3. Dynamisches Modell 4. Regelung von Industrierobotern <u>Mobile Roboter</u> 1. Typen und Anwendungen 2. Sensoren 3. Umweltkarten und Kartenaufbau 4. Bahnplanung Parallel zu diesen einführenden Vorlesungen sind konkrete Projekte vorgesehen, in denen das Gelernte in Kleingruppen zum Einsatz gebracht werden kann.				
3	Qualifikationsziele / Lernergebnisse Die Studierenden können nach Besuch des Moduls: <ol style="list-style-type: none"> 1. die elementaren Bausteine eines Industrieroboters benennen, 2. die dynamischen Gleichungen für Roboterbewegungen aufstellen und für die Beschreibung eines gegebenen Roboters nutzen, 3. Standardprobleme und Lösungsansätze für diese Probleme aus der mobilen Robotik nennen, 4. ein kleines Projekt planen, 5. den Arbeitsaufwand innerhalb einer Projektgruppe aufteilen, 6. nach Zusatzinformationen über das Projekt suchen, 7. eigene Ideen zur Lösung der anstehenden Probleme in dem Projekt entwickeln, 8. die Ergebnisse in einem wissenschaftlichen Text darstellen und 9. die Ergebnisse in einem Vortrag präsentieren. 				
4	Voraussetzung für die Teilnahme				
5	Prüfungsform Modulabschlussprüfung:				

	<ul style="list-style-type: none"> • Modulprüfung (Studienleistung, Mündliche/schriftliche Prüfung, Standard BWS Bericht und/oder Präsentation. Die Art der Prüfung wird zu Beginn der Lehrveranstaltung bekannt gegeben.
6	Voraussetzung für die Vergabe von Leistungspunkten Bestehen der Modulabschlussprüfung
7	Benotung Modulabschlussprüfung: <ul style="list-style-type: none"> • Modulprüfung (Studienleistung, Mündliche/schriftliche Prüfung, Gewichtung: 100 %)
8	Verwendbarkeit des Moduls M.Sc. etit, M.Sc. MEC, M.Sc. MedTec, M.Sc. WI-etit
9	Literatur Adamy: Skript zur Vorlesung (erhältlich im FG-Sekretariat)
10	Kommentar

Modulbeschreibung

Modulname					
Bildverarbeitung für Ingenieure - Grundlagen der bildgestützten Mess- und Automatisierungstechnik					
Modul Nr. 18-ad-2090	Leistungspunkte 3 CP	Arbeitsaufwand 90 h	Selbststudium 60 h	Moduldauer 1 Semester	Angebotsturnus Wintersemester
Sprache Deutsch			Modulverantwortliche Person Prof. Dr.-Ing. Jürgen Adamy		
1	Kurse des Moduls				
	Kurs Nr.	Kursname	Arbeitsaufwand (CP)	Lehrform	SWS
	18-ad-2090-v1	Bildverarbeitung für Ingenieure - Grundlagen der bildgestützten Mess- und Automatisierungstechnik	0	Vorlesung	2
2	Lerninhalt A Grundlagen <ul style="list-style-type: none"> • Szenenrepräsentation 2D und 3D Geometrie • Bildaufnahme – Projektive Geometrie – Kamerakalibrierung • Beleuchtung und Störeinflüsse • Bildrepräsentation - Diskrete 2D Signale – Separabilität, Abtastung – Transformation, Interpolation – Faltung, Korrelation – Diskrete Fourier Transformation B Grundlagen der Bildanalyse <ul style="list-style-type: none"> • Filter – Grundlagen 2D Filterentwurf – Lineare Filter – Nichtlineare Filter • Bildzerlegung – Multiskalenrepräsentation – Pyramiden – Filterbanken • Bildmerkmale – Strukturtensor – Momente, Histogramme, HoG 				
3	Qualifikationsziele / Lernergebnisse Das Modul vermittelt nach erfolgreichem Abschluss mathematische Grundlagen, die zur Bearbeitung von ingenieurtechnischen Bildverarbeitungsproblemen benötigt werden. Der Schwerpunkt liegt dabei auf den Grundlagen, die für den Einsatz von Bildverarbeitungssystemen in Zusammenhang mit Mess- und Automatisierungsaufgaben relevant sind. Anwendungen finden sich unter anderem auf den Gebieten der bildbasierten Qualitätskontrolle, der visuellen Robotik, der Photogrammetrie, der visuellen Odometrie, der bildgestützten Fahrerassistenz usw. Ziel ist es, den Studierenden ein gutes Verständnis für die Zusammenhänge zwischen dreidimensionaler Welt und zweidimensionalem Abbild einer Kamera zu vermitteln und ihnen aufzuzeigen, welche Möglichkeiten bestehen, sich Informationen der Welt aus den Daten einer Bildaufnahme zu erzeugen, wie beispielsweise Lage oder Typ von Objekten. Dazu werden verschiedene Modellansätze vorgestellt und deren Eigenschaften besprochen, damit beurteilt werden kann, für welchen technischen Einsatz und unter welchen Bedingungen die jeweiligen Verfahren nutzbar gemacht werden können.				

4	Voraussetzung für die Teilnahme
5	<p>Prüfungsform Modulabschlussprüfung:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Modulprüfung (Fachprüfung, Mündliche/schriftliche Prüfung, Dauer: 90 Min., Standard BWS) <p>Die Prüfung erfolgt durch eine Klausur (Dauer: 90 Min.). Falls absehbar ist, dass sich weniger als 10 Studierende anmelden, erfolgt die Prüfung mündlich (Dauer: 30 Min.). Die Art der Prüfung wird zu Beginn der Lehrveranstaltung bekannt gegeben.</p>
6	<p>Voraussetzung für die Vergabe von Leistungspunkten Bestehen der Modulabschlussprüfung</p>
7	<p>Benotung Modulabschlussprüfung:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Modulprüfung (Fachprüfung, Mündliche/schriftliche Prüfung, Gewichtung: 100 %)
8	<p>Verwendbarkeit des Moduls M.Sc. WI-etit</p>
9	<p>Literatur Folien zur Vorlesung: jeweils in der Vorlesung oder von der Webseite, Übungsblätter und matlab-code zu den Übungen. Vertiefende Literatur</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Yi Ma, Stefano Soatto, Jana Kosecka und Shankar S. Sastry, An Invitation to 3-D Vision - From Images to Geometric Models, Springer, 2003. 2. Richard Hartley and Andrew Zisserman, Multiple View Geometry in Computer Vision, Second Edition, Cambridge University Press, 2004. 3. Karl Kraus, Photogrammetrie, Band 1 Geometrische Informationen aus Photographien und Laserscanneraufnahmen 7. Auflage, de Gruyter Lehrbuch, 2004. 4. Christopher M. Bishop, Pattern Recognition and Machine Learning, Springer 2006. 5. Bernd Jähne, Digitale Bildverarbeitung, 6. Auflage, 2005.
10	Kommentar

Modulbeschreibung

Modulname					
Machine Learning und Deep Learning in der Automatisierungstechnik					
Modul Nr. 18-ad-2100	Leistungspunkte 3 CP	Arbeitsaufwand 90 h	Selbststudium 60 h	Moduldauer 1 Semester	Angebotsturnus Sommersemester
Sprache Deutsch			Modulverantwortliche Person Prof. Dr.-Ing. Jürgen Adamy		
1	Kurse des Moduls				
	Kurs Nr.	Kursname	Arbeitsaufwand (CP)	Lehrform	SWS
	18-ad-2100-vl	Machine Learning und Deep Learning in der Automatisierungstechnik	0	Vorlesung	2
2	Lerninhalt				
	<ul style="list-style-type: none"> • Konzepte des Machine Learning • Lineare Verfahren • Support Vector Machines • Bäume und Ensembles • Training und Bewertung • Unüberwachtes Lernen • Neuronale Netze und Deep Learning • Faltende Neuronale Netze (CNNs) • CNN-Anwendungen • Rekurrente Neuronale Netze (RNNs) 				
3	Qualifikationsziele / Lernergebnisse				
	<p>Nach Abschluss des Moduls haben die Studierenden einen breiten und praxisnahen Überblick über das Gebiet des maschinellen Lernens erhalten. Sie haben die wichtigsten Algorithmen-Klassen des überwachten und unüberwachten Lernens kennengelernt. Die Studierenden kennen tiefe neuronale Netze, die viele aktuelle Anwendungen der Bild- und Signalverarbeitung ermöglichen. Die grundlegenden Eigenschaften aller Algorithmen wurden erarbeitet. Sie sind in die Lage versetzt worden, Verfahren des Maschinen Learning zu beurteilen und auf praktische Aufgabenstellungen anzuwenden.</p>				
4	Voraussetzung für die Teilnahme				
	<p>Empfohlen: Grundlegende Kenntnisse in linearer Algebra und Statistik Wünschenswert: Vorlesung „Fuzzy-Logik, Neuronale Netze und Evolutionäre Algorithmen“</p>				
5	Prüfungsform				
	<p>Modulabschlussprüfung:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Modulprüfung (Fachprüfung, Mündliche/schriftliche Prüfung, Dauer: 90 Min., Standard BWS) <p>Die Prüfung erfolgt durch eine Klausur (Dauer: 90 Min.). Falls absehbar ist, dass sich weniger als 7 Studierende anmelden, erfolgt die Prüfung mündlich (Dauer: 30 Min.). Die Art der Prüfung wird zu Beginn der Lehrveranstaltung bekannt gegeben.</p>				
6	Voraussetzung für die Vergabe von Leistungspunkten				
	Bestehen der Modulabschlussprüfung				
7	Benotung				
	<p>Modulabschlussprüfung:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Modulprüfung (Fachprüfung, Mündliche/schriftliche Prüfung, Gewichtung: 100 %) 				

8	Verwendbarkeit des Moduls M.Sc. MEC, M.Sc. MedTec, M.Sc. WI-etit
9	Literatur <ul style="list-style-type: none">• T. Hastie et al.: The Elements of Statistical Learning. 2. Aufl., Springer, 2008• I. Goodfellow et al.: Deep Learning. MIT Press, 2016• A. Géron: Hands-On Machine Learning with Scikit-Learn, Keras and TensorFlow. 2. Aufl., O'Reilly, 2019
10	Kommentar

Modulbeschreibung

Modulname					
Elektrothermische Prozesstechnik					
Modul Nr. 18-bi-2070	Leistungspunkte 3 CP	Arbeitsaufwand 90 h	Selbststudium 60 h	Moduldauer 1 Semester	Angebotsturnus Wintersemester
Sprache Deutsch/Englisch			Modulverantwortliche Person Prof. Dr. techn. Dr.h.c. Andreas Binder		
1	Kurse des Moduls				
	Kurs Nr.	Kursname	Arbeitsaufwand (CP)	Lehrform	SWS
	18-bi-2070-v1	Elektrothermische Prozesstechnik	0	Vorlesung	2
2	Lerninhalt Einführend werden die technische und wirtschaftliche Bedeutung der elektrothermischen Prozesstechnik und die Vorteile, Eigenschaften und Einsatzbereiche von Elektrowärmeverfahren an Hand von ausgewählten Beispielen vorgestellt. Im zweiten Teil der Vorlesung werden die wärme- und elektrotechnischen Grundlagen vermittelt, die zum Verständnis der unterschiedlichen Elektrowärmevorgänge erforderlich sind. Der Hauptteil der Vorlesung behandelt die Anwendung von elektrothermischen Prozessen, wie beispielsweise induktive Erwärmung (Schwerpunkt), konduktive und dielektrische Erwärmung sowie indirekte Widerstandserwärmung. Es werden Praxisbeispiele vorgestellt und erläutert, wie diese mittels computergestützter Programme (FEMbasierte numerische Simulationsmodelle) sowie analytischer Methoden (Berechnung elektromagnetischer Felder) ausgelegt werden. Abschließend werden Sonderverfahren wie die Laserstrahlerwärmung vorgestellt.				
3	Qualifikationsziele / Lernergebnisse Verständnis der Auslegungs- und Berechnungsverfahren für die Elektroprozesstechnik und der aktuellen Anwendungen				
4	Voraussetzung für die Teilnahme Empfohlen: Bachelor-Abschluss Elektrotechnik oder Mechatronik				
5	Prüfungsform Modulabschlussprüfung: <ul style="list-style-type: none">• Modulprüfung (Fachprüfung, Klausur, Dauer: 80 Min., Standard BWS)				
6	Voraussetzung für die Vergabe von Leistungspunkten Bestehen der Modulabschlussprüfung				
7	Benotung Modulabschlussprüfung: <ul style="list-style-type: none">• Modulprüfung (Fachprüfung, Klausur, Gewichtung: 100 %)				
8	Verwendbarkeit des Moduls M.Sc. ESE, M.Sc. etit, M.Sc. WI-etit				
9	Literatur Vorlesungsskript; Fasholz, J., Orth, G.: Induktive Erwärmung, RWE Energie AG, Essen, 4. Aufl., 1991; Nacke, B.; Baake, E. (Hsg.): Induktives Erwärmen, Vulkan-Verlag, 2014				
10	Kommentar				

Modulbeschreibung

Modulname					
Methode der Finite Elemente					
Modul Nr. 18-dg-2010	Leistungspunkte 3 CP	Arbeitsaufwand 90 h	Selbststudium 60 h	Moduldauer 1 Semester	Angebotsturnus Jedes 2. Semester
Sprache Englisch			Modulverantwortliche Person Prof. Dr.-Ing. Herbert De Gerssem		
1	Kurse des Moduls				
	Kurs Nr.	Kursname	Arbeitsaufwand (CP)	Lehrform	SWS
	18-dg-2010-v1	Methode der Finite Elemente	0	Vorlesung	2
2	Lerninhalt				
	<ul style="list-style-type: none"> • Grundlagen der Finiten Elemente Methode: gewichtete Residuen, Projektionsmethode, Variationsformulierung, schwache Formulierung; Finite Elemente: Definition, Klassifizierung, der Komplex der Whitney Elementen erster Ordnung, Elemente höherer Ordnung, Konvergenz und Genauigkeit; • Implementierung: Datenstrukturen, Matrizenassemblierung, Postprocessing der numerischen Lösung; • Anwendungen der Finiten Elemente Methode elektromagnetischen Problemen: Elektrostatik, Magnetostatik, stationäre Ströme, Quasistatik, Wellenausbreitung. 				
3	Qualifikationsziele / Lernergebnisse				
	Die Studierenden beherrschen die theoretischen Grundlagen der Finiten Elemente Methode. Details der Methodenimplementierung für stationäre und quasi-statischen Felder sind ihnen ebenso vertraut wie die Anwendung im Bereich der Elektrotechnik.				
4	Voraussetzung für die Teilnahme				
	Empfohlen: Maxwell'sche Gleichungen, Integral- und Differentialrechnung, Vektoranalysis. Grundlagen: Differentialgleichungen, lineare Algebra.				
5	Prüfungsform				
	Modulabschlussprüfung:				
	<ul style="list-style-type: none"> • Modulprüfung (Fachprüfung, Mündliche Prüfung, Dauer: 30 Min., Standard BWS) 				
6	Voraussetzung für die Vergabe von Leistungspunkten				
	Bestehen der Modulabschlussprüfung				
7	Benotung				
	Modulabschlussprüfung:				
	<ul style="list-style-type: none"> • Modulprüfung (Fachprüfung, Mündliche Prüfung, Gewichtung: 100 %) 				
8	Verwendbarkeit des Moduls				
	MSc ETiT				
9	Literatur				
	<ul style="list-style-type: none"> • Folien zur Vorlesung • Willi Törnig, Michael Gipsner, Bernhard Kaspar. Numerische Lösung von partiellen Differentialgleichungen der Technik: Differenzenverfahren, Finite Elemente und die Behandlung großer Gleichungssysteme. Teubner, 1991 				

	<ul style="list-style-type: none"> • Rolf Steinbuch. Finite Elemente - Ein Einstieg. Springer, 1998. • Alain Bossavit. Computational electromagnetism: variational formulations, complementarity, edge elements. Academic Press, 1997 • Klaus Knothe, Heribert Wessels. Finite Elemente: Eine Einführung für Ingenieure (3. Aufl.). Springer, 1999. • P. P. Silvester, R. L. Ferrari. Finite Elements for Electrical Engineers, Cambridge University Press, 1991 • O. C. Zienkiewicz, R. L. Taylor. The finite element method (4. ed.). McGraw-Hill, 1989
10	Kommentar

Modulbeschreibung

Modulname					
Simulation elektromagnetischer Felder im Zeitbereich					
Modul Nr. 18-dg-2020	Leistungspunkte 3 CP	Arbeitsaufwand 90 h	Selbststudium 60 h	Moduldauer 1 Semester	Angebotsturnus Wintersemester
Sprache Deutsch/Englisch			Modulverantwortliche Person Prof. Dr.-Ing. Herbert De Gerssem		
1	Kurse des Moduls				
	Kurs Nr.	Kursname	Arbeitsaufwand (CP)	Lehrform	SWS
	18-dg-2020-v1	Simulation elektromagnetischer Felder im Zeitbereich	0	Vorlesung	2
2	Lerninhalt Finite Differenzen, Finite Volumen und Finite Elemente Methoden zur Lösung der maxwellschen Gleichungen im Zeitbereich. Diskontinuierliche Galerkin Verfahren hoher Ordnung. Stabilitäts- und Konvergenzanalyse. Hochleistungsrechnen. Teilchenbasierte Simulationen für Teilchenstrahlen und Plasmen.				
3	Qualifikationsziele / Lernergebnisse Die Studierenden lernen die theoretischen Grundlagen von fortgeschrittenen Simulationsverfahren für zeitabhängige elektromagnetische Felder. Es werden zudem praktische Fähigkeiten zur Implementierung, Analyse und Anwendung von Simulationscodes für gängige Probleme der Elektrotechnik vermittelt				
4	Voraussetzung für die Teilnahme Empfohlen: Maxwell'sche Gleichungen, Integral- und Differentialrechnung, Vektoranalysis. Grundlagen: Differentialgleichung lineare Algebra.				
5	Prüfungsform Modulabschlussprüfung: <ul style="list-style-type: none">• Modulprüfung (Fachprüfung, Mündliche Prüfung, Dauer: 30 Min., Standard BWS)				
6	Voraussetzung für die Vergabe von Leistungspunkten Bestehen der Modulabschlussprüfung				
7	Benotung Modulabschlussprüfung: <ul style="list-style-type: none">• Modulprüfung (Fachprüfung, Mündliche Prüfung, Gewichtung: 100 %)				
8	Verwendbarkeit des Moduls				
9	Literatur Vorlesungsfolien, Matlab-Skripte, verschiedene Literaturquellen				
10	Kommentar				

Modulbeschreibung

Modulname					
Technical Electrodynamics for iCE					
Modul Nr. 18-dg-2150	Leistungspunkte 5 CP	Arbeitsaufwand 150 h	Selbststudium 90 h	Moduldauer 1 Semester	Angebotsturnus Wintersemester
Sprache Englisch			Modulverantwortliche Person Prof. Dr.-Ing. Herbert De Gersem		
1	Kurse des Moduls				
	Kurs Nr.	Kursname	Arbeitsaufwand (CP)	Lehrform	SWS
	18-dg-2150-ue	Technical Electrodynamics for iCE	0	Übung	2
	18-dg-2150-vl	Technical Electrodynamics for iCE	0	Vorlesung	2
2	Lerninhalt				
	<p>1. Grundlagen der elektromagnetischen Feldtheorie - Maxwell'sche Gleichungen in Differential- und Integralform; Elektromagnetische Wellen: Ausbreitung im freien Raum, Polarisation, Reflexion/Brechung.</p> <p>2. Numerische Lösung elektromagnetischer Feldprobleme - Raumdiskretisierung mit Oberflächen- und Volumennetzen; Wichtigste numerische Algorithmen zur diskreten lokalen Approximation der Maxwell'schen Gleichungen; Finite-Integrations-Technik; Lösungsmethoden im Zeit- und Frequenzbereich; Stabilität, Konvergenz.</p> <p>3. Praktische Aspekte der elektromagnetischen Simulation - Einführung in Genauigkeitsfragen; Preprocessing: 3D-Geometrie, Berechnungsdomäne, Randbedingungen, elektromagnetische Feldquellen; Zeit- vs. Frequenzbereich; Postprocessing; Extraktion von Netzwerkparametern.</p> <p>4. Anwendung auf typische Hochfrequenzgeräte: Hohlleiter-/Resonatorstrukturen, planare Strukturen</p>				
3	Qualifikationsziele / Lernergebnisse				
	Die Studierenden verstehen grundlegende Prinzipien der Wellenausbreitung, geführte Wellen und Antennen. Sie sind in der Lage, Mikrowellenkomponenten mit Simulationssoftware-Tools zu modellieren. Sie haben Erfahrung mit modernsten Software-Tools für elektromagnetische Felder.				
4	Voraussetzung für die Teilnahme				
	Empfohlen: Fundamentals of electrodynamics (Grundlagen der Elektrodynamik)				
5	Prüfungsform				
	Modulabschlussprüfung:				
	<ul style="list-style-type: none"> • Modulprüfung (Fachprüfung, Klausur, Dauer: 180 Min., Standard BWS) 				
6	Voraussetzung für die Vergabe von Leistungspunkten				
	Bestehen der Modulabschlussprüfung				
7	Benotung				
	Modulabschlussprüfung:				
	<ul style="list-style-type: none"> • Modulprüfung (Fachprüfung, Klausur, Gewichtung: 100 %) 				
8	Verwendbarkeit des Moduls				
	MSc iCE				
9	Literatur				
	Kursmanuskript				
	Weitere Referenzen:				
	<ul style="list-style-type: none"> • D.K. Cheng: Field and Wave Electromagnetics. Addison-Wesley, New York, 1992 • C.A. Balanis: Advanced Engineering Electromagnetics. Wiley, New York, 1989 				

	• Andrew F. Peterson et al. Computational Methods for Electromagnetics. Wiley-IEEE Press, 1997.
10	Kommentar

Modulbeschreibung

Modulname					
Simulation von Strahldynamik und elektromagnetischen Feldern in Teilchenbeschleunigern					
Modul Nr. 18-dg-2170	Leistungspunkte 3 CP	Arbeitsaufwand 90 h	Selbststudium 60 h	Moduldauer 1 Semester	Angebotsturnus Sommersemester
Sprache Deutsch/Englisch			Modulverantwortliche Person Prof. Dr.-Ing. Herbert De Gerssem		
1	Kurse des Moduls				
	Kurs Nr.	Kursname	Arbeitsaufwand (CP)	Lehrform	SWS
	18-dg-2170-vl	Simulation von Strahldynamik und elektromagnetischen Feldern in Teilchenbeschleunigern	0	Vorlesung	2
2	Lerninhalt <p>Die Vorlesung bietet einen Überblick über die numerische Modellierung von geladenen Teilchen und elektromagnetischen Feldern in Beschleunigern. Der Schwerpunkt liegt auf der Simulation kollektiver Effekte, welche durch Raumladungswchselwirkung und/oder durch elektromagnetische Wakefelder hervorgerufen werden. Die Vorlesung richtet sich an Masterstudierende, die sich auf verschiedenen Fachrichtungen der Elektrotechnik und der Physik spezialisieren. Dazu gehören die Theorie Elektromagnetischer Felder, Computational Engineering sowie Computational Physics und Beschleunigerphysik. Inhalte der Vorlesung sind:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Simulation geladener Teilchen: Typen von Teilchensimulationen, Beziehung zur Vlasov-Gleichung • Lösung der Bewegungsgleichungen: die Boris-Methode, numerische Stabilität, symplektische Integratoren • Elektrostatisches PIC: Greensche Funktionen, FFT- und FD-Methoden auf Rechengittern, Ladungsdeposition, Feldinterpolation, Shape-Funktionen hoher Ordnung • Simulation von DC-Elektronenkanonen: raumladungslimitierte Emission – Simulation relativistischer Teilchenstrahlen im Lorenz-Referenzsystem – Transport-Matrix basierte Verfahren • Elektromagnetisches PIC: die FDTD-Methode, Stromdeposition, Boris-Schema, dispersionsoptimierte Verfahren • Wakefelder und Impedanzen: ultra-relativistischen Strahlen – Plasma-Wakefield-Beschleunigung – Hochleistungsrechnen 				
3	Qualifikationsziele / Lernergebnisse <p>Nach Abschluss des Moduls haben die Studierenden einen Überblick über die numerische Modellierung von geladenen Teilchen und elektromagnetischen Feldern in Beschleunigern erhalten. Sie haben ein solides Fundament im Bereich des modernen Simulationsverfahren in der Beschleunigertechnik vermittelt bekommen. Die Studierenden haben Einblick in die verschiedenen Simulationswerkzeuge erhalten und kennen deren Vor- und Nachteile, sowie die entsprechenden Geltungsbereiche.</p>				
4	Voraussetzung für die Teilnahme				
5	Prüfungsform Modulabschlussprüfung: <ul style="list-style-type: none"> • Modulprüfung (Fachprüfung, mündliche Prüfung, Dauer 30 Min, Standard) 				

6	Voraussetzung für die Vergabe von Leistungspunkten Bestehen der Modulabschlussprüfung
7	Benotung Modulabschlussprüfung: <ul style="list-style-type: none"> • Modulprüfung (Fachprüfung, mündliche Prüfung, Gewichtung: 100%, Standard)
8	Verwendbarkeit des Moduls MSc ETiT, MSc Physik
9	Literatur Die Folien werden in das TUCaN eingestellt. Lehrbücher werden in elektronischer Form zur Verfügung gestellt.
10	Kommentar

Modulbeschreibung

Modulname					
Relativistische Elektrodynamik					
Modul Nr. 18-kb-2020	Leistungspunkte 5 CP	Arbeitsaufwand 150 h	Selbststudium 90 h	Moduldauer 1 Semester	Angebotsturnus Wintersemester
Sprache Deutsch / Englisch			Modulverantwortliche Person Prof. Dr.-Ing. Harald Klingbeil		
1	Kurse des Moduls				
	Kurs Nr.	Kursname	Arbeitsaufwand (CP)	Lehrform	SWS
	18-kb-2020-ue	Relativistische Elektrodynamik	0	Übung	2
	18-kb-2020-vl	Relativistische Elektrodynamik	0	Vorlesung	2
2	Lerninhalt Grundlagen aus der Tensoranalysis (Tensorfelder, Transformationsverhalten, Invarianz, Ricci-Kalkül, kovariante Ableitung, Differentialoperatoren), Lorentztransformation, grundlegende relativistische Effekte (Zeitdilatation, Längenkontraktion, Dopplereffekt), kovariante Darstellung der Maxwellgleichungen, Induktionsgesetz aus relativistischer Sicht, Bezüge zur relativistischen Mechanik, Vierervektoren und -tensoren, elektromagnetischer Energie-Impuls-Tensor und Maxwell'scher Spannungstensor, Anwendungen der relativistischen Elektrodynamik				
3	Qualifikationsziele / Lernergebnisse Die Studierenden verstehen die grundlegenden Ideen der Speziellen Relativitätstheorie und beherrschen ihre Begriffswelt. Sie können wesentliche Formeln herleiten, korrekt interpretieren und sind mit den erforderlichen mathematischen Hilfsmitteln vertraut. Die Studierenden haben das Konzept der Kovarianz und einer koordinateninvarianten Darstellung physikalischer Theorien verinnerlicht. Sie sind in der Lage, elektromagnetische Phänomene im Kontext der speziellen Relativitätstheorie quantitativ zu berechnen.				
4	Voraussetzung für die Teilnahme Empfohlen: "Grundlagen der Elektrodynamik" (18-dg-1010)				
5	Prüfungsform Modulabschlussprüfung: <ul style="list-style-type: none"> • Modulprüfung (Fachprüfung, Mündliche Prüfung, Dauer: 30 Min., Standard BWS) 				
6	Voraussetzung für die Vergabe von Leistungspunkten Bestehen der Modulabschlussprüfung				
7	Benotung Modulabschlussprüfung: <ul style="list-style-type: none"> • Modulprüfung (Fachprüfung, Mündliche Prüfung, Gewichtung: 100 %) 				
8	Verwendbarkeit des Moduls MSc etit				
9	Literatur Vorlesungsfolien werden zum Download bereitgestellt. Weitere Literaturhinweise werden in der Vorlesung gegeben.				
10	Kommentar				

Modulbeschreibung

Modulname					
Deterministische Signale und Systeme					
Modul Nr.	Leistungspunkte	Arbeitsaufwand	Selbststudium	Moduldauer	Angebotsturnus
18-kl-1010	7 CP	210 h	137 h	1 Semester	Wintersemester
Sprache			Modulverantwortliche Person		
Deutsch			Prof. Dr.-Ing. Anja Klein		
1	Kurse des Moduls				
	Kurs Nr.	Kursname	Arbeitsaufwand (CP)	Lehrform	SWS
	18-kl-1010-ue	Deterministische Signale und Systeme	0	Übung	2
	18-kl-1010-vl	Deterministische Signale und Systeme	0	Vorlesung	3
2	Lerninhalt				
<p>Anwendungsbeispiele von Signalen und Systemen. Spezielle Signale, verallgemeinerte Funktionen, Delta Funktion, Sprung Funktion, Signale und Systeme im Zeitbereich, Lineare Zeitinvariante Systeme, Impuls und Sprungantwort eines Systems, Faltung Fourier Reihen: Motivation - Fourier Reihen mit reellen Koeffizienten - Orthogonalität - Fourier Reihen mit komplexen Koeffizienten, Eigenschaften der Fourierreihe, Konvergenzbedingungen - Beispiele und Anwendungen Fourier Transformation: Motivation - Übergang Fourier-Reihe zur Fourier Transformation - Diskussion der Dirichlet Bedingungen - Eigenschaften der Fourier Transformation Sonderfälle - Beispiele und Anwendungen, Partialbruchzerlegung Signale und Systeme im Frequenzbereich, Zeitinvariante Systeme, Übertragungsfunktion, Faltungstheorem, - Parseval'sche Theorem - Eigenschaften - Beispiele und Anwendungen Systeme und Signale: Bandbegrenzte und zeitbegrenzte Systeme - Periodische Signale - - Beispiele und Anwendungen Laplace Transformation: Motivation - Einseitige Laplace Transformation - Laplace Rücktransformation - Sätze der Laplace-Transformation - Beispiele und Anwendungen Lineare Differentialgleichungen: Zeitinvariante Systeme, Einschaltvorgänge - Ersatzschaltbilder für passive elektrische Bauelemente - Beispiele und Anwendungen Diskrete Signale: Zahlenfolgen, Zusammenhang diskrete und kontinuierliche Signale, Impulsfolge, Sprungfolge, Exponentialfolge, Frequenz- und Zeitperiodizität. z-Transformation: Motivation, Zusammenhang zur Laplace Transformation, Definition einseitige z-Transformation, Konvergenz, -Beispiele und Anwendungen, -Eigenschaften der z-Transformation, diskrete Faltung, Rücktransformation. Partialbruchzerlegung. Diskrete Systeme: allgemeine Beschreibungsform, Eigenschaften, LTI-Systeme, Impulsantwort, Sprungantwort, Zusammenschaltung von Systemen, lineare Differenzgleichung, diskreter Zeitbereich und Bildbereich, Übertragungsfunktion, Blockdiagramme, IIR- und FIR-Systeme. Signalabtastung und -rekonstruktion: ideale Abtastung und Rekonstruktion im Zeit- und Frequenzbereich, Abtasttheorem, praktische Aspekte. Zeitdiskrete Fourier-Transformation (DTFT): Motivation, Zusammenhang mit der Fourier-Transformation, Definition der DTFT, Beispiele und Anwendungen, Eigenschaften, Rücktransformation, Systembeschreibung mittels DTFT, Parseval'sches Theorem. Diskrete Fourier-Transformation (DFT): Motivation, Zusammenhang mit der DTFT, Definition der DFT, Beispiele und Anwendungen, Eigenschaften, Rücktransformation, praktische Aspekte, zyklische Faltung.</p>					

3	<p>Qualifikationsziele / Lernergebnisse</p> <p>Die Studierenden sollen die Prinzipien der Integraltransformation und der diskreten Transformationen verstehen und sie bei physikalischen und technischen Problemen anwenden können. Die Studierenden sollen kontinuierliche und diskrete Signale und Systeme (LTI) im Zeitbereich und im Bildbereich mathematisch beschreiben und analysieren können. Die in diesem Modul beigebrachten Techniken dienen als mathematisches Handwerkzeug für viele nachfolgende Module.</p>
4	<p>Voraussetzung für die Teilnahme</p> <p>Empfohlen: Elektrotechnik und Informationstechnik I und Elektrotechnik und Informationstechnik II</p>
5	<p>Prüfungsform</p> <p>Modulabschlussprüfung:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Modulprüfung (Fachprüfung, Klausur, Dauer: 120 Min., Standard BWS)
6	<p>Voraussetzung für die Vergabe von Leistungspunkten</p> <p>Bestehen der Modulabschlussprüfung</p>
7	<p>Benotung</p> <p>Modulabschlussprüfung:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Modulprüfung (Fachprüfung, Klausur, Gewichtung: 100 %)
8	<p>Verwendbarkeit des Moduls</p> <p>B.Sc. etit, B.Sc. iST, B.Sc. MEC, B.Sc. MedTec, B.Sc. WI-etit</p>
9	<p>Literatur</p> <p>Die Vorlesungsfolien, Unterlagen zur Übung und zahlreiche Zusatzunterlagen werden elektronisch bereitgestellt:</p> <p>Grundlagen:</p> <ul style="list-style-type: none"> • A. Fettweis, Elemente nachrichtentechnischer Systeme, Teubner Verlag, 2. Auflage, Stuttgart/Leipzig, 1996. • S. Soliman and M.D. Srinath, Continuous and Discrete Signals and Systems, Prentice Hall, New Jersey, 1990. • T. Frey, M. Bossert, Signal- und Systemtheorie, Teubner Verlag, 2004. • H. Clausert, G. Wiesemann "Grundgebiete der Elektrotechnik 2", Oldenbourg, 1993. • Otto Föllinger "Laplace-, Fourier- und z-Transformation", Hüthig, 2003. <p>Übungsaufgaben:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Hwei Hsu "Signals and Systems", Schaum's Outlines, 1995
10	<p>Kommentar</p>

Modulbeschreibung

Modulname					
Information Theory I: Fundaments					
Modul Nr. 18-kp-1010	Leistungspunkte 6 CP	Arbeitsaufwand 180 h	Selbststudium 120 h	Moduldauer 1 Semester	Angebotsturnus Wintersemester
Sprache Englisch			Modulverantwortliche Person Prof. Dr. techn. Heinz Köppl		
1	Kurse des Moduls				
	Kurs Nr.	Kursname	Arbeitsaufwand (CP)	Lehrform	SWS
	18-kp-1010-ue	Information Theory I: Fundaments	0	Übung	1
	18-kp-1010-vl	Information Theory I: Fundaments	0	Vorlesung	3
2	Lerninhalt Diese Vorlesung führt in die Grundlagen der Informationstheorie, Netzwerkinformationstheorie und der Kodierungstheorie ein. Übersicht: Information, Ungewissheit, Entropie, Transinformation, Kapazität, Differentielle Entropie, Gauß'sche Kanäle, Grundlagen der Quell- und Kanalcodierung, lineare Block Code, Shannon-Theorem zur Quellcodierung, Shannon-Theorem zur Kanalcodierung, Kapazität Gauß'scher Kanäle, Kapazität bandbegrenzter Kanäle, Shannon-Grenze, Spektrale Effizienz, Kapazität mehrerer paralleler Kanäle und Waterfilling, Gauß'sche Vektorkanäle, Multiple-Access und, Broadcast Kanäle, Mehrnutzerraten.				
3	Qualifikationsziele / Lernergebnisse Nach Abschluss des Moduls haben die Studierenden die Grundsätze der Informationstheorie, Netzwerkinformationstheorie und der Kodierungstheorie gelernt.				
4	Voraussetzung für die Teilnahme Empfohlen: Grundkenntnisse der Wahrscheinlichkeitstheorie.				
5	Prüfungsform Modulabschlussprüfung: <ul style="list-style-type: none"> • Modulprüfung (Fachprüfung, Klausur, Dauer: 120 Min., Standard BWS) 				
6	Voraussetzung für die Vergabe von Leistungspunkten Bestehen der Modulabschlussprüfung				
7	Benotung Modulabschlussprüfung: <ul style="list-style-type: none"> • Modulprüfung (Fachprüfung, Klausur, Gewichtung: 100 %) 				
8	Verwendbarkeit des Moduls B.Sc. etit, B.Sc. iST, B.Sc. WI-etit, M.Sc. iCE				
9	Literatur 1. T.M. Cover and J.A. Thomas, Elements of Information Theory, Wiley & Sons, 1991. 2. R. W. Yeung, Information Theory and Network Coding, Springer, 2008. 3. Abbas El Gamal and Young-Han Kim, Network Information Theory, Cambridge, 2011.				
10	Kommentar				

Modulbeschreibung

Modulname					
Computational Methods for Systems and Synthetic Biology					
Modul Nr. 18-kp-2080	Leistungspunkte 4 CP	Arbeitsaufwand 120 h	Selbststudium 75 h	Moduldauer 1 Semester	Angebotsturnus Sommersemester
Sprache Englisch			Modulverantwortliche Person Prof. Dr. techn. Heinz Köppl		
1	Kurse des Moduls				
	Kurs Nr.	Kursname	Arbeitsaufwand (CP)	Lehrform	SWS
	18-kp-2080-ue	Computational Methods for Systems and Synthetic Biology	0	Übung	1
	18-kp-2080-vl	Computational Methods for Systems and Synthetic Biology	0	Vorlesung	2
2	Lerninhalt				
	<p>Die Vorlesung deckt die mathematischen Methoden im Bereich der Systembiologie und der synthetischen Biologie ab. Dabei geht es sowohl um die praktische Modellbildung von molekularbiologischen Prozessen als auch um theoretische Untersuchungen, die allgemeine Eigenschaften dieser Prozesse offenlegen. Die Vorlesung folgt einem mikroskopischen Ansatz und führt eine Beschreibung der Prozesse mit Hilfe von probabilistischen Methoden ein. Dafür werden notwendige mathematische Vorkenntnisse wiederholt, wie die Definition von Markovprozessen in verschiedenen Räumen und deren Eigenschaften. Mit diesem Rüstzeug wird die Dynamik von stochastischer Reaktionskinetik mit Hilfe von Populationsmodellen untersucht. Dabei werden Grenzfälle entwickelt, die zu Diffusionsapproximationen oder deterministischen Approximationen (fluid approximations) dieser Systemklasse führen. Oft wird dafür auf Methoden der statistischen Physik zurückgegriffen. Numerische Lösungsverfahren für die entsprechenden Fokker-Planck und Master Gleichungen werden diskutiert. Im Grenzfall einer deterministischen Approximation werden traditionelle Methoden zur Stabilitätsuntersuchung von nichtlinearen Differentialgleichungen besprochen und Methoden vorgestellt die basierend auf der Topologie des Reaktionsnetzwerkes Aussagen über Stabilität zulassen. In diesem Kontext wird auch die Herleitung der Momentendynamik und Approximationsverfahren basierend auf Momentenabschluss präsentiert. Korrespondenzen zu Modellen aus der Warteschlangentheorie werden aufgezeigt.</p> <p>Des Weiteren wird die Frage behandelt wie die eingeführten dynamischen Modelle zu molekularbiologischen Messdaten kalibriert werden können. Dafür werden allgemeine Methoden der statistischen Inferenz aus der Statistik und des Maschinellen Lernens aus der Informatik besprochen und spezialisierte Algorithmen für die betrachtete Systemklasse präsentiert. Zusätzlich wird eine kurze Einführung in die Theorie der nichtlinearen Optimalfilter gegeben und Spezialfälle wie hidden Markov models besprochen.</p> <p>Über die Reaktionskinetik hinausgehend bietet die Vorlesung eine Einführung in die Modellierung und die numerischen Verfahren der Molekulardynamik. Newton'sche Mehrkörpersimulation und klassische Potenziale und deren Verwendung in der Molekulardynamik werden diskutiert. Die meisten Lerninhalte werden mit praktischen Beispielen aus der angewandten Modellierung im Bereich der Systembiologie motiviert. Die Anwendbarkeit der jeweiligen Verfahren in der Synthetischen Biologie wird aufgezeigt.</p>				
3	Qualifikationsziele / Lernergebnisse				
	<p>Studierende, die erfolgreich an diesem Modul teilgenommen haben, sollen in der Lage sein, praktische Modellierung von molekularbiologischen Prozessen durchzuführen und Modelle hinsichtlich ihrer dynamischen Eigenschaften durch mathematische Methoden näher zu bestimmen. Dazu gehört das Verständnis der folgenden</p>				

	<p>Themen:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Mathematische Abstraktion von molekularbiologischen Mechanismen • Allgemeine Eigenschaften von stochastischen Prozessen • Approximationsverfahren für Markov'sche Populationsmodelle • Stabilitätsanalyse von nichtlinearen Differentialgleichungen • Numerische Lösungsverfahren für stochastische Systeme • Systemidentifikation/Maschinelles Lernen für stochastische Systeme
4	<p>Voraussetzung für die Teilnahme Empfohlen: Grundlegende Kenntnisse zur Programmierung, Matlab.</p>
5	<p>Prüfungsform Modulabschlussprüfung:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Modulprüfung (Fachprüfung, Mündliche/schriftliche Prüfung, Dauer: 90 Min., Standard BWS) <p>Die Prüfung erfolgt durch eine Klausur (Dauer: 90 Min.). Falls absehbar ist, dass sich weniger als 15 Studierende anmelden, erfolgt die Prüfung mündlich (Dauer: 30 Min.). Die Art der Prüfung wird zu Beginn der Lehrveranstaltung bekannt gegeben.</p>
6	<p>Voraussetzung für die Vergabe von Leistungspunkten Bestehen der Modulabschlussprüfung</p>
7	<p>Benotung Modulabschlussprüfung:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Modulprüfung (Fachprüfung, Mündliche/schriftliche Prüfung, Gewichtung: 100 %)
8	<p>Verwendbarkeit des Moduls B.Sc. WI-etit, M.Sc. etit, M.Sc. WI-etit</p>
9	<p>Literatur http://www.bcs.tu-darmstadt.de/</p>
10	<p>Kommentar</p>

Modulbeschreibung

Modulname					
Data-driven Modeling - Machine Learning					
Modul Nr. 18-kp-2110	Leistungspunkte 6 CP	Arbeitsaufwand 180 h	Selbststudium 120 h	Moduldauer 1 Semester	Angebotsturnus Wintersemester
Sprache Englisch			Modulverantwortliche Person Prof. Dr. techn. Heinz Köppl		
1	Kurse des Moduls				
	Kurs Nr.	Kursname	Arbeitsaufwand (CP)	Lehrform	SWS
	18-kp-2110-pr	Data-driven Modeling - Machine Learning	0	Praktikum	1
	18-kp-2110-ue	Data-driven Modeling - Machine Learning	0	Übung	1
	18-kp-2110-vl	Data-driven Modeling - Machine Learning	0	Vorlesung	2
2	Lerninhalt				
	<p>Das Modul bietet eine Einführung in das aufstrebende Feld des maschinellen Lernens aus ingenieurwissenschaftlicher Perspektive. Die wichtigsten Modelle und Lernverfahren werden vorgestellt und anhand von Problemen aus der Informations- und Kommunikationstechnik veranschaulicht.</p> <ul style="list-style-type: none"> • Grundlagen der Wahrscheinlichkeitstheorie und der multivariaten Statistik • Taxonomie von maschinellen Lernproblemen und von Modellen (überwacht, unüberwacht, generativ, diskriminativ) • Regression und Klassifikation: Theorie, Methoden und ICT Anwendungen • Dimensionalitätsreduktion, Gruppierung und Analyse großer Datensätze: Methoden und Anwendungen in Kommunikation und Signalverarbeitung • Probabilistische graphische Modelle: Kategorien, Inferenz und Parameterschätzung • Grundlagen der Bayes'schen Inferenz, Monte Carlo Methoden, nicht-parametrische Bayes'sche Ansätze • Grundlagen der konvexen Optimierung: Lösungsmethoden und Anwendungen in der Kommunikation • Approximative Algorithmen für skalierbare Bayes'sche Inferenz; Anwendungen in der Signalverarbeitung und Informationstheorie (z.B. Dekodierung von LDPC Codes) • Hidden Markov Modelle (HMM): Theorie, Algorithmen und ICT Anwendungen (z.B. Viterbi Dekodierung von Faltungskodes) • Hochdimensionale Statistik ("large p small n" setting), Lernen von Abhängigkeitsgraphen in hochdimensionalen Daten, Lernen von Kausalitätsgraphen von Beobachtungsdaten. • Schätzverfahren für dünnbesetzte Probleme, Zufallsprojektionen, compressive sensing: Theorie und Anwendungen in der Signalverarbeitung • Tiefe neuronale Netze (deep learning): Modelle, Lernalgorithmen, Programmbibliotheken und ICT Anwendungen 				
3	Qualifikationsziele / Lernergebnisse				
	<p>Die Studierenden können bestimmte ingenieurwissenschaftliche Probleme aus dem Bereich ICT als maschinelle Lernprobleme interpretieren und kategorisieren.</p> <p>Sie sind imstande solche Probleme auf standardisierte Lernprobleme zurückzuführen und die geeigneten Lösungsverfahren dafür zu bestimmen.</p> <p>Sie sind fähig, alle notwendigen Algorithmen von Grund auf selbst zu implementieren, aber sind</p>				

	<p>auch mit der Nutzung aktueller Programmbibliotheken im Bereich des maschinellen Lernens vertraut.</p> <p>Sie sind fähig, die Laufzeitkomplexität der Algorithmen abzuschätzen und damit den jeweils passenden Algorithmus unter den praktischen Randbedingungen auswählen.</p> <p>Sie sind fähig, die erlernten Methoden auf andere Bereiche anzuwenden, bspw. auf die Datenanalyse in der Biomedizintechnik und auf die Analyse von Daten aus sozialen Netzwerken.</p>
4	<p>Voraussetzung für die Teilnahme Empfohlen: Grundkenntnisse von Matlab (z.B. aus dem Kurs 18-st-2030 Matlab Grundkurs) und Mathematik für Ingenieure</p>
5	<p>Prüfungsform Modulabschlussprüfung:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Modulprüfung (Fachprüfung, Mündliche/schriftliche Prüfung, Dauer: 120 Min., Standard BWS) <p>Die Prüfung erfolgt durch eine Klausur (Dauer: 120 Min.). Falls absehbar ist, dass sich weniger als 10 Studierende anmelden, erfolgt die Prüfung mündlich (Dauer: 30 Min.). Die Art der Prüfung wird zu Beginn der Lehrveranstaltung bekannt gegeben.</p>
6	<p>Voraussetzung für die Vergabe von Leistungspunkten Bestehen der Modulabschlussprüfung</p>
7	<p>Benotung Modulabschlussprüfung:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Modulprüfung (Fachprüfung, Mündliche/schriftliche Prüfung, Gewichtung: 100 %)
8	<p>Verwendbarkeit des Moduls B.Sc. WI-etit, M.Sc. etit, M.Sc. iCE, M.Sc. WI-etit</p>
9	<p>Literatur</p> <ul style="list-style-type: none"> • Kevin P. Murphy. Machine Learning - A probabilistic perspective, MIT Press, 2012 • Christopher M. Bishop. Pattern recognition and Machine Learning, Springer, 2006 • Peter Bühlmann und Sara van de Geer. Statistics of high-dimensional data - Methods, theory and applications, Springer, 2011
10	<p>Kommentar</p>

Modulbeschreibung

Modulname					
Information Theory II: Networks					
Modul Nr. 18-pe-2010	Leistungspunkte 6 CP	Arbeitsaufwand 180 h	Selbststudium 120 h	Moduldauer 1 Semester	Angebotsturnus Sommersemester
Sprache Englisch			Modulverantwortliche Person Prof. Dr.-Ing. Marius Pesavento		
1	Kurse des Moduls				
	Kurs Nr.	Kursname	Arbeitsaufwand (CP)	Lehrform	SWS
	18-pe-2010-ue	Information Theory II: Networks	0	Übung	1
	18-pe-2010-vl	Information Theory II: Networks	0	Vorlesung	3
2	Lerninhalt Diese Vorlesung behandelt Themen der Netzwerkinformationstheorie. Übersicht: Überblick über die Shannon-Kapazität, Kapazität von multiple-input multiple-output (MIMO) Kanälen, outage und ergodische Kapazitäten, Kapazität in Kanälen mit Gedächtnis, Kapazität von Gauß'schen Vektorkanälen, Kapazitätsbereiche von Mehrbenutzerkanälen, Kapazitätsbereiche von Multiple-Access and Broadcast fading Kanälen, Interferenzkanäle, Relay Kanäle, Mehrnutzerviwersität, Kapazität von Graphischen Multi-hop Netzwerken, Netzwerkkodierung, Kapazität von MIMO Multiple-Access and Broadcast Kanälen, Dualität von MIMO Multiple-Access Broadcast Kanälen, Dirty-Paper Kodierung, Wiretap Kanal, Raten von vertraulicher Kommunikation, Kommunikationssicherheit auf der physikalischen Schicht				
3	Qualifikationsziele / Lernergebnisse Nach Abschluss des Moduls haben die Studierenden die Informationstheorie für die Kommunikation von Netzwerken kennengelernt und ein Verständnis dafür entwickelt, dass bei diesen nicht das Rauschen sondern die Interferenz das limitierende Element ist				
4	Voraussetzung für die Teilnahme Empfohlen: Grundkenntnisse der Informationstheorie				
5	Prüfungsform Modulabschlussprüfung: <ul style="list-style-type: none">• Modulprüfung (Fachprüfung, Mündliche/schriftliche Prüfung, Dauer: 120 Min., Standard BWS) Die Prüfung erfolgt durch eine Klausur (Dauer: 120 Min.). Falls absehbar ist, dass sich weniger als 10 Studierende anmelden, erfolgt die Prüfung mündlich (Dauer: 20 Min.). Die Art der Prüfung wird zu Beginn der Lehrveranstaltung bekannt gegeben.				
6	Voraussetzung für die Vergabe von Leistungspunkten Bestehen der Modulabschlussprüfung				
7	Benotung Modulabschlussprüfung: <ul style="list-style-type: none">• Modulprüfung (Fachprüfung, Mündliche/schriftliche Prüfung, Gewichtung: 100 %)				
8	Verwendbarkeit des Moduls M.Sc. etit, M.Sc. iCE, M.Sc. WI-etit				
9	Literatur <ul style="list-style-type: none">• Abbas El Gamal and Young-Han Kim, Network Information Theory, Cambridge, 2011.				

	<ul style="list-style-type: none">• T.M. Cover and J.A. Thomas, Elements of Information Theory, Wiley Sons, 1991.• D.Tse and P. Vishwanath, Fundamentals of Wireless Communications, Cambridge University Press, 2005.
10	Kommentar

Modulbeschreibung

Modulname					
Signalverarbeitung, Lernen und Optimierung in Graph-Netzwerken					
Modul Nr. 18-pe-2080	Leistungspunkte 6 CP	Arbeitsaufwand 180 h	Selbststudium 120 h	Moduldauer 1 Semester	Angebotsturnus Wintersemester
Sprache Englisch			Modulverantwortliche Person Prof. Dr.-Ing. Marius Pesavento		
1	Kurse des Moduls				
	Kurs Nr.	Kursname	Arbeitsaufwand (CP)	Lehrform	SWS
	18-pe-2080-ue	Signalverarbeitung, Lernen und Optimierung in Graph-Netzwerken	0	Übung	1
	18-pe-2080-vl	Signalverarbeitung, Lernen und Optimierung in Graph-Netzwerken	0	Vorlesung	3
2	Lerninhalt Die Lehrveranstaltung behandelt folgende Themen: <ul style="list-style-type: none"> • Motivation, Anwendungen • Grundlagen <ul style="list-style-type: none"> – Definition von Graphen, Graphenklassen, Eigenschaften von Graphen, Signale über Graphen – Adjazenzmatrix, Graph Laplace-Matrix, Graph Shift-Operator – Kovarianzmatrix, Bedingte Abhängigkeit, Precision Matrix • Graphen Signalverarbeitung <ul style="list-style-type: none"> – Konsensus, Diffusion – Spectralanalyse in Graphen, Graph Fouriertransformation – Total variational norm, Graph Frequenzen – Bandbegrenzung von Signalen, Glattheit – Graph Filter, Graph Abtasttheorem – Anwendungen • Netzwerk Topologie Inferenz <ul style="list-style-type: none"> – Link Prädiktion – Assoziations-Netzwerk Inferenz – Tomographische Netzwerk Topologie Inferenz – Pearson product-moment correlation – Kausalität, Partielle Korrelation – Bedingte Unabhängigkeitsgraphen – Gaussian Markov Random Fields – Graphical LASSO, Graphical LASSO mit Laplacian Nebenbedingungen – Anwendungen • Graphenanalyse <ul style="list-style-type: none"> – Teilgraph Identifikation – Clique Identifikation • Optimierung über Graphen <ul style="list-style-type: none"> – Average Konsensus, Diffusion, Exakte Diffusion – Gradient tracking, push-sum Algorithmus, etc. – Anwendungen • Graphische Neuronale (convolutional) Netzwerke 				
3	Qualifikationsziele / Lernergebnisse Die Graphensignalverarbeitung (d.h. die Verarbeitung von Signalen die über Graphen definiert sind) und die Netzwerkanalyse bilden ein interdisziplinäres Forschungsfeld mit zahlreichen und diversen Anwendungen. Nach Abschluss des Moduls haben Studierende systematische Kenntnisse in die Theorie der Verarbeitung von				

	Graphensignalen, der graphischen Netzwerkanalyse, dem Lernen von Graphentopologien, der Optimierung in graphischen Netzwerken und dem Lernen mittels graphischer Neuronaler Netze erhalten. Sie haben wesentliche Konzepte, Algorithmen und Anwendungsbereiche der Graphansignalverarbeitung kennengelernt.
4	Voraussetzung für die Teilnahme Empfohlen: Kenntnisse in der linearen Algebra und Matrix Analyse.
5	Prüfungsform Modulabschlussprüfung: <ul style="list-style-type: none"> • Modulprüfung (Fachprüfung, Mündliche/schriftliche Prüfung, Dauer: 120 Min., Standard BWS) <p>In der Regel erfolgt die Prüfung durch eine Klausur (Dauer: 120 Min.). Falls sich bis zu einschließlich 20 Studierende anmelden, erfolgt die Prüfung mündlich (Dauer: 20 Min.). Die Art der Prüfung wird innerhalb einer Arbeitswoche nach Ende der Prüfungsanmeldephase bekannt gegeben.</p>
6	Voraussetzung für die Vergabe von Leistungspunkten Bestehen der Modulabschlussprüfung
7	Benotung Modulabschlussprüfung: <ul style="list-style-type: none"> • Modulprüfung (Fachprüfung, Mündliche/schriftliche Prüfung, Gewichtung: 100 %)
8	Verwendbarkeit des Moduls M.Sc. etit, M.Sc. iCE, M.Sc. WI-etit
9	Literatur <ul style="list-style-type: none"> • Ein Vorlesungsskript bzw. Folien können heruntergeladen werden: <ul style="list-style-type: none"> – www.nts.tu-darmstadt.de – moodle • Vertiefende Literatur: <ul style="list-style-type: none"> – Petar M. Djuric, Cédric Richard, Cooperative and Graph Signal Processing, Academic Press, 2018, ISBN 9780128136775.
10	Kommentar

Modulbeschreibung

Modulname					
Projektseminar Elektromagnetisches CAD					
Modul Nr. 18-sc-1020	Leistungspunkte 8 CP	Arbeitsaufwand 240 h	Selbststudium 180 h	Moduldauer 1 Semester	Angebotsturnus Jedes Semester
Sprache Deutsch / Englisch			Modulverantwortliche Person Prof. Dr. rer. nat. Sebastian Schöps		
1	Kurse des Moduls				
	Kurs Nr.	Kursname	Arbeitsaufwand (CP)	Lehrform	SWS
	18-sc-1020-pj	Projektseminar Elektromagnetisches CAD	0	Projektseminar	4
2	Lerninhalt Bearbeitung eines Projekts aus dem Bereich der numerischen Feldberechnung am Computer unter Verwendung kommerzieller, institutseigener oder selbst geschriebener Software. Themen der guten wissenschaftlichen Praxis, sowie gesellschaftliche oder ethische Aspekte von Produktauslegung, Optimierung und Algorithmen werden, da wo fachlich sinnvoll, begleitend aufgegriffen.				
3	Qualifikationsziele / Lernergebnisse Die Studierenden können Problemstellungen mit numerischer Feldsimulationssoftware bearbeiten. Sie können die Fehler bei der Modellbildung und Simulation abschätzen. Weiterhin können Sie die Ergebnisse auf wissenschaftlichem Niveau in Vortrag und Ausarbeitung präsentieren. Die Studierenden können Teamarbeit selbstständig organisieren.				
4	Voraussetzung für die Teilnahme Empfohlen: Gutes Verständnis elektromagnetischer Felder, Kenntnisse über numerische Simulationsverfahren.				
5	Prüfungsform Modulabschlussprüfung: • Modulprüfung (Studienleistung, Mündliche/schriftliche Prüfung, Standard BWS) Bericht und/oder Präsentation. Die Art der Prüfung wird zu Beginn der Lehrveranstaltung bekannt gegeben.				
6	Voraussetzung für die Vergabe von Leistungspunkten Bestehen der Modulabschlussprüfung				
7	Benotung Modulabschlussprüfung: • Modulprüfung (Studienleistung, Mündliche/schriftliche Prüfung, Gewichtung: 100 %)				
8	Verwendbarkeit des Moduls B.Sc. etit, M.Sc. MedTec, M.Sc. WI-etit				
9	Literatur Unterlagen zu "Verfahren und Anwendung der Feldsimulation I-III", weiteres Material wird ausgegeben.				
10	Kommentar				

Modulbeschreibung

Modulname					
Schnelle Randelementmethoden im Ingenieurwesen					
Modul Nr. 18-sc-2040	Leistungspunkte 5 CP	Arbeitsaufwand 150 h	Selbststudium 90 h	Moduldauer 1 Semester	Angebotsturnus Sommersemester
Sprache Englisch			Modulverantwortliche Person Prof. Dr. rer. nat. Sebastian Schöps		
1	Kurse des Moduls				
	Kurs Nr.	Kursname	Arbeitsaufwand (CP)	Lehrform	SWS
	18-sc-2040-ue	Schnelle Randelementmethoden im Ingenieurwesen	0	Übung	2
	18-sc-2040-vl	Schnelle Randelementmethoden im Ingenieurwesen	0	Vorlesung	2
2	Lerninhalt Wie kann man Feldprobleme numerisch auf dem Computer lösen? Die Randelementmethode (BEM) hat sich zu einer wichtigen Alternative zu gebietsorientierten Ansätzen (wie Finite Elemente) entwickelt, seit schnelle Implementierungen verfügbar sind. Die BEM reduziert die Dimension des Problems und es können unbeschränkte Gebiete leicht berücksichtigt werden. Ausgehend von den Darstellungsformeln von Kirchhoff und Stratton-Chu werden Randintegralgleichungen abgeleitet. Danach wird deren Diskretisierung mit Kollokations- und Galerkin-Verfahren besprochen. Für praktische Anwendungen müssen die resultierenden dicht besetzten Matrizen komprimiert werden, mit Hilfe der schnellen Multipolmethode oder Adaptive Cross Approximation. Praxisbeispiele zur Anwendung der BEM werden betrachtet, wie zum Beispiel akustische und elektromagnetische Streuung sowie thermische Probleme. Programmieraufgaben helfen dabei, das Verständnis für den Inhalt der Vorlesung zu vertiefen.				
3	Qualifikationsziele / Lernergebnisse Studierende erwerben ein detailliertes Verständnis der Modellierung und Simulation mit BEM. <ul style="list-style-type: none"> • Herleitung: Umwandlung bestimmter partieller Differentialgleichungen in Randintegralgleichungen • Diskretisierung: wie man Randelementmethoden aus Randintegralgleichungen erhält • Kompression: wie man die resultierenden linearen Gleichungssysteme effizient abspeichert und löst • Anwendung: Behandlung praktischer Feldprobleme aus Ingenieursanwendungen, in den Bereichen Akustik, Elektromagnetismus, Thermik 				
4	Voraussetzung für die Teilnahme Empfohlen: Grundkenntnisse über numerische Methoden zur Lösung partieller Differentialgleichungen (z.B. Finite Elemente); Grundkenntnisse über Modellierung und Simulation in einem Anwendungsbereich (z.B. Akustik: Wellengleichung; Elektromagnetismus: Maxwellsche Gleichungen; Thermik: Wärmeleitungsgleichung)				
5	Prüfungsform Modulabschlussprüfung: <ul style="list-style-type: none"> • Modulprüfung (Fachprüfung, Mündliche/schriftliche Prüfung, Dauer: 90 Min., Standard BWS) Die Prüfung erfolgt durch eine Klausur (Dauer: 90 Min.). Falls absehbar ist, dass sich weniger als 30 Studierende anmelden, erfolgt die Prüfung mündlich (Dauer: 25 Min.). Die Art der Prüfung wird zu Beginn der Lehrveranstaltung bekannt gegeben.				

6	Voraussetzung für die Vergabe von Leistungspunkten Bestehen der Modulabschlussprüfung
7	Benotung Modulabschlussprüfung: <ul style="list-style-type: none"> • Modulprüfung (Fachprüfung, Mündliche/schriftliche Prüfung, Gewichtung: 100 %)
8	Verwendbarkeit des Moduls MSc ETiT, MSc MEC
9	Literatur Werden in der Vorlesung ausgegeben bzw. in Moodle zur Verfügung gestellt
10	Kommentar

Modulbeschreibung

Modulname					
Energiemanagement & Optimierung					
Modul Nr. 18-st-2010	Leistungspunkte 6 CP	Arbeitsaufwand 180 h	Selbststudium 120 h	Moduldauer 1 Semester	Angebotsturnus Sommersemester
Sprache Deutsch			Modulverantwortliche Person Prof. Dr. rer. nat. Florian Steinke		
1	Kurse des Moduls				
	Kurs Nr.	Kursname	Arbeitsaufwand (CP)	Lehrform	SWS
	18-st-2010-pr	Praktikum Energiemanagement & Optimierung	0	Praktikum	1
	18-st-2010-ue	Energiemanagement & Optimierung	0	Übung	1
	18-st-2010-vl	Energiemanagement & Optimierung	0	Vorlesung	2
2	Lerninhalt				
	<p>Die Vorlesung gibt einen Überblick über die verschiedenen Ebenen des Energiemanagements und fokussiert dann auf die ökonomische Einsatzplanung. Zuerst werden die verschiedenen Anwendungsformen wie zum Beispiel Eigenverbrauchsoptimierung, virtuelle Kraftwerke, Elektroauto-Lademanagement, Redispatch oder multimodale Quartiersenergieoptimierungen vorgestellt. Relevante Grundlagen der gesteuerten Komponenten sowie der adressierten Märkte werden wiederholt.</p> <p>Im zweiten Teil werden die methodischen Grundlagen erlernt. Verschiedene mathematische Formulierungen der hinter der Einsatzplanung liegenden Optimierungsprobleme (LP, MILP, QP, stochastische Optimierung) werden vorgestellt. Parallel vermittelt die Vorlesung einen praxisorientierten Einstieg in die Methoden der numerischen Optimierung (Abstiegsverfahren, Konvergenz, Konvexität, Beschreibungssprachen für Optimierungsprobleme).</p> <p>Zusätzlich werden auch einfache Verfahren zur Berechnung benötigter Prognosewerte (lineare Regression) diskutiert.</p> <p>Alle methodischen Schritte werden in Übungen / einem Praktikum mit Python und der mathematischen Modellierungssprache GAMS vertieft.</p>				
3	Qualifikationsziele / Lernergebnisse				
	<p>Die Studierenden kennen die wesentlichen Aufgaben und Formulierungen der ökonomischen Einsatzplanung. Sie haben ein Grundverständnis für die typisch benutzten Optimierungsmethoden und können die Qualität der erreichten Lösungen beurteilen. Außerdem sind die Studierenden in der Lage eigenständig (Energie-) Optimierungsprobleme zu formulieren und mit Hilfe von Python und GAMS zu lösen.</p>				
4	Voraussetzung für die Teilnahme				
	<p>Empfohlen: Kenntnisse in der linearen Algebra & multivariaten Analysis, Grundkenntnisse in der Nutzung von Python. Kenntnisse der Module „Kraftwerke & EE“ oder „Energiewirtschaft“ vorteilhaft aber nicht zwingend.</p>				
5	Prüfungsform				
	<p>Modulabschlussprüfung:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Modulprüfung (Fachprüfung, Mündliche/schriftliche Prüfung, Dauer: 90 Min., Standard BWS) <p>Die Prüfung erfolgt durch eine Klausur (Dauer: 90 Min.). Falls absehbar ist, dass sich weniger als 8 Studierende anmelden, erfolgt die Prüfung mündlich (Dauer: 25 Min.). Die Art der Prüfung wird zu Beginn der Lehrveranstaltung bekannt gegeben.</p>				
6	Voraussetzung für die Vergabe von Leistungspunkten				
	Bestehen der Modulabschlussprüfung				

7	Benotung Modulabschlussprüfung: <ul style="list-style-type: none"> • Modulprüfung (Fachprüfung, Mündliche/schriftliche Prüfung, Gewichtung: 100 %)
8	Verwendbarkeit des Moduls B.Sc. WI-etit, M.Sc. ESE, M.Sc. etit, M.Sc. iST, M.Sc. WI-etit
9	Literatur <ul style="list-style-type: none"> • Boyd, Vandenberghe: Convex Optimization, Cambridge University Press, 2004 • A GAMS Tutorial by Richard E. Rosenthal https://www.gams.com/24.8/docs/userguides/userguide/_u_g_tutorial.html
10	Kommentar

Modulbeschreibung

Modulname					
C/C++ Programmierpraktikum					
Modul Nr. 18-su-1030	Leistungspunkte 3 CP	Arbeitsaufwand 90 h	Selbststudium 60 h	Moduldauer 1 Semester	Angebotsturnus Sommersemester
Sprache Deutsch			Modulverantwortliche Person Prof. Dr. rer. nat. Andreas Schürr		
1	Kurse des Moduls				
	Kurs Nr.	Kursname	Arbeitsaufwand (CP)	Lehrform	SWS
	18-su-1030-pr	C/C++ Programmierpraktikum	0	Praktikum	2
2	Lerninhalt				
	<p>Das Praktikum wird in zwei Abschnitte unterteilt.</p> <p>Im ersten Teil des Praktikums werden semesterbegleitend durch praktische Aufgaben und Vorträge die Grundkonzepte der Programmiersprachen C und C++ vermittelt. Sämtliche Aspekte werden durch ausgedehnte praktische Arbeiten im Selbststudium am Rechner vertieft. Hierfür werden alle notwendigen Materialien wie Vortragsfolien, Vortragsaufzeichnungen, Übungen, Musterlösungen der Übungen und Aufzeichnungen der Übungsbesprechungen in rein digitaler Form zum Selbststudium zur Verfügung gestellt.</p> <p>Im zweiten Teil des Praktikums geht es um die Programmierung eines Mikrocontrollers in der Programmiersprache C. Hierfür bekommen die Studierenden für zwei Tage einen Mikrocontroller zur Verfügung gestellt, mit dem sie unter Aufsicht praktische Programmieraufgaben bearbeiten können.</p> <p>Im Rahmen der Lehrveranstaltung werden folgende Themen behandelt:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Grundkonzepte der Programmiersprachen C und C++ • Speicherverwaltung und Datenstrukturen • Objektorientierung in C++ • (Mehrfach-)Vererbung, Polymorphie, parametrische Polymorphie • (Hardwarenahe) Programmierung von eingebetteten Systemen mit C 				
3	Qualifikationsziele / Lernergebnisse				
	<p>Die Studierenden erwerben nach erfolgreichem Abschluss des Moduls Kenntnisse der grundlegenden Sprachkonstrukte von C und C++. Im Zuge dessen erlernen sie dabei sowohl den Umgang mit dem prozeduralen als auch dem objektorientierten Programmierstil. Außerdem eignen sie sich durch praxisorientierte Aufgaben ein Gespür für die Gefahren im Umgang mit der Sprache insbesondere bei der Entwicklung eingebetteter Systemsoftware an und verinnerlichen geeignete Lösungen zu ihrer Vermeidung. Durch praktischen Umgang mit eingebetteten Systemen erwerben die Studierenden zusätzliche Kompetenzen in der hardwarenahen Programmierung.</p>				
4	Voraussetzung für die Teilnahme				
	Empfohlen: Java-Kenntnisse				
5	Prüfungsform				
	<p>Modulabschlussprüfung:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Modulprüfung (Studienleistung, Mündliche/schriftliche Prüfung, Standard BWS) <p>Die Prüfung erfolgt durch einen Bericht (einschließlich Abgabe von Quellcode) und/oder einer Präsentation und/oder einer mündlichen Prüfung (25 Minuten) und/oder einem Kolloquium (Testat), jedoch nie mehr als zwei daraus. Ab einer Teilnehmer*innenzahl von 10 kann die Prüfung durch eine Klausur (Dauer: 90 Min.) erfolgen. Die Art der Prüfung wird zu Beginn der Lehrveranstaltung bekannt gegeben.</p>				
6	Voraussetzung für die Vergabe von Leistungspunkten				
	Bestehen der Modulabschlussprüfung				
7	Benotung				

	<p>Modulabschlussprüfung:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Modulprüfung (Studienleistung, Mündliche/schriftliche Prüfung, Gewichtung: 100 %)
8	<p>Verwendbarkeit des Moduls B.Sc. etit, B.Sc. iST, B.Sc. MEC, B.Sc. MedTec, B.Sc. WI-etit, M.Sc. MedTec</p>
9	<p>Literatur Aufzeichnungen der Vorträge sowie Vortragsfolien sind im Moodle-Kurs der Veranstaltung verfügbar und können dort heruntergeladen werden. Vertiefende Literatur:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Schellong, Helmut: Moderne C Programmierung, 3. Auflage. Springer, 2014 • Schneeweiß, Ralf: Moderne C++ Programmierung, 2. Auflage. Springer, 2012 • Stroustrup, Bjarne: Programming - Principles and Practice Using C++, 2nd edition. Addison-Wesley, 2014 • Stroustrup, Bjarne: A Tour of C++, 2nd edition. Pearson Education, 2018
10	<p>Kommentar</p>

Modulbeschreibung

Modulname					
Software-Engineering - Wartung und Qualitätssicherung					
Modul Nr. 18-su-2010	Leistungspunkte 6 CP	Arbeitsaufwand 180 h	Selbststudium 120 h	Moduldauer 1 Semester	Angebotsturnus Sommersemester
Sprache Deutsch			Modulverantwortliche Person Prof. Dr. rer. nat. Andreas Schürr		
1	Kurse des Moduls				
	Kurs Nr.	Kursname	Arbeitsaufwand (CP)	Lehrform	SWS
	18-su-2010-ue	Software-Engineering - Wartung und Qualitätssicherung	0	Übung	1
	18-su-2010-vl	Software-Engineering - Wartung und Qualitätssicherung	0	Vorlesung	3
2	Lerninhalt Die Lehrveranstaltung vertieft Teilthemen der Softwaretechnik, welche sich mit der Pflege und Weiterentwicklung und Qualitätssicherung von Software beschäftigen. Dabei werden diejenigen Hauptthemen des IEEE "Guide to the Software Engineering Body of Knowledge" vertieft, die in einführenden Softwaretechnik-Lehrveranstaltungen nur kurz angesprochen werden. Das Schwergewicht wird dabei auf folgende Punkte gelegt: Softwarewartung und Reengineering, Konfigurationsmanagement, statische Programmanalysen und Metriken sowie vor allem dynamische Programmanalysen und Laufzeittests. In den Übungen werden die in der Vorlesung vorgestellten Analysetechniken und Methoden zur Weiterentwicklung und Qualitätssicherung von Software an Hand von verschiedenen Beispielen untersucht und vertieft. In der Lehrveranstaltung wird zudem großer Wert auf die Einübung praktischer Fertigkeiten in der Auswahl und im Einsatz von Softwareentwicklungs- Wartungs- und Testwerkzeugen verschiedenster Arten gelegt.				
3	Qualifikationsziele / Lernergebnisse Das Modul vermittelt den Studierenden nach erfolgreichem Abschluss anhand praktischer Beispiele grundlegende Software-Wartungs- und Qualitätssicherungs-Techniken, also eine ingenieurmäßige Vorgehensweise zur zielgerichteten Wartung und Evolution von Softwaresystemen. Die Studierenden sind in der Lage, die im Rahmen der Softwarewartung und -pflege eines größeren Systems anfallenden Tätigkeiten durchzuführen. Dies gilt insbesondere auch für Techniken zur Verwaltung von Softwareversionen und -konfigurationen sowie auf das systematische Testen von Software.				
4	Voraussetzung für die Teilnahme Grundlagen der Softwaretechnik sowie gute Kenntnisse objektorientierter Programmiersprachen (insbesondere Java).				
5	Prüfungsform Modulabschlussprüfung: <ul style="list-style-type: none"> • Modulprüfung (Fachprüfung, Klausur, Dauer: 90 Min., Standard BWS) 				
6	Voraussetzung für die Vergabe von Leistungspunkten Bestehen der Modulabschlussprüfung				

7	Benotung Modulabschlussprüfung: <ul style="list-style-type: none">• Modulprüfung (Fachprüfung, Klausur, Gewichtung: 100 %)
8	Verwendbarkeit des Moduls M.Sc. etit, M.Sc. iST, M.Sc. MedTec, M.Sc. WI-etit
9	Literatur https://www.es.tu-darmstadt.de/lehre/aktuelle-veranstaltungen/se-ii-v und Moodle
10	Kommentar

Modulbeschreibung

Modulname					
Echtzeitsysteme					
Modul Nr. 18-su-2020	Leistungspunkte 6 CP	Arbeitsaufwand 180 h	Selbststudium 120 h	Moduldauer 1 Semester	Angebotsturnus Sommersemester
Sprache Deutsch			Modulverantwortliche Person Prof. Dr. rer. nat. Andreas Schürr		
1	Kurse des Moduls				
	Kurs Nr.	Kursname	Arbeitsaufwand (CP)	Lehrform	SWS
	18-su-2020-ue	Echtzeitsysteme	0	Übung	1
	18-su-2020-vl	Echtzeitsysteme	0	Vorlesung	3
2	Lerninhalt				
	<p>Die Vorlesung Echtzeitsysteme befasst sich mit einem Softwareentwicklungsprozess, der speziell auf die Spezifika von Echtzeitsystemen zugeschnitten ist. Dieser Softwareentwicklungsprozess wird im weiteren Verlauf während der Übungen in Ausschnitten durchlebt und vertieft. Der Schwerpunkt liegt dabei auf dem Einsatz objektorientierter Techniken. In diesem Zusammenhang wird ein echtzeitspezifisches State-of-the-Art-CASETool vorgestellt und eingesetzt. Des Weiteren werden grundlegende Charakteristika von Echtzeitsystemen und Systemarchitekturen eingeführt. Auf Basis der Einführung von Schedulingalgorithmen werden Einblicke in Echtzeitbetriebssysteme gewährt. Die Veranstaltung wird durch eine Gegenüberstellung der Programmiersprache Java und deren Erweiterung für Echtzeitsysteme (RT-Java) abgerundet.</p>				
3	Qualifikationsziele / Lernergebnisse				
	<p>Studierende sind nach erfolgreichem Abschluss des Moduls in der Lage, modellbasierte (objektorientierte) Techniken zur Entwicklung eingebetteter Echtzeitsysteme zu verwenden und zu bewerten. Dazu gehören folgende Fähigkeiten:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Systemarchitekturen zu bewerten und Echtzeitsysteme zu klassifizieren • selbständig ausführbare Modelle zu erstellen und zu analysieren • Prozesseinplanungen anhand üblicher Schedulingalgorithmen durchzuführen <ul style="list-style-type: none"> • Echtzeitprogrammiersprachen und -Betriebssysteme zu unterscheiden, zu bewerten und einzusetzen. 				
4	Voraussetzung für die Teilnahme				
	Empfohlen: Grundkenntnisse des Software-Engineerings sowie Kenntnisse einer objektorientierten Programmiersprache				
5	Prüfungsform				
	<p>Modulabschlussprüfung:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Modulprüfung (Fachprüfung, Mündliche/schriftliche Prüfung, Dauer: 90 Min., Standard BWS) <p>Die Prüfung erfolgt durch eine Klausur (Dauer: 90 Min.). Falls absehbar ist, dass sich weniger als 15 Studierende anmelden, erfolgt die Prüfung mündlich (Dauer: 30 Min.). Die Art der Prüfung wird zu Beginn der</p>				

	Lehrveranstaltung bekannt gegeben.
6	Voraussetzung für die Vergabe von Leistungspunkten Bestehen der Modulabschlussprüfung
7	Benotung Modulabschlussprüfung: <ul style="list-style-type: none"> • Modulprüfung (Fachprüfung, Mündliche/schriftliche Prüfung, Gewichtung: 100 %)
8	Verwendbarkeit des Moduls B.Sc. iST, M.Sc. etit, M.Sc. iCE, M.Sc. iST, M.Sc. MEC, M.Sc. WI-etit
9	Literatur https://www.es.tu-darmstadt.de/lehre/aktuelle-veranstaltungen/es-v und Moodle
10	Kommentar

Modulbeschreibung

Modulname					
Projektseminar Autonomes Fahren I					
Modul Nr. 18-su-2070	Leistungspunkte 6 CP	Arbeitsaufwand 180 h	Selbststudium 135 h	Moduldauer 1 Semester	Angebotsturnus Wintersemester
Sprache Deutsch			Modulverantwortliche Person Prof. Dr. rer. nat. Andreas Schürr		
1	Kurse des Moduls				
	Kurs Nr.	Kursname	Arbeitsaufwand (CP)	Lehrform	SWS
	18-su-2070-pj	Projektseminar Autonomes Fahren I	0	Projektseminar	3
2	Lerninhalt Studierende sammeln im Rahmen dieses Moduls praktische Erfahrung in der Software-Entwicklung für eingebettete Systeme aus dem Bereich des autonomen Fahrens anhand eines Modellautos. Dabei lernen sie in Teamarbeit eine umfangreiche Aufgabe zu bewältigen. Zur Lösung dieser Aufgabe wird geübt, das in der Gruppe vorhandene theoretische Wissen (aus anderen Lehrveranstaltungen wie Echtzeitsysteme, Software-Engineering - Einführung, C++ Praktikum, Digitale Regelungssysteme) gezielt zur Lösung der praktischen Aufgabe einzusetzen. <ul style="list-style-type: none"> • Praktische Programmiererfahrung mit C++ bei der Entwicklung eingebetteter Systemsoftware aus dem Bereich des autonomen Fahrens anhand eines Modellautos • Anwenden von Regelungs- und Steuerungsmethoden aus dem Bereich des autonomen Fahrens • Einsatz von Software-Engineering-Techniken (Design, Dokumentation, Test, ...) eines nicht trivialen eingebetteten Software-Systems mit harten Echtzeit-Anforderungen und beschränkten Ressourcen (Speicher, ...) • Nutzung eines vorgegebenen Software-Rahmenwerks und Anwendung von weiteren Bibliotheken inklusive eines modular aufgebauten (Echtzeit-)Betriebssystems • Einsatz von Source-Code-Management-Systemen, Zeiterfassungswerkzeugen und sonstigen Projektmanagement-Tools • Präsentation von Projektergebnissen im Rahmen von Vorträgen 				
3	Qualifikationsziele / Lernergebnisse Studierende, die an diesem Modul erfolgreich teilgenommen haben, sind in der Lage, zu einer vorgegebenen Problemstellung ein größeres Softwareprojekt in einem interdisziplinären Team eigenständig zu organisieren und auszuführen. Die Teilnehmer erwerben folgende Fähigkeiten im Detail: <ul style="list-style-type: none"> • Eigenständiges Einarbeiten in ein vorgegebenes Rahmenwerk und vorgefertigten Bibliotheken • Umsetzung von theoretischem Wissen in ein Softwaresystem • Umfangreicher Einsatz von Werkzeugen zur Versions-, Konfiguration- und Änderungsverwaltung • Realistische Zeitplanung und Ressourceneinteilung (Projektmanagement) • Entwicklung von Hardware-/Software-Systemen mit C++ unter Berücksichtigung wichtiger Einschränkungen eingebetteter Systeme • Planung und Durchführung umfangreicherer Qualitätssicherungsmaßnahmen • Zusammenarbeit und Kommunikation in und zwischen mehreren Teams 				
4	Voraussetzung für die Teilnahme				

	<p>Empfohlen:</p> <ul style="list-style-type: none"> • ETiT, WI-ETiT (DT), iST, Informatik: Grundlegende Softwaretechnik-Kenntnisse sowie vertiefte Kenntnisse • objektorientierter Programmiersprachen (insbesondere: C++) <p>Zusätzlich erwünscht:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Grundlagen der Entwicklung von Echtzeitsystemen oder der Bildverarbeitung • ETiT, WI-ETiT (AUT), MEC: Grundlagen der Regelungstechnik, Reglerentwurf im Zustandsraum, ggf. Grundlagen der digitalen Regelung
5	<p>Prüfungsform Modulabschlussprüfung:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Modulprüfung (Studienleistung, Mündliche Prüfung, Dauer: 30 Min., Standard BWS)
6	<p>Voraussetzung für die Vergabe von Leistungspunkten Bestehen der Modulabschlussprüfung</p>
7	<p>Benotung Modulabschlussprüfung:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Modulprüfung (Studienleistung, Mündliche Prüfung, Gewichtung: 100 %)
8	<p>Verwendbarkeit des Moduls M.Sc. etit, M.Sc. iST, M.Sc. MEC, M.Sc. WI-etit</p>
9	<p>Literatur https://www.es.tu-darmstadt.de/lehre/aktuelle-veranstaltungen/ps-af-i/ und Moodle</p>
10	<p>Kommentar</p>

Modulbeschreibung

Modulname					
Modellierung, Spezifikation und Semantik					
Modul Nr. 20-00-0013	Leistungspunkte 5 CP	Arbeitsaufwand 150 h	Selbststudium 105 h	Moduldauer 1 Semester	Angebotsturnus Jedes 2. Semester
Sprache Deutsch			Modulverantwortliche Person Studiendekan/Studiendekanin		
1	Kurse des Moduls				
	Kurs Nr.	Kursname	Arbeitsaufwand (CP)	Lehrform	SWS
	20-00-0013-iv	Modellierung, Spezifikation und Semantik	5	Integrierte Veranstaltung	3
2	Lerninhalt				
	<ul style="list-style-type: none"> • Modellbegriff und Bedeutung von Modellen in der Informatik • Einführung in die diskrete Modellierung mit logischen und algebraischen Konzepten • Interpretation und Angemessenheit formaler Modelle • Abstraktion, Verfeinerung, Komposition und Zerlegen von Modellen • strukturiertes Vorgehen bei der Modellierung und Umgang mit Entwurfsentscheidungen • Syntax und operationale Semantik von Programmiersprachen • Einführung in Spezifikationsprachen • Syntax und denotationale Semantik von Spezifikationsprachen • elementare Beweistechniken und deren Verwendung • Modellierung von Systemen und Anforderungen • Modellierung von Koordination und Kommunikation in nebenläufigen Systemen 				
3	Qualifikationsziele / Lernergebnisse				
	<p>Nach erfolgreicher Teilnahme an der Veranstaltung kennen Studierende grundlegende Konzepte und Methoden aus den Bereichen Modellierung, Spezifikation und Semantik. Sie können Prädikatenlogik und algebraische Konzepte zur Präzisierung von informell gegebenen Sachverhalten verwenden und die Angemessenheit formaler Modelle von Systemen beurteilen. Sie können diskrete Modelle schrittweise erstellen, mit den dabei notwendigen Entwurfsentscheidungen umgehen und während der formalen Modellierung als Hilfestellung auch informelle Notationen und Graphiken sinnvoll einsetzen. Sie kennen eine Auswahl relevanter, formaler Spezifikationsprachen und können mindestens eine solche Sprache einsetzen. Sie verstehen die Trennung zwischen Syntax und Semantik formaler Sprachen und können sowohl Aussagen über konkrete Programme und Spezifikationen als auch einfache Metaaussagen über Programmier- und Spezifikationsprachen beweisen. Sie können Systemanforderungen denotationell formalisieren und die Angemessenheit solcher Formalisierungen beurteilen.</p>				
4	Voraussetzung für die Teilnahme				
	<p>Empfohlen: Erfolgreiche Teilnahme an den Pflichtveranstaltungen "Automaten, formale Sprachen und Entscheidbarkeit" und "Aussagen- und Prädikatenlogik" bzw. anderweitig erworbene, vergleichbare Kompetenzen in formalen Sprachen, Automaten, Logik und Kalkülen.</p>				
5	Prüfungsform				
	<p>Bausteinbegleitende Prüfung:</p> <p>[20-00-0013-iv] (Fachprüfung, Klausur, Standard)</p> <p>Klausur (Dauer 90 min.)</p>				
6	Voraussetzung für die Vergabe von Leistungspunkten				
	<p>Bestehen der Prüfung (100%)</p>				

7	<p>Benotung [20-00-0013-iv] (Fachprüfung, Klausur, Gewichtung: 100%, Standard)</p> <p>In dieser Veranstaltung findet eine Anrechnung von vorlesungsbegleitenden Leistungen statt, die lt. §25(2) der 6. Novelle der Allgemeinen Prüfungsbestimmungen der TU Darmstadt und den vom Fachbereich Informatik am 14.07.2022 beschlossenen Anrechnungsregeln zu einer Notenverbesserung um bis zu 1.0 führen kann.</p>
8	<p>Verwendbarkeit des Moduls B. Sc. Informatik</p> <p>Lehramt an Gymnasien – Fach Informatik</p> <p>Kann in anderen Studiengängen verwendet werden.</p>
9	<p>Literatur U. Kastens, H. Kleine Büning: Modellierung - Grundlagen und formale Methoden, Hanser G. Winskel: The Formal Semantics of Programming Languages, MIT Press C. A. R. Hoare: Communicating Sequential Processes, Prentice-Hall Die Literaturempfehlungen werden kontinuierlich aktualisiert.</p>
10	<p>Kommentar</p>

Modulbeschreibung

Modulname					
Visual Computing					
Modul Nr. 20-00-0014	Leistungspunkte 5 CP	Arbeitsaufwand 150 h	Selbststudium 105 h	Moduldauer 1 Semester	Angebotsturnus Jedes 2. Semester
Sprache Deutsch			Modulverantwortliche Person Studiendekan/Studiendekanin		
1	Kurse des Moduls				
	Kurs Nr.	Kursname	Arbeitsaufwand (CP)	Lehrform	SWS
	20-00-0014-iv	Visual Computing	5	Integrierte Veranstaltung	3
2	Lerninhalt <ul style="list-style-type: none">• Grundlagen der Wahrnehmung• Grundlagen der Fouriertransformation• Bilder, Bildfilterung, -kompression & -verarbeitung• Grundlagen der Objekterkennung• Geometrische Transformationen• Grundlagen der 3D-Rekonstruktion• Oberflächen- und Szenenrepräsentationen• Renderingverfahren• Farbe: Wahrnehmung, Räume & Modelle• Grundlagen der n-dimensionalen Informationsvisualisierung• Benutzeroberflächen & Multimedia Retrieval				
3	Qualifikationsziele / Lernergebnisse <p>Nach erfolgreichem Besuch der Veranstaltung beschreiben Studierende die Grundkonzepte sowie grundlegende Modelle und Methoden des Visual Computings. Sie erklären wichtige Verfahren zur Bildsynthese (Computergraphik & Visualisierung) sowie zur Bildanalyse (Computer Vision) und können damit einfache Bildsynthese- und -analyseaufgaben lösen.</p>				
4	Voraussetzung für die Teilnahme <p>Empfohlen: Der vorige (ggf. parallele) Besuch der Veranstaltungen "Mathematik I/II/III" oder vergleichbarer Veranstaltungen</p>				
5	Prüfungsform <p>Bausteinbegleitende Prüfung:</p> <p>[20-00-0014-iv] (Fachprüfung, Klausur, Standard)</p> <p>Klausur (Dauer 90 min.)</p>				
6	Voraussetzung für die Vergabe von Leistungspunkten <p>Bestehen der Prüfung (100%)</p>				
7	Benotung <p>[20-00-0014-iv] (Fachprüfung, Klausur, Gewichtung: 100%, Standard)</p> <p>In dieser Veranstaltung findet eine Anrechnung von vorlesungsbegleitenden Leistungen statt, die lt. §25(2) der 6. Novelle der Allgemeinen Prüfungsbestimmungen der TU Darmstadt und den vom Fachbereich Informatik am 14.07.2022 beschlossenen Anrechnungsregeln zu einer Notenverbesserung um bis zu 1.0 führen kann.</p>				

8	Verwendbarkeit des Moduls B. Sc. Informatik Lehramt an Gymnasien – Fach Informatik Kann in anderen Studiengängen verwendet werden.
9	Literatur Literaturempfehlungen werden regelmäßig aktualisiert und beinhalten beispielsweise: <ul style="list-style-type: none">• R. Szeliski, “Computer Vision: Algorithms and Applications”, Springer 2011• B. Blundell, “An Introduction to Computer Graphics and Creative 3D Environments”, Springer 2008
10	Kommentar

Modulbeschreibung

Modulname					
Informationsmanagement					
Modul Nr. 20-00-0015	Leistungspunkte 5 CP	Arbeitsaufwand 150 h	Selbststudium 105 h	Moduldauer 1 Semester	Angebotsturnus Jedes 2. Semester
Sprache Deutsch			Modulverantwortliche Person Studiendekan/Studiendekanin		
1	Kurse des Moduls				
	Kurs Nr.	Kursname	Arbeitsaufwand (CP)	Lehrform	SWS
	20-00-0015-iv	Informationsmanagement	5	Integrierte Veranstaltung	3
2	<p>Lerninhalt</p> <p>Grundkonzepte des Informationsmanagements: Strukturierte und unstrukturierte Daten (Text) als wichtige Datenquellen Relevanz des Informationsmanagements (Betriebliche Informationssysteme) Überblick zu Data Science und dessen Teilgebieten</p> <p>Teil 1: Strukturierte Daten / Datenbanken</p> <p>Datenmodellierung: Konzeptuelle Datenmodelle (ER / UML Strukturdiagramme) Konzeptueller Entwurf Logisches Datenmodelle (relationales Modell) Abbildung vom konzeptuellen auf das logische Modell</p> <p>Relationale Abfragesprachen: SQL (im Detail) Relationale Algebra</p> <p>Datenbanktheorie: Funktionale Abhängigkeiten Entwurfstheorie und Normalisierung</p> <p>Implementierung von Datenbanksystemen: Physische Datenspeicherung Abfrageverarbeitung und -optimierung Transaktionsverarbeitung</p> <p>Aktuelle Trends im Bereich Datenbanken: Hauptspeicherdatenbanken & spaltenbasierte Datenhaltung NoSQL Datenbanken Big Data Systeme</p> <p>Teil 2: Unstrukturierte Daten / Textverarbeitung</p> <p>Grundlagen unstrukturierter Daten: Kodierung und Speicherung unstrukturierter Textdaten Erstellung und Annotation von Text-Korpora Lexikalische Ressourcen und Wissensdatenbanken</p> <p>Natürliche Sprachverarbeitung: Segmentierungsverfahren</p>				

	<p>Syntaktische und semantische Analyseverfahren</p> <p>Weitere Anwendungen für unstrukturierte Daten: Informationssuche Informationsextraktion</p> <p>Weiterführende Themen: Einführung in das Forschungsdatenmanagement Datenkuration und -visualisierung Dokumentation und Archivierung</p>
3	<p>Qualifikationsziele / Lernergebnisse</p> <p>Studierende kennen nach erfolgreichem Besuch der Veranstaltung die Grundlagen des Informationsmanagements und Anwendungen des Informationsmanagements (Betriebliche Informationssysteme aber auch Data Science).</p> <p>Sie verstehen Umgang mit strukturierten und unstrukturierten Daten und entsprechenden Verfahren und Ansätzen zur Informationsverarbeitung.</p> <p>Ein Ausblick auf weiterführende Themen (z.B. Forschungsdatenmanagement) und aktuelle Trends des Informationsmanagements (z.B. Big Data) wird gegeben.</p>
4	<p>Voraussetzung für die Teilnahme</p> <p>Empfohlen: Erfolgreicher Besuch der Vorlesungen „Funktionale und objektorientierte Programmierkonzepte“ und „Algorithmen und Datenstrukturen“ bzw. entsprechende Kenntnisse aus anderen Studiengängen</p>
5	<p>Prüfungsform</p> <p>Bausteinbegleitende Prüfung:</p> <p>[20-00-0015-iv] (Fachprüfung, Klausur, Standard)</p> <p>Klausur (Dauer 90 min.)</p>
6	<p>Voraussetzung für die Vergabe von Leistungspunkten</p> <p>Bestehen der Prüfung (100%)</p>
7	<p>Benotung</p> <p>[20-00-0015-iv] (Fachprüfung, Klausur, Gewichtung: 100%, Standard)</p> <p>In dieser Veranstaltung findet eine Anrechnung von vorlesungsbegleitenden Leistungen statt, die lt. §25(2) der 6. Novelle der Allgemeinen Prüfungsbestimmungen der TU Darmstadt und den vom Fachbereich Informatik am 14.07.2022 beschlossenen Anrechnungsregeln zu einer Notenverbesserung um bis zu 1.0 führen kann.</p>
8	<p>Verwendbarkeit des Moduls</p> <p>B. Sc. Informatik</p> <p>B.Sc. Wirtschaftsinformatik</p> <p>Lehramt an Gymnasien – Fach Informatik</p> <p>Kann in anderen Studiengängen verwendet werden.</p>
9	<p>Literatur</p> <p>Wird jeweils aktuell bekanntgegeben, Beispiele sind</p> <p>Teil 1:</p> <p>Kemper, Alfons: "Datenbanksysteme: Eine Einführung"</p>

	Haerder, Rahm, "Datenbanksysteme - Konzepte und Techniken der Implementierung" Hector Garcia-Molina: "Database Systems" Teil 2: Jurafsky, Dan und Martin, James H.: "Speech and Language Processing"
10	Kommentar

Modulbeschreibung

Modulname					
Software Engineering					
Modul Nr. 20-00-0017	Leistungspunkte 5 CP	Arbeitsaufwand 150 h	Selbststudium 105 h	Moduldauer 1 Semester	Angebotsturnus Jedes 2. Semester
Sprache Deutsch			Modulverantwortliche Person Studiendekan/Studiendekanin		
1	Kurse des Moduls				
	Kurs Nr.	Kursname	Arbeitsaufwand (CP)	Lehrform	SWS
	20-00-0017-iv	Software Engineering	5	Integrierte Veranstaltung	3
2	Lerninhalt Vermittlung eines grundlegenden Überblicks über die wesentlichen Bereiche des Software Engineering sowie der Kenntnisse und Fähigkeiten, die für die Modellierung und Realisierung kleinerer Softwaresysteme notwendig sind. Die Schwerpunkthemen sind: <ul style="list-style-type: none"> • Anforderungsanalyse • Domänenmodellierung • Objektorientierte Analyse und Entwurf • Softwarearchitektur • Software Qualität; insbesondere: • Verifikation (u.a. Testen und statische Analyse) • Softwaremetriken • Entwurfsmuster (Design Patterns) • Refaktorisierung • Evolution und Softwarevariabilität 				
3	Qualifikationsziele / Lernergebnisse Nach dem erfolgreichen Abschluss der Veranstaltung sind die Studierenden in der Lage folgende Aufgaben zu bewältigen: <ul style="list-style-type: none"> • Die wesentlichen Bereiche des Software Engineering zu benennen und im Kontext eines Softwareentwicklungsprojekts einzuordnen • Durchführung einer Anforderungsanalyse • Qualitätssicherung durch Verifikationstechniken beherrschen • Modellierung, Entwurf und Implementierung objektorientierter Systeme mit Hilfe grundlegender Entwurfsmuster • Fähigkeit einen Entwurf kritisch zu bewerten und gegebenenfalls zu verbessern 				
4	Voraussetzung für die Teilnahme Empfohlen: Der vorherige Besuch von „Funktionale und objektorientierte Programmierkonzepte“ und „Algorithmen und Datenstrukturen“ oder vergleichbaren Veranstaltungen				
5	Prüfungsform Bausteinbegleitende Prüfung: [20-00-0017-iv] (Fachprüfung, Klausur, Standard) Klausur (Dauer 90 min.)				

6	Voraussetzung für die Vergabe von Leistungspunkten Bestehen der Prüfung (100%)
7	Benotung Bausteinbegleitende Prüfung: [20-00-0017-iv] (Fachprüfung, Klausur, Gewichtung: 100%, Standard) In dieser Veranstaltung findet eine Anrechnung von vorlesungsbegleitenden Leistungen statt, die lt. §25(2) der 6. Novelle der Allgemeinen Prüfungsbestimmungen der TU Darmstadt und den vom Fachbereich Informatik am 14.07.2022 beschlossenen Anrechnungsregeln zu einer Notenverbesserung um bis zu 1.0 führen kann.
8	Verwendbarkeit des Moduls B. Sc. Informatik B.Sc. Wirtschaftsinformatik JBA Informatik B.Sc. Informationssystemtechnik Lehramt an Gymnasien – Fach Informatik Kann in anderen Studiengängen verwendet werden.
9	Literatur <ul style="list-style-type: none"> • Software Engineering; Ian Sommerville; Pearson • Design Patterns - Elements of Reusable Object-Oriented Software; E. Gamma, R. Helm, R. Johnson, J. Vlissides; Prentice Hall • Refactoring: Wie Sie das Design bestehender Software verbessern; Martin Fowler; mitp Professional • Writing Effective Use Cases; A. Cockburn; Pearson
10	Kommentar

Modulbeschreibung

Modulname					
Graphische Datenverarbeitung I					
Modul Nr. 20-00-0040	Leistungspunkte 6 CP	Arbeitsaufwand 180 h	Selbststudium 120 h	Moduldauer 1 Semester	Angebotsturnus Jedes 2. Semester
Sprache Deutsch			Modulverantwortliche Person Koordinatoren/Koordinatorinnen Wahlbereich Software und Hardware		
1	Kurse des Moduls				
	Kurs Nr.	Kursname	Arbeitsaufwand (CP)	Lehrform	SWS
	20-00-0040-iv	Graphische Datenverarbeitung I	0	Integrierte Veranstaltung	4
2	Lerninhalt Einführung in die Grundlagen der Computergraphik, insb. Ein- u. Ausgabegeräte, Rendering Pipeline am Beispiel von OpenGL, räumliche Datenstrukturen, Beleuchtungsmodelle, Ray Tracing, aktuelle Entwicklungen in der Computergraphik				
3	Qualifikationsziele / Lernergebnisse Nach erfolgreichem Besuch dieser Veranstaltung sind Studierende in der Lage alle Komponenten der Graphikpipeline zu verstehen und dadurch variable Bestandteile (Vertex-Shader, Fragment-Shader, etc.) anzupassen. Sie können Objekte im 3D-Raum anordnen, verändern und effektiv speichern, sowie die Kamera und die Perspektive entsprechend wählen und verschiedene Shading-Techniken und Beleuchtungsmodelle nutzen, um alle Schritte auf dem Weg zum dargestellten 2D-Bild anzupassen.				
4	Voraussetzung für die Teilnahme Empfohlen: <ul style="list-style-type: none"> • Programmierkenntnisse • Kenntnisse über grundlegende Algorithmen und Datenstrukturen • Kenntnisse im Bereich Lineare Algebra • Kenntnisse im Bereich Analysis • Inhalte der Vorlesung „Visual Computing“ oder einer vergleichbaren Veranstaltung 				
5	Prüfungsform Bausteinbegleitende Prüfung: [20-00-0040-iv] (Fachprüfung, mündliche / schriftliche Prüfung, Standard) Die Form der Prüfung wird zu Beginn der Lehrveranstaltung bekannt gegeben. Möglich ist eine oder eine Kombination von maximal zwei der nachfolgend aufgeführten Formen. Klausur (Dauer 60 oder 90 oder 120 Minuten), Mündliche Prüfung (Dauer 15 oder 30 Minuten), Hausübungen (optional: einschließlich Testaten)				
6	Voraussetzung für die Vergabe von Leistungspunkten Bestehen der Prüfung (100%)				
7	Benotung Bausteinbegleitende Prüfung:				

	<ul style="list-style-type: none"> [20-00-0040-iv] (Fachprüfung, mündliche / schriftliche Prüfung, Gewichtung: 100%, Standard) <p>In dieser Veranstaltung findet eine Anrechnung von vorlesungsbegleitenden Leistungen statt, die lt. §25(2) der 6. Novelle der Allgemeinen Prüfungsbestimmungen der TU Darmstadt und den vom Fachbereich Informatik am 14.07.2022 beschlossenen Anrechnungsregeln zu einer Notenverbesserung um bis zu 1.0 führen kann.</p>
8	<p>Verwendbarkeit des Moduls</p> <p>B. Sc. Informatik</p> <p>M. Sc. Informatik</p> <p>M. Sc. Computer Science</p> <p>M. Sc. Autonome Systeme und Robotik</p> <p>M.Sc. IT Sicherheit</p> <p>Kann in anderen Studiengängen verwendet werden.</p>
9	<p>Literatur</p> <ul style="list-style-type: none"> • Real-Time Rendering: Tomas Akenine-Möller, Eric Haines, Naty Hoffman A.K. Peters Ltd., 3rd edition, ISBN 987-1-56881-424-7 • Fundamentals of Computer Graphics: Peter Shirley, Steve Marschner, third edition, ISBN 979-1-56881-469-8 • Weitere aktuelle Literaturhinweise werden in der Veranstaltung gegeben.
10	<p>Kommentar</p>

Modulbeschreibung

Modulname					
Graphische Datenverarbeitung II					
Modul Nr. 20-00-0041	Leistungspunkte 6 CP	Arbeitsaufwand 180 h	Selbststudium 120 h	Moduldauer 1 Semester	Angebotsturnus Jedes 2. Semester
Sprache Deutsch			Modulverantwortliche Person Koordinatoren/Koordinatorinnen Wahlbereich Software und Hardware		
1	Kurse des Moduls				
	Kurs Nr.	Kursname	Arbeitsaufwand (CP)	Lehrform	SWS
	20-00-0041-iv	Graphische Datenverarbeitung II	0	Integrierte Veranstaltung	4
2	Lerninhalt Grundlagen der verschiedenen Objekt- und Oberflächen-Repräsentationen in der graphischen Datenverarbeitung. Kurven und Oberflächen (Polynome, Splines, RBF) Interpolation und Approximation, Displaytechniken, Algorithmen: de Casteljau, de Boor, Oslo, etc. Volumen und implizite Oberflächen. Visualisierungstechniken, Iso-Surfaces, MLS, Oberflächen-Rendering, Marching-Cubes. Polygonnetze. Netz Kompression, Netz-Vereinfachung, Multiskalen Darstellung, Subdivision. Punktwolken: Renderingtechniken, Oberflächen-Rekonstruktion, Voronoi-Diagramme und Delaunay-Triangulierung.				
3	Qualifikationsziele / Lernergebnisse Nach erfolgreichem Besuch dieser Veranstaltung sind Studierende in der Lage mit diversen Objekt- und Oberflächen-Repräsentationen umzugehen, das heißt diese zu verwenden, anzupassen, anzuzeigen (rendern) und effektiv zu speichern. Dazu gehören mathematisch polynomiale Repräsentationen, Iso-oberflächen, Volumen Darstellungen, implizite Oberflächen, Polygonnetze, Subdivision-Kontrollnetze und Punktwolken.				
4	Voraussetzung für die Teilnahme Empfohlen: Der vorherige Besuch von „Algorithmen und Datenstrukturen“ und „Graphische Datenverarbeitung I“ oder vergleichbaren Veranstaltungen Kenntnisse über Grundlagen aus der Höheren Mathematik Programmierkenntnisse in C / C++				
5	Prüfungsform Bausteinbegleitende Prüfung: [20-00-0041-iv] (Fachprüfung, mündliche / schriftliche Prüfung, Standard) Die Form der Prüfung wird zu Beginn der Lehrveranstaltung bekannt gegeben. Möglich ist eine oder eine Kombination von maximal zwei der nachfolgend aufgeführten Formen. Klausur (Dauer 60 oder 90 oder 120 Minuten), Mündliche Prüfung (Dauer 15 oder 30 Minuten), Hausübungen (optional: einschließlich Testaten)				
6	Voraussetzung für die Vergabe von Leistungspunkten Bestehen der Prüfung (100%)				
7	Benotung Bausteinbegleitende Prüfung:				

	<ul style="list-style-type: none"> • [20-00-0041-iv] (Fachprüfung, mündliche / schriftliche Prüfung, Gewichtung: 100%, Standard) <p>In dieser Veranstaltung findet eine Anrechnung von vorlesungsbegleitenden Leistungen statt, die lt. §25(2) der 6. Novelle der Allgemeinen Prüfungsbestimmungen der TU Darmstadt und den vom Fachbereich Informatik am 14.07.2022 beschlossenen Anrechnungsregeln zu einer Notenverbesserung um bis zu 1.0 führen kann.</p>
8	<p>Verwendbarkeit des Moduls</p> <p>B. Sc. Informatik</p> <p>M. Sc. Informatik</p> <p>M. Sc. Computer Science</p> <p>M.Sc. IT Sicherheit</p> <p>Kann in anderen Studiengängen verwendet werden.</p>
9	<p>Literatur</p> <ul style="list-style-type: none"> • Real-Time Rendering: Tomas Akenine-Möller, Eric Haines, Naty Hoffman A.K. Peters Ltd., 3rd edition, ISBN 987-1-56881-424-7 • Weitere aktuelle Literaturhinweise werden in der Veranstaltung gegeben.
10	<p>Kommentar</p>

Modulbeschreibung

Modulname					
Data Mining und Maschinelles Lernen					
Modul Nr. 20-00-0052	Leistungspunkte 6 CP	Arbeitsaufwand 180 h	Selbststudium 120 h	Moduldauer 1 Semester	Angebotsturnus Jedes 2. Semester
Sprache Deutsch und Englisch			Modulverantwortliche Person Koordinatoren/Koordinatorinnen Wahlbereich Künstliche Intelligenz		
1	Kurse des Moduls				
	Kurs Nr.	Kursname	Arbeitsaufwand (CP)	Lehrform	SWS
	20-00-0052-iv	Maschinelles Lernen: Symbolische Ansätze	6	Integrierte Veranstaltung	4
2	Lerninhalt				
	<p>Durch die rasante Entwicklung der Informationstechnologie sind immer größere Datenmengen verfügbar. Diese enthalten oft implizites Wissen, das, wenn es bekannt wäre, große wirtschaftliche oder wissenschaftliche Bedeutung hätte. Data Mining ist ein Forschungsgebiet, das sich mit der Suche nach potentiell nützlichem Wissen in großen Datenmengen beschäftigt, und Maschinelles Lernverfahren gehören zu den Schlüsseltechnologien innerhalb dieses Gebiets.</p> <p>Die Vorlesung bietet eine Einführung in das Gebiet des Maschinellen Lernens unter dem besonderen Aspekt des Data Minings. Es werden Verfahren aus verschiedenen Paradigmen des Maschinellen Lernens mit exemplarischen Anwendungen vorgestellt. Um das Wissen zu operationalisieren, werden in den Übungen praktische Erfahrungen mit Lernalgorithmen gesammelt.</p> <ul style="list-style-type: none"> ● Einführung (Grundbegriffe, Lernprobleme, Konzepte, Beispiele, Repräsentation) ● Regel-Lernen <ul style="list-style-type: none"> ○ Lernen einzelner Regeln (Generalisierung und Spezialisierung, Strukturierte Hypothesenräume, Version Spaces) ○ Lernen von Regel-Mengen (Covering Strategie, Evaluierungsmaße für Regeln, Pruning, Mehr-Klassenprobleme) ● Evaluierung und kosten-sensitives Lernen (Accuracy, X-Val, ROC-Kurven, Cost-Sensitive Learning) ● Instanzenbasiertes Lernen (kNN, IBL, NEAR, RISE) ● Entscheidungsbaum-Lernen (ID3, C4.5, etc.) ● Ensemble-Methoden (Bias/Variance, Bagging, Randomization, Boosting, Stacking, ECOCs) ● Pre-Processing (Feature Subset Selection, Diskretisierung, Sampling, Data Cleaning) ● Clustering und Lernen von Assoziationsregeln (Apriori) 				
3	Qualifikationsziele / Lernergebnisse				
	<p>Nach der erfolgreichen Absolvierung dieser Lehrveranstaltung sind die Studierenden in der Lage</p> <ul style="list-style-type: none"> ● grundlegende Techniken des Data Mining und Maschinellen Lernens zu verstehen und erklären ● praktische Data Mining Systeme selbständig einsetzen und deren Stärken und Schwächen verstehen ● neue Entwicklungen auf diesem Gebiet kritisch beurteilen 				
4	Voraussetzung für die Teilnahme				
5	Prüfungsform				
	<p>Bausteinbegleitende Prüfung:</p> <p>[20-00-0052-iv] (Fachprüfung, mündliche / schriftliche Prüfung, Standard)</p> <p>Die Form der Prüfung wird zu Beginn der Lehrveranstaltung bekannt gegeben. Möglich ist eine oder eine</p>				

	<p>Kombination von maximal zwei der nachfolgend aufgeführten Formen.</p> <p>Klausur (Dauer 60 oder 90 oder 120 Minuten), Mündliche Prüfung (Dauer 15 oder 30 Minuten), Hausübungen (optional: einschließlich Testaten)</p>
6	<p>Voraussetzung für die Vergabe von Leistungspunkten</p> <p>Bestehen der Prüfung (100%)</p>
7	<p>Benotung</p> <p>Bausteinbegleitende Prüfung:</p> <ul style="list-style-type: none"> • [20-00-0052-iv] (Fachprüfung, mündliche / schriftliche Prüfung, Gewichtung: 100%, Standard) <p>In dieser Veranstaltung findet eine Anrechnung von vorlesungsbegleitenden Leistungen statt, die lt. §25(2) der 6. Novelle der Allgemeinen Prüfungsbestimmungen der TU Darmstadt und den vom Fachbereich Informatik am 14.07.2022 beschlossenen Anrechnungsregeln zu einer Notenverbesserung um bis zu 1.0 führen kann.</p>
8	<p>Verwendbarkeit des Moduls</p> <p>B. Sc. Informatik</p> <p>M. Sc. Informatik</p> <p>M. Sc. Computer Science</p> <p>M. Sc. Autonome Systeme und Robotik</p> <p>M. Sc. Artificial Intelligence and Machine Learning</p> <p>M. Sc. IT Sicherheit</p> <p>Kann in anderen Studiengängen verwendet werden.</p>
9	<p>Literatur</p> <ul style="list-style-type: none"> • Mitchell: Machine Learning, McGraw-Hill, 1997 • Ian H. Witten and Eibe Frank: Data Mining: Practical Machine Learning Tools and Techniques with Java Implementations, Morgan-Kaufmann, 1999
10	<p>Kommentar</p>

Modulbeschreibung

Modulname					
Algorithmische Modellierung / Grundlagen des Operations Research					
Modul Nr. 20-00-0113	Leistungspunkte 6 CP	Arbeitsaufwand 180 h	Selbststudium 120 h	Moduldauer 1 Semester	Angebotsturnus Jedes 2. Semester
Sprache Deutsch			Modulverantwortliche Person Koordinatoren/Koordinatorinnen Wahlbereich Theorie		
1	Kurse des Moduls				
	Kurs Nr.	Kursname	Arbeitsaufwand (CP)	Lehrform	SWS
	20-00-0113-iv	Algorithmische Modellierung / Grundlagen des Operations Research	0	Integrierte Veranstaltung	4
2	Lerninhalt <ul style="list-style-type: none"> - Algorithmische Optimierungssprachen wie OPL und Eclipse - Modellierung innerhalb eines restriktiven Modellierungsrahmens (zum Beispiel lineare Optimierung oder ganzzahlige lineare Optimierung) - Modellierung als kombinatorische Optimierungsprobleme (z.B. Netzwerkflussprobleme, Färbungsprobleme, Wegeprobleme) - Komplexe Fallbeispiele aus der Praxis, z.B. Anwendungen in Logistik, deterministisches und stochastisches Scheduling 				
3	Qualifikationsziele / Lernergebnisse Nachdem Studierende erfolgreich diese Veranstaltung besucht haben, <ul style="list-style-type: none"> - kennen sie Modellierungsstrategien für Entscheidungs-, Konstruktions- und Optimierungsprobleme - können sie zwei algorithmische Modellierungssprachen anwenden - können sie komplexe Probleme adäquat modellieren 				
4	Voraussetzung für die Teilnahme Empfohlen: „Algorithmen und Datenstrukturen“ oder vergleichbar				
5	Prüfungsform Bausteinbegleitende Prüfung: [20-00-0113-iv] (Fachprüfung, mündliche / schriftliche Prüfung, Standard) Die Form der Prüfung wird zu Beginn der Lehrveranstaltung bekannt gegeben. Möglich ist eine oder eine Kombination von maximal zwei der nachfolgend aufgeführten Formen. Klausur (Dauer 60 oder 90 oder 120 Minuten), Mündliche Prüfung (Dauer 15 oder 30 Minuten), Hausübungen (optional: einschließlich Testaten)				
6	Voraussetzung für die Vergabe von Leistungspunkten Bestehen der Prüfung (100%)				
7	Benotung Bausteinbegleitende Prüfung: [20-00-0113-iv] (Fachprüfung, mündliche / schriftliche Prüfung, Gewichtung: 100%, Standard) In dieser Veranstaltung findet eine Anrechnung von vorlesungsbegleitenden Leistungen statt, die lt. §25(2) der 6. Novelle der Allgemeinen Prüfungsbestimmungen der TU Darmstadt und den vom Fachbereich Informatik am 14.07.2022 beschlossenen Anrechnungsregeln zu einer Notenverbesserung um bis zu 1.0				

	führen kann.
8	Verwendbarkeit des Moduls B.Sc. Informatik M.Sc. Informatik M. Sc. IT Sicherheit Kann in anderen Studiengängen verwendet werden.
9	Literatur Wird in der Veranstaltung bekannt gegeben.
10	Kommentar

Modulbeschreibung

Modulname					
Virtuelle und Erweiterte Realität					
Modul Nr. 20-00-0160	Leistungspunkte 6 CP	Arbeitsaufwand 180 h	Selbststudium 120 h	Moduldauer 1 Semester	Angebotsturnus Jedes 2. Semester
Sprache Deutsch			Modulverantwortliche Person Koordinatoren/Koordinatorinnen Wahlbereich Software und Hardware		
1	Kurse des Moduls				
	Kurs Nr.	Kursname	Arbeitsaufwand (CP)	Lehrform	SWS
	20-00-0160-iv	Virtual and Augmented Reality	0	Integrierte Veranstaltung	4
2	Lerninhalt Im Rahmen dieser Lehrveranstaltung werden zuerst die Grundlagen, Begriffsbildungen und Referenzmodelle zur Einordnung der Thematik im Rahmen der Computer-Graphik/Computer-Vision aufgezeigt. Aufbauend darauf werden die besonderen Technologien, Algorithmen und Standards der Augmented Reality (AR) und der Virtual Reality (VR) behandelt. Dazu gehören: <ul style="list-style-type: none"> • Datenschnittstellen (Standards, Vorverarbeitung, Systeme, etc.) • Interaktionstechniken (z.B. Interaktion mit Hilfe von Rangekameras) • Darstellungsverfahren (z.B. Echtzeit-Rendering) • Web-basierte VR/AR • Computer-Vision-basiertes Tracking für Augmented-Reality • Augmented Reality mit Rangekamera-Technologien • Augmented Reality auf Smartphonesystemen Schließlich werden diese Techniken an Beispielen aktueller Forschungsarbeiten aus den Bereichen „AR/VR-Wartungsunterstützung“ und „AR/VR-gestützte Präsentation von Kulturgütern“ dokumentiert.				
3	Qualifikationsziele / Lernergebnisse Studierende kennen nach erfolgreichem Besuch der Veranstaltung die Anforderungen und Problematiken von Virtual/Augmented Reality und sie wissen, für welche Problemstellungen diese Technologien eingesetzt werden können. Sie kennen die Standards, mit deren Hilfe VR/AR-Anwendungen spezifiziert werden, insb. wissen die Studierenden, welche Computer-Vision-Technologien eingesetzt werden können, um in verschiedenen Umgebungen die Kamerapose stabil zu tracken.				
4	Voraussetzung für die Teilnahme Empfohlen: Grundlagen der Graphischen Datenverarbeitung (GDV)				
5	Prüfungsform Bausteinbegleitende Prüfung: [20-00-0160-iv] (Fachprüfung, mündliche / schriftliche Prüfung, Standard) Die Form der Prüfung wird zu Beginn der Lehrveranstaltung bekannt gegeben. Möglich ist eine oder eine Kombination von maximal zwei der nachfolgend aufgeführten Formen. Klausur (Dauer 60 oder 90 oder 120 Minuten), Mündliche Prüfung (Dauer 15 oder 30 Minuten), Hausübungen (optional: einschließlich Testaten)				
6	Voraussetzung für die Vergabe von Leistungspunkten Bestehen der Prüfung (100%)				
7	Benotung Bausteinbegleitende Prüfung:				

	<ul style="list-style-type: none"> [20-00-0160-iv] (Fachprüfung, mündliche / schriftliche Prüfung, Gewichtung: 100%, Standard)
8	Verwendbarkeit des Moduls B. Sc. Informatik M. Sc. Informatik M. Sc. Computer Science M. Sc. Autonome Systeme und Robotik M.Sc. IT Sicherheit Kann in anderen Studiengängen verwendet werden.
9	Literatur Dörner, R., Broll, W., Grimm, P., Jung, B. Virtual und Augmented Reality (VR / AR)
10	Kommentar

Modulbeschreibung

Modulname					
Optimierung statischer und dynamischer Systeme					
Modul Nr. 20-00-0186	Leistungspunkte 10 CP	Arbeitsaufwand 300 h	Selbststudium 210 h	Moduldauer 1 Semester	Angebotsturnus Jedes 2. Semester
Sprache Deutsch			Modulverantwortliche Person Prof. Dr. rer. nat. Oskar von Stryk		
1	Kurse des Moduls				
	Kurs Nr.	Kursname	Arbeitsaufwand (CP)	Lehrform	SWS
	20-00-0186-iv	Optimierung statischer und dynamischer Systeme	0	Integrierte Veranstaltung	6
2	Lerninhalt Optimierung statischer Systeme: - nichtlineare Optimierung ohne und mit Nebenbedingungen, notwendige Bedingungen - numerische Newton-Typ- und SQP-Verfahren - nichtlineare kleinste Quadrate - gradientenfreie Optimierungsverfahren - praktische Aspekte wie Problemformulierung, Approximation von Ableitungen, Verfahrensparameter, Bewertung einer berechneten Lösung Optimierung dynamischer Systeme: - Parameteroptimierungs- und Schätzprobleme - optimale Steuerungsprobleme - Maximumprinzip und notwendige Bedingungen - numerische Verfahren zur Berechnung optimaler Trajektorien - optimale Rückkopplungssteuerung - linear-quadratischer Regulator Anwendungen und Fallstudien aus den Ingenieurwissenschaften und der Robotik Theoretische und praktische Übungen sowie Programmieraufgaben zur Vertiefung der Fachkenntnisse und methodischen Fähigkeiten				
3	Qualifikationsziele / Lernergebnisse Studierende besitzen nach erfolgreicher Teilnahme grundlegende Kenntnisse und methodische Fähigkeiten der Konzepte und Berechnungsverfahren der Optimierung statischer und dynamischer Systeme und deren Anwendungen bei Optimierungsaufgaben in den Ingenieurwissenschaften.				
4	Voraussetzung für die Teilnahme grundlegende mathematische Kenntnisse und Fähigkeiten in Linearer Algebra, Analysis mehrerer Veränderlicher und Grundlagen gewöhnlicher Differentialgleichungen				
5	Prüfungsform Bausteinbegleitende Prüfung: <ul style="list-style-type: none"> • [20-00-0186-iv] (Fachprüfung, mündliche / schriftliche Prüfung, Standard) In dieser Vorlesung findet eine Anrechnung von vorlesungsbegleitenden Leistungen statt, die lt. § 25 (2) der 5. Novelle der APB und den vom FB 20 am 30.3.2017 beschlossenen Anrechnungsregeln zu einer Notenverbesserung um bis zu 1.0 führen kann.				
6	Voraussetzung für die Vergabe von Leistungspunkten Bestehen der Prüfung (100%)				

7	<p>Benotung Bausteinbegleitende Prüfung:</p> <ul style="list-style-type: none"> [20-00-0186-iv] (Fachprüfung, mündliche / schriftliche Prüfung, Gewichtung: 100%, Standard)
8	<p>Verwendbarkeit des Moduls B.Sc. Informatik M.Sc. Informatik B.Sc. Computational Engineering M.Sc. Computational Engineering M.Sc. Wirtschaftsinformatik B.Sc. Psychologie in IT Joint B.A. Informatik B.Sc. Sportwissenschaft und Informatik M.Sc. Sportwissenschaft und Informatik</p> <p>Kann im Rahmen fachübergreifender Angebote auch in anderen Studiengängen verwendet werden.</p>
9	<p>Literatur - vorlesungsbegleitende Folien</p> <p>zu einzelnen Themen der Lehrveranstaltung:</p> <ul style="list-style-type: none"> - J. Nocedal, S.J. Wright: Numerical Optimization, Springer - C.T. Kelley: Iterative Methods for Optimization, SIAM Frontiers in Applied Mathematics - L.M. Rios, N.V. Sahinidis: Derivative-free optimization: a review of algorithms and comparison of software implementations, Journal of Global Optimization (2013) 56:1247-1293 - A.E. Bryson, Y.-C. Ho: Applied Optimal Control: Optimization, Estimation and Control, CRC Press - J.T. Betts: Practical Methods for Optimal Control and Estimation Using Nonlinear Programming, SIAM Advances in Design and Control
10	<p>Kommentar</p>

Modulbeschreibung

Modulname					
Statistisches Maschinelles Lernen					
Modul Nr. 20-00-0358	Leistungspunkte 6 CP	Arbeitsaufwand 180 h	Selbststudium 120 h	Moduldauer 1 Semester	Angebotsturnus Jedes 2. Semester
Sprache Englisch			Modulverantwortliche Person Koordinatoren/Koordinatorinnen Wahlbereich Künstliche Intelligenz		
1	Kurse des Moduls				
	Kurs Nr.	Kursname	Arbeitsaufwand (CP)	Lehrform	SWS
	20-00-0358-iv	Statistisches Maschinelles Lernen	6	Integrierte Veranstaltung	4
2	Lerninhalt - Statistische Methodik für das Maschinelle Lernen - Auffrischung zu Statistik, Optimierung und Linearer Algebra - Bayes'sche Entscheidungstheorie - Wahrscheinlichkeitsdichtenschätzung - Nichtparametrische Modelle - Mixtur Modelle und der EM-Algorithmus - Lineare Modelle zur Klassifikation und Regression - Statistische Lerntheorie - Kernel Methoden zur Klassifikation und Regression				
3	Qualifikationsziele / Lernergebnisse Die Lehrveranstaltung ist eine systematische Einführung in die Grundlagen und Methodik des statistischen maschinellen Lernens. Nach erfolgreichem Abschluss der Lehrveranstaltung verstehen Studierende die wichtigsten Methoden und Ansätze des Statischen Maschinellen Lernens. Sie können maschinelle Lernverfahren anwenden, um eine Vielzahl neuer Probleme zu lösen.				
4	Voraussetzung für die Teilnahme				
5	Prüfungsform Bausteinbegleitende Prüfung: [20-00-0358-iv] (Fachprüfung, mündliche / schriftliche Prüfung, Standard) Die Form der Prüfung wird zu Beginn der Lehrveranstaltung bekannt gegeben. Möglich ist eine oder eine Kombination von maximal zwei der nachfolgend aufgeführten Formen. Klausur (Dauer 60 oder 90 oder 120 Minuten), Mündliche Prüfung (Dauer 15 oder 30 Minuten), Hausübungen (optional: einschließlich Testaten)				
6	Voraussetzung für die Vergabe von Leistungspunkten Bestehen der Prüfung (100%)				
7	Benotung Bausteinbegleitende Prüfung: <ul style="list-style-type: none"> • [20-00-0358-iv] (Fachprüfung, mündliche / schriftliche Prüfung, Gewichtung: 100%, Standard) In dieser Veranstaltung findet eine Anrechnung von vorlesungsbegleitenden Leistungen statt, die lt. §25(2) der 6. Novelle der Allgemeinen Prüfungsbestimmungen der TU Darmstadt und den vom Fachbereich				

	Informatik am 14.07.2022 beschlossenen Anrechnungsregeln zu einer Notenverbesserung um bis zu 1.0 führen kann.
8	<p>Verwendbarkeit des Moduls</p> <p>B. Sc. Informatik</p> <p>M. Sc. Informatik</p> <p>M. Sc. Computer Science</p> <p>M. Sc. Autonome Systeme und Robotik</p> <p>M. Sc. Artificial Intelligence and Machine Learning</p> <p>M. Sc. IT Sicherheit</p> <p>Kann in anderen Studiengängen verwendet werden.</p>
9	<p>Literatur</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. C.M. Bishop, Pattern Recognition and Machine Learning (2006), Springer 2. K.P. Murphy, Machine Learning: a Probabilistic Perspective (expected 2012), MIT Press 3. D. Barber, Bayesian Reasoning and Machine Learning (2012), Cambridge University Press 4. T. Hastie, R. Tibshirani, and J. Friedman (2003), The Elements of Statistical Learning, Springer Verlag 5. D. MacKay, Information Theory, Inference, and Learning Algorithms (2003), Cambridge University Press 6. R.O. Duda, P.E. Hart, and D.G. Stork, Pattern Classification (2nd ed. 2001), Wiley-Interscience 7. T.M. Mitchell, Machine Learning (1997), McGraw-Hill
10	Kommentar

Modulbeschreibung

Modulname					
Programmierung Massiv-Paralleler Prozessoren					
Modul Nr. 20-00-0419	Leistungspunkte 6 CP	Arbeitsaufwand 180 h	Selbststudium 120 h	Moduldauer 1 Semester	Angebotsturnus Jedes 2. Semester
Sprache Englisch			Modulverantwortliche Person Koordinatoren/Koordinatorinnen Wahlbereich Software und Hardware		
1	Kurse des Moduls				
	Kurs Nr.	Kursname	Arbeitsaufwand (CP)	Lehrform	SWS
	20-00-0419-iv	Programmierung Massiv-Paralleler Prozessoren	0	Integrierte Veranstaltung	4
2	Lerninhalt - Grundlagen massiv-paralleler Hardware mit einem Schwerpunkt auf modernen Beschleunigern - parallele Algorithmen - effiziente Programmierung massiv-paralleler Systeme - praktische Programmierprojekte mit Co-Betreuung durch einen Wissenschaftler au seiner Anwendungsdomain				
3	Qualifikationsziele / Lernergebnisse Nach dem erfolgreichen Besuch der Veranstaltung sind Studierende dazu in der Lage, Problemstellungen im Kontext massiv-paralleler Systeme zu analysieren. Sie können selbständig neue Anwendungen entwickeln und ihre Performanz systematisch verbessern. Sie verstehen grundlegende parallele Algorithmen und Programmierparadigmen und können sich selbständig aktuelle Literatur erarbeiten.				
4	Voraussetzung für die Teilnahme Empfohlen: solide Programmierkenntnisse in C/C++ Kenntnisse in paralleler Programmierung				
5	Prüfungsform Bausteinbegleitende Prüfung: [20-00-0419-iv] (Fachprüfung, mündliche / schriftliche Prüfung, Standard) Die Form der Prüfung wird zu Beginn der Lehrveranstaltung bekannt gegeben. Möglich ist eine oder eine Kombination von maximal zwei der nachfolgend aufgeführten Formen. Klausur (Dauer 60 oder 90 oder 120 Minuten), Mündliche Prüfung (Dauer 15 oder 30 Minuten), Hausübungen (optional: einschließlich Testaten)				
6	Voraussetzung für die Vergabe von Leistungspunkten Bestehen der Prüfung (100%)				
7	Benotung Bausteinbegleitende Prüfung: [20-00-0419-iv] (Fachprüfung, mündliche / schriftliche Prüfung, Gewichtung: 100%, Standard)				

	In dieser Veranstaltung findet eine Anrechnung von vorlesungsbegleitenden Leistungen statt, die lt. §25(2) der 6. Novelle der Allgemeinen Prüfungsbestimmungen der TU Darmstadt und den vom Fachbereich Informatik am 14.07.2022 beschlossenen Anrechnungsregeln zu einer Notenverbesserung um bis zu 1.0 führen kann.
8	Verwendbarkeit des Moduls B. Sc. Informatik M. Sc. Informatik M. Sc. Computer Science M. Sc. Autonome Systeme und Robotik M. Sc. IT Sicherheit Kann in anderen Studiengängen verwendet werden.
9	Literatur Wird in der Veranstaltung bekanntgegeben.
10	Kommentar

Modulbeschreibung

Modulname					
Lernende Roboter					
Modul Nr. 20-00-0629	Leistungspunkte 6 CP	Arbeitsaufwand 180 h	Selbststudium 120 h	Moduldauer 1 Semester	Angebotsturnus Jedes 2. Semester
Sprache Deutsch und Englisch			Modulverantwortliche Person Koordinatoren/Koordinatorinnen Wahlbereich Künstliche Intelligenz		
1	Kurse des Moduls				
	Kurs Nr.	Kursname	Arbeitsaufwand (CP)	Lehrform	SWS
	20-00-0629-v1	Lernende Roboter	6	Vorlesung	4
2	Lerninhalt				
	<ul style="list-style-type: none"> - Grundlagen aus der Robotik und des Maschinellen Lernens für Lernende Roboter - Maschinellen Lernen von Modellen - Repräsentation einer Policy. Hierarchische Abstraktion mit Bewegungsprimitiven - Imitationslernen - Optimale Steuerung mit gelernten Modellen - Reinforcement Learning und Policy Search-Verfahren - Inverses Reinforcement Learning 				
3	Qualifikationsziele / Lernergebnisse				
	<p>Nach erfolgreichem Abschluss der Lehrveranstaltung verstehen Studierende die Grundlagen des Maschinellen Lernens und der Robotik. Sie können maschinelle Lernverfahren anwenden um einen Roboter zu befähigen, neue Aufgaben zu erlernen. Studierende verstehen die Grundlagen von Reinforcement Learning und können verschiedene Algorithmen anwenden um eine Policy des Roboters aufgrund von Interaktion mit der Umgebung zu erlernen. Sie verstehen den Unterschied zwischen Imitation Learning, Reinforcement Learning, Policy Search und Inverse Reinforcement Learning und können einschätzen, wann sie welchen Ansatz verwenden sollen. Sie können diese Ansätze auch problemlos auf geeignete Aufgabenstellungen anwenden.</p>				
4	Voraussetzung für die Teilnahme				
	Empfohlen: Gute Programmierkenntnisse in Matlab und der vorherige Besuch von „Statistisches Maschinelles Lernen“ oder einer vergleichbaren Veranstaltung sind hilfreich aber nicht zwingend erforderlich				
5	Prüfungsform				
	<p>Bausteinbegleitende Prüfung:</p> <p>[20-00-0629-v1] (Fachprüfung, mündliche / schriftliche Prüfung, Standard)</p> <p>Die Form der Prüfung wird zu Beginn der Lehrveranstaltung bekannt gegeben. Möglich ist eine oder eine Kombination von maximal zwei der nachfolgend aufgeführten Formen.</p> <p>Klausur (Dauer 60 oder 90 oder 120 Minuten), Mündliche Prüfung (Dauer 15 oder 30 Minuten), Hausübungen (optional: einschließlich Testaten)</p>				
6	Voraussetzung für die Vergabe von Leistungspunkten				
	Bestehen der Prüfung (100%)				
7	Benotung				
	<p>Bausteinbegleitende Prüfung:</p> <ul style="list-style-type: none"> • [20-00-0629-v1] (Fachprüfung, mündliche / schriftliche Prüfung, Gewichtung: 100%, Standard) 				

	In dieser Veranstaltung findet eine Anrechnung von vorlesungsbegleitenden Leistungen statt, die lt. §25(2) der 6. Novelle der Allgemeinen Prüfungsbestimmungen der TU Darmstadt und den vom Fachbereich Informatik am 14.07.2022 beschlossenen Anrechnungsregeln zu einer Notenverbesserung um bis zu 1.0 führen kann.
8	<p>Verwendbarkeit des Moduls</p> <p>B. Sc. Informatik</p> <p>M. Sc. Informatik</p> <p>M. Sc. Computer Science</p> <p>M. Sc. Autonome Systeme und Robotik</p> <p>M. Sc. Artificial Intelligence and Machine Learning</p> <p>M. Sc. IT Sicherheit</p> <p>Kann in anderen Studiengängen verwendet werden.</p>
9	<p>Literatur</p> <p>Deisenroth, M. P.; Neumann, G.; Peters, J. (2013). A Survey on Policy Search for Robotics, Foundations and Trends in Robotics</p> <p>Kober, J; Bagnell, D.; Peters, J. (2013). Reinforcement Learning in Robotics: A Survey, International Journal of Robotics Research</p> <p>C.M. Bishop, Pattern Recognition and Machine Learning (2006),</p> <p>R. Sutton, A. Barto. Reinforcement Learning - an Introduction</p> <p>Nguyen-Tuong, D.; Peters, J. (2011). Model Learning in Robotics: a Survey</p>
10	Kommentar

Modulbeschreibung

Modulname					
Optimierungsalgorithmen					
Modul Nr. 20-00-0667	Leistungspunkte 6 CP	Arbeitsaufwand 180 h	Selbststudium 120 h	Moduldauer 1 Semester	Angebotsturnus Jedes 2. Semester
Sprache Deutsch			Modulverantwortliche Person Koordinatoren/Koordinatorinnen Wahlbereich Theorie		
1	Kurse des Moduls				
	Kurs Nr.	Kursname	Arbeitsaufwand (CP)	Lehrform	SWS
	20-00-0667-iv	Optimierungsalgorithmen	6	Integrierte Veranstaltung	4
2	Lerninhalt Algorithmische Standardansätze für komplexe diskrete Optimierungsprobleme, bspw. Evolutionsstrategien, dynamische Programmierung, Branch-and-Bound u.Ä.				
3	Qualifikationsziele / Lernergebnisse In der Veranstaltung erwerben Studierende systematische Kenntnis generischer algorithmischer Ansätze in der diskreten Optimierung sowie die Fähigkeit, komplexe diskrete Optimierungsprobleme Ziel führend algorithmisch anzugehen.				
4	Voraussetzung für die Teilnahme Empfohlen: Der vorherige Besuch von „Funktionale und objektorientierte Programmierkonzepte“ und „Algorithmen und Datenstrukturen“ oder vergleichbaren Veranstaltungen.				
5	Prüfungsform Bausteinbegleitende Prüfung: <ul style="list-style-type: none"> • [20-00-0667-iv] (Fachprüfung, mündliche / schriftliche Prüfung, Standard) Die Form der Prüfung wird zu Beginn der Lehrveranstaltung bekannt gegeben. Möglich ist eine oder eine Kombination von maximal zwei der nachfolgend aufgeführten Formen. Klausur (Dauer 60 oder 90 oder 120 Minuten), Mündliche Prüfung (Dauer 15 oder 30 Minuten), Hausübungen (optional: einschließlich Testaten)				
6	Voraussetzung für die Vergabe von Leistungspunkten Bestehen der Prüfung (100%)				
7	Benotung Bausteinbegleitende Prüfung: <ul style="list-style-type: none"> • [20-00-0667-iv] (Fachprüfung, mündliche / schriftliche Prüfung, Gewichtung: 100%, Standard) In dieser Veranstaltung findet eine Anrechnung von vorlesungsbegleitenden Leistungen statt, die lt. §25(2) der 6. Novelle der Allgemeinen Prüfungsbestimmungen der TU Darmstadt und den vom Fachbereich Informatik am 14.07.2022 beschlossenen Anrechnungsregeln zu einer Notenverbesserung um bis zu 1.0 führen kann.				
8	Verwendbarkeit des Moduls B. Sc. Informatik M. Sc. Informatik M. Sc. Autonome Systeme und Robotik				

	M. Sc. Artificial Intelligence and Machine Learning M. Sc. IT Sicherheit Kann in anderen Studiengängen verwendet werden.
9	Literatur Wird in der Veranstaltung bekannt gegeben
10	Kommentar

Modulbeschreibung

Modulname					
Grundlagen der Robotik					
Modul Nr. 20-00-0735	Leistungspunkte 10 CP	Arbeitsaufwand 300 h	Selbststudium 210 h	Moduldauer 1 Semester	Angebotsturnus Jedes 2. Semester
Sprache Deutsch			Modulverantwortliche Person Koordinatoren/Koordinatorinnen Wahlbereich Software und Hardware		
1	Kurse des Moduls				
	Kurs Nr.	Kursname	Arbeitsaufwand (CP)	Lehrform	SWS
	20-00-0735-iv	Grundlagen der Robotik	0	Integrierte Veranstaltung	6
2	Lerninhalt Die Lehrveranstaltung behandelt räumliche Darstellungen und Transformationen, Manipulatorkinematik, Fahrzeugkinematik, kinematische Geschwindigkeit, Jacobi-Matrix, Roboterdynamik, Robotersensoren und -antriebe, Roboterregelungen, Bahnplanung, Lokalisierung und Navigation mobiler Roboter, Roboterautonomie und Roboterentwicklung. Theoretische und praktische Übungen sowie Programmieraufgaben dienen zur Vertiefung der Lehrinhalte.				
3	Qualifikationsziele / Lernergebnisse Studierende besitzen nach erfolgreicher Teilnahme die für grundlegende Untersuchungen und ingenieurwissenschaftliche Entwicklungen in der Robotik notwendigen grundlegenden Fachkenntnisse und methodischen Fähigkeiten im Bereich der Modellierung, Kinematik, Dynamik, Regelung, Bahnplanung, Navigation, Wahrnehmung und Autonomie von Robotern.				
4	Voraussetzung für die Teilnahme Empfohlen: grundlegende mathematische Kenntnisse und Fähigkeiten aus den Bereichen Lineare Algebra, Analysis mehrerer Veränderlicher und gewöhnliche Differentialgleichungen				
5	Prüfungsform Bausteinbegleitende Prüfung: [20-00-0735-iv] (Fachprüfung, mündliche / schriftliche Prüfung, Standard) Die Form der Prüfung wird zu Beginn der Lehrveranstaltung bekannt gegeben. Möglich ist eine oder eine Kombination von maximal zwei der nachfolgend aufgeführten Formen. Klausur (Dauer 60 oder 90 oder 120 Minuten), Mündliche Prüfung (Dauer 15 oder 30 Minuten), Hausübungen (optional: einschließlich Testaten)				
6	Voraussetzung für die Vergabe von Leistungspunkten Bestehen der Prüfung (100%)				
7	Benotung Bausteinbegleitende Prüfung: [20-00-0735-iv] (Fachprüfung, mündliche / schriftliche Prüfung, Gewichtung: 100%, Standard) In dieser Veranstaltung findet eine Anrechnung von vorlesungsbegleitenden Leistungen statt, die lt. §25(2) der 6. Novelle der Allgemeinen Prüfungsbestimmungen der TU Darmstadt und den vom Fachbereich Informatik am 14.07.2022 beschlossenen Anrechnungsregeln zu einer Notenverbesserung um bis zu 1.0 führen kann.				

8	<p>Verwendbarkeit des Moduls</p> <p>B. Sc. Informatik</p> <p>M. Sc. Informatik</p> <p>M. Sc. Autonome Systeme und Robotik</p> <p>M. Sc. Artificial Intelligence and Machine Learning</p> <p>M. Sc. IT Sicherheit</p> <p>Kann in anderen Studiengängen verwendet werden.</p>
9	<p>Literatur</p> <p>- vorlesungsbegleitendes Skript und Vorlesungsfolien</p> <p>Umfassende Übersicht der Robotik:</p> <p>- B. Siciliano, O. Khatib: Springer Handbook of Robotics, Springer Verlag</p> <p>zu einzelnen Themen der Lehrveranstaltung:</p> <p>- J.J. Craig: Introduction to Robotics: Mechanics and Control, 3rd edition, Prentice Hall</p> <p>- M.W. Spong, S. Hutchinson, M. Vidyasagar: Robot Modeling and Control, Wiley</p> <p>- R. Siegwart, I.R. Nourbakhsh, D. Scaramuzza: Introduction to Autonomous Mobile Robots, MIT Press</p> <p>- H. Choset, K.M. Lurch, S. Hutchinson, G.A. Kantor, W. Burgard, L.E. Kavraki, S. Thrun: Principles of Robot Motion: Theory, Algorithms, and Implementations, Bradford</p> <p>- S. Thrun, W. Burgard, D. Fox: Probabilistic Robotics, MIT Press</p>
10	<p>Kommentar</p>

Modulbeschreibung

Modulname					
Deep Learning für Natural Language Processing					
Modul Nr. 20-00-0947	Leistungspunkte 6 CP	Arbeitsaufwand 180 h	Selbststudium 120 h	Moduldauer 1 Semester	Angebotsturnus Jedes 2. Semester
Sprache Deutsch			Modulverantwortliche Person Koordinatoren/Koordinatorinnen Wahlbereich Künstliche Intelligenz		
1	Kurse des Moduls				
	Kurs Nr.	Kursname	Arbeitsaufwand (CP)	Lehrform	SWS
	20-00-0947-iv	Deep Learning für Natural Language Processing	6	Integrierte Veranstaltung	4
2	<p>Lerninhalt</p> <p>Die Veranstaltung bietet eine Einführung in die grundlegenden Konzepte des Deep Learning und ihren Einsatz für Problemstellungen im Bereich Natural Language Processing (NLP).</p> <p>Zentrale Inhalte:</p> <ul style="list-style-type: none"> - grundlegende Konzepte des Deep Learning (e.g. Feed-Forward Netze, Hidden Layers, Backpropagation, Aktivierungs- und Loss-Funktionen) - Word Embeddings: Theorie, unterschiedliche Ansätze und Modelle, Verwendung in maschinellen Lernverfahren - neuronale Netzwerkarchitekturen (e.g. recurrent NN, recursive NN, convolutional NN) für verschiedene Gruppen von NLP-Problemen wie die Klassifikation von Dokumenten (z.B. Spamerkennung), die Bestimmung von Sequenzen (z.B. POS-Tagging, Named Entity Recognition) und komplexeren Strukturen (z.B. Chunking, Parsing, Semantic Role Labeling) <p>Die Veranstaltung strebt eine enge Verzahnung zwischen theoretischen Konzepten und ihrer praktischen Verwendung zur Lösung typischer Problemstellungen bei Datenanalyse auf freien Texten mit Hilfe von existierenden Programm-Bibliotheken in Python an.</p>				
3	<p>Qualifikationsziele / Lernergebnisse</p> <p>Nachdem Studierende die Veranstaltung abgeschlossen haben, können sie</p> <ul style="list-style-type: none"> - die grundlegenden Konzepte von neuronalen Netzen und Deep Learning erklären. - Word Embeddings erklären, trainieren und für die Lösung von NLP-Problemen einsetzen. - neuronale Netzwerkarchitekturen für NLP-Probleme wie die Klassifizierung von Dokumenten und das Bestimmen linguistischer Sequenzen (z.B. POS-Tagging) und Strukturen (z.B. Chunking) verstehen und beschreiben. - neuronale Netzwerke für NLP-Probleme mit Hilfe existierender Bibliotheken in Python implementieren. 				
4	<p>Voraussetzung für die Teilnahme</p> <p>Empfohlen: Grundlegende Mathematik- und Programmierkenntnisse</p>				
5	<p>Prüfungsform</p> <p>Bausteinbegleitende Prüfung:</p> <p>[20-00-0947-iv] (Fachprüfung, mündliche / schriftliche Prüfung, Standard)</p> <p>Die Form der Prüfung wird zu Beginn der Lehrveranstaltung bekannt gegeben. Möglich ist eine oder eine Kombination von maximal zwei der nachfolgend aufgeführten Formen.</p>				

	Klausur (Dauer 60 oder 90 oder 120 Minuten), Mündliche Prüfung (Dauer 15 oder 30 Minuten), Hausübungen (optional: einschließlich Testaten)
6	Voraussetzung für die Vergabe von Leistungspunkten Bestehen der Prüfung (100%)
7	Benotung Bausteinbegleitende Prüfung: <ul style="list-style-type: none"> • [20-00-0947-iv] (Fachprüfung, mündliche / schriftliche Prüfung, Gewichtung: 100%, Standard)
8	Verwendbarkeit des Moduls B. Sc. Informatik M. Sc. Informatik M. Sc. Computer Science M. Sc. Autonome Systeme und Robotik M. Sc. Artificial Intelligence and Machine Learning Kann in anderen Studiengängen verwendet werden.
9	Literatur
10	Kommentar

Modulbeschreibung

Modulname					
Deep Learning: Architectures & Methods					
Modul Nr. 20-00-1034	Leistungspunkte 6 CP	Arbeitsaufwand 180 h	Selbststudium 120 h	Moduldauer 1 Semester	Angebotsturnus Jedes 2. Semester
Sprache Englisch			Modulverantwortliche Person Koordinatoren/Koordinatorinnen Wahlbereich Künstliche Intelligenz		
1	Kurse des Moduls				
	Kurs Nr.	Kursname	Arbeitsaufwand (CP)	Lehrform	SWS
	20-00-1034-iv	Deep Learning: Architectures & Methods	6	Integrierte Veranstaltung	4
2	Lerninhalt <ul style="list-style-type: none"> • Auffrischung des Hintergrundwissens • Deep Feedforward Netze • Regularisierung im Deep Learning • Optimierung zum Training tiefer Netze • Convolutional tiefe Netze • Modellierung von Sequenzen durch Rekordernte und Rekursive Netze • Lineare Faktor Modelle • Autoenkoder • Repräsentationslernen • Strukturierte Probabilistische Modelle zum Deep Learning • Monte Carlo Methoden • Approximative Inferenz • Tiefe generative Modelle • Deep Reinforcement Learning • Deep Learning in Vision • Deep Learning in NLP 				
3	Qualifikationsziele / Lernergebnisse Dieser Kurs richtet sich an Studierende mit fortgeschrittener Erfahrung im maschinellen Lernen und vermittelt diesen Studierenden das notwendige Wissen, um eigenständig Forschungsprojekte im Bereich der Deep Learning durchzuführen, z.B. im Rahmen einer Bachelor- oder Masterarbeit. Dies betrifft sowohl ein grundlegendes Verständnis der algorithmischen Ansätze zum Deep Learning als auch die der Architekturen der tiefen Netze.				
4	Voraussetzung für die Teilnahme Empfohlen: Der vorherige Besuch von „Statistisches Maschinelles Lernen“ und „Data Mining und Maschinelles Lernen“ oder vergleichbarer Veranstaltungen				
5	Prüfungsform Bausteinbegleitende Prüfung: [20-00-1034-iv] (Fachprüfung, mündliche / schriftliche Prüfung, Standard) Die Form der Prüfung wird zu Beginn der Lehrveranstaltung bekannt gegeben. Möglich ist eine oder eine Kombination von maximal zwei der nachfolgend aufgeführten Formen.				

	Klausur (Dauer 60 oder 90 oder 120 Minuten), Mündliche Prüfung (Dauer 15 oder 30 Minuten), Hausübungen (optional: einschließlich Testaten)
6	Voraussetzung für die Vergabe von Leistungspunkten Bestehen der Prüfung (100%)
7	Benotung Bausteinbegleitende Prüfung: <ul style="list-style-type: none"> • [20-00-1034-iv] (Fachprüfung, mündliche / schriftliche Prüfung, Gewichtung: 100%, Standard)
8	Verwendbarkeit des Moduls B. Sc. Informatik M. Sc. Informatik M. Sc. Computer Science M. Sc. Autonome Systeme und Robotik M. Sc. Artificial Intelligence and Machine Learning Kann in anderen Studiengängen verwendet werden.
9	Literatur
10	Kommentar

Modulbeschreibung

Modulname					
Reinforcement Learning: Von Grundlagen zu den tiefen Ansätzen					
Modul Nr. 20-00-1047	Leistungspunkte 6 CP	Arbeitsaufwand 180 h	Selbststudium 120 h	Moduldauer 1 Semester	Angebotsturnus Jedes 2. Semester
Sprache Deutsch und Englisch			Modulverantwortliche Person Koordinatoren/Koordinatorinnen Wahlbereich Künstliche Intelligenz		
1	Kurse des Moduls				
	Kurs Nr.	Kursname	Arbeitsaufwand (CP)	Lehrform	SWS
	20-00-1047-iv	Reinforcement Learning: Von Grundlagen zu den tiefen Ansätzen	6	Integrierte Veranstaltung	4
2	Lerninhalt <ul style="list-style-type: none"> • Auffrischung des Hintergrundwissens • Black box Reinforcement Learning • Modellierung als Bandit, Markov Decision Processes und Partially Observable Markov Decision Processes • Optimale Steuerung und Regelung • Modellernen • Wertefunktionslernen • Policy Search • Tiefe Wertefunktion Methoden • Tiefe Policy Search Methoden • Exploration vs Exploitation • Hierarchisches Reinforcement Learning • Intrinsische Motivation 				
3	Qualifikationsziele / Lernergebnisse Dieser Kurs richtet sich an Studierende mit erster Erfahrung im maschinellen Lernen und vermittelt diesen Studierenden das notwendige Wissen, um eigenständig Forschungsprojekte im Bereich der Reinforcement Learning durchzuführen, z.B. im Rahmen einer Bachelor- oder Masterarbeit. Dies betrifft sowohl ein grundlegendes Verständnis der algorithmischen Ansätze zum Reinforcement Learning als auch Anwendungen von tiefen Netzen.				
4	Voraussetzung für die Teilnahme Empfohlen: Gute Programmierkenntnisse in Python. Der vorherige Besuch von „Statistisches Maschinelles Lernen“ oder einer vergleichbaren Veranstaltung ist hilfreich aber nicht zwingend erforderlich				
5	Prüfungsform Bausteinbegleitende Prüfung: [20-00-1047-iv] (Fachprüfung, mündliche / schriftliche Prüfung, Standard) Die Form der Prüfung wird zu Beginn der Lehrveranstaltung bekannt gegeben. Möglich ist eine oder eine Kombination von maximal zwei der nachfolgend aufgeführten Formen. Klausur (Dauer 60 oder 90 oder 120 Minuten), Mündliche Prüfung (Dauer 15 oder 30 Minuten), Hausübungen (optional: einschließlich Testaten)				

6	Voraussetzung für die Vergabe von Leistungspunkten Bestehen der Prüfung (100%)
7	Benotung Bausteinbegleitende Prüfung: <ul style="list-style-type: none"> • [20-00-1047-iv] (Fachprüfung, mündliche / schriftliche Prüfung, Gewichtung: 100%, Standard)
8	Verwendbarkeit des Moduls B. Sc. Informatik M. Sc. Informatik M. Sc. Computer Science M. Sc. Autonome Systeme und Robotik M. Sc. Artificial Intelligence and Machine Learning Kann in anderen Studiengängen verwendet werden.
9	Literatur
10	Kommentar