

TUHH

Technische
Universität
Hamburg



Universität Hamburg
DER FORSCHUNG | DER LEHRE | DER BILDUNG

Modulhandbuch

Bachelor of Science (B.Sc.)

Technomathematik

Kohorte: Wintersemester 2022

Stand: 5. August 2024

Inhaltsverzeichnis

Inhaltsverzeichnis	2
Studiengangsbeschreibung	4
Fachmodule der Kernqualifikation	6
Modul M0718: Lineare Algebra für Technomathematiker	6
Modul M0690: Analysis für Technomathematiker	8
Modul M1436: Prozedurale Programmierung für Informatiker	10
Modul M1847: Einführung in die Mechanik (Technomathematik)	12
Modul M0577: Nichttechnische Angebote im Bachelor	14
Modul M1519: Einführung in die Elektrotechnik (Technomathematik)	16
Modul M1432: Programmierparadigmen	18
Modul M1075: Numerische Mathematik	20
Modul M1113: Proseminar Technomathematik	22
Modul M1085: Mathematische Stochastik	23
Modul M1074: Höhere Analysis	25
Modul M0829: Grundlagen der Betriebswirtschaftslehre	28
Modul M1959: Seminar Technomathematik	31
Fachmodule der Vertiefung I. Mathematik	32
Modul M1052: Algebra	32
Modul M0715: Solvers for Sparse Linear Systems	34
Modul M1056: Funktionalanalysis	36
Modul M0692: Approximation und Stabilität	38
Modul M1062: Mathematische Statistik	40
Modul M1429: Komplexe Funktionen	42
Modul M1079: Differentialgeometrie	44
Modul M1080: Gewöhnliche Differentialgleichungen und Dynamische Systeme	46
Modul M1060: Optimierung	48
Modul M0852: Graphentheorie und Optimierung	50
Modul M1061: Maßtheoretische Konzepte der Stochastik	52
Modul M0714: Numerik gewöhnlicher Differentialgleichungen	54
Modul M1083: Diskrete Mathematik	56
Modul M1055: Funktionentheorie	58
Modul M1958: Risikotheorie	60
Modul M1552: Advanced Machine Learning	62
Modul M1966: Mathematische Bildverarbeitung	64
Modul M1973: Numerik partieller Differentialgleichungen	66
Modul M0716: Hierarchical Algorithms	68
Modul M1063: Stochastische Prozesse	70
Modul M1059: Approximation	72
Modul M1058: Einführung in die Mathematische Modellierung	74
Modul M1078: Geometrie	76
Modul M0941: Kombinatorische Strukturen und Algorithmen	78
Modul M1050: Graphentheorie	80
Modul M1051: Kombinatorische Optimierung	82
Modul M0720: Matrix Algorithms	84
Modul M1592: Statistik	86
Modul M0711: Numerische Mathematik II	88
Modul M1053: Elementare Zahlentheorie	90
Modul M1086: Praktische Statistik	92
Modul M1054: Topologie	94
Modul M1556: Mengenlehre und mathematische Logik	96
Modul M1668: Probability Theory	98
Fachmodule der Vertiefung II. Informatik	100
Modul M0732: Software Engineering	100
Modul M1595: Maschinelles Lernen I	102
Modul M0624: Automata Theory and Formal Languages	104
Modul M1586: Wissenschaftliche Programmierung	106
Modul M0730: Technische Informatik	108
Modul M0731: Functional Programming	110
Modul M0834: Computernetworks and Internet Security	112
Modul M1423: Algorithmen und Datenstrukturen	114
Modul M1594: Maschinelles Lernen II	116
Modul M1593: Data Mining	118
Modul M1249: Medical Imaging	120
Modul M0625: Databases	122
Modul M2046: Introduction to Quantum Computing	124
Modul M1977: Logic in Computer Science	126
Modul M1965: Mathematics of Constraint Satisfaction	127
Modul M0668: Algebraische Methoden in der Regelungstechnik	128
Modul M0754: Compiler Construction	130
Modul M0562: Computability and Complexity Theory	131
Fachmodule der Vertiefung III. Ingenieurwissenschaften	133

Modul M0706: Geotechnik I	133
Modul M0536: Grundlagen der Strömungsmechanik	135
Modul M0634: Einführung in Medizintechnische Systeme	138
Modul M0680: Strömungsmechanik	140
Modul M0757: Biochemie und Mikrobiologie	142
Modul M0938: Bioverfahrenstechnik - Grundlagen	145
Modul M1277: MED I: Einführung in die Anatomie	148
Modul M0610: Elektrische Maschinen und Antriebe	150
Modul M1278: MED I: Einführung in die Radiologie und Strahlentherapie	152
Modul M0671: Technische Thermodynamik I	154
Modul M0567: Theoretische Elektrotechnik I: Zeitunabhängige Felder	156
Modul M0755: Geotechnik II	158
Modul M0672: Signale und Systeme	160
Modul M1803: Technische Mechanik II (Elastostatik)	163
Modul M0580: Baustoffgrundlagen und Bauphysik	165
Modul M0687: Chemie	167
Modul M0740: Baustatik I	169
Modul M0933: Grundlagen der Werkstoffwissenschaften	171
Modul M0945: Bioverfahrenstechnik - Vertiefung	174
Modul M0808: Finite Elements Methods	176
Modul M1279: MED II: Einführung in die Biochemie und Molekularbiologie	178
Modul M0783: Messtechnik und Messdatenverarbeitung	180
Modul M0688: Technische Thermodynamik II	182
Modul M0568: Theoretische Elektrotechnik II: Zeitabhängige Felder	184
Modul M0538: Wärme- und Stoffübertragung	186
Modul M0675: Einführung in die Nachrichtentechnik und ihre stochastischen Methoden	188
Modul M1333: BIO I: Implantate und Frakturheilung	192
Modul M0655: Numerische Methoden der Thermofluidodynamik I	194
Modul M1804: Technische Mechanik III (Dynamik)	196
Modul M0833: Grundlagen der Regelungstechnik	198
Modul M0708: Elektrotechnik III: Netzwerktheorie und Transienten	200
Modul M1764: Bioprozesstechnik I	202
Modul M1761: Biologische und Biochemische Grundlagen	204
Modul M1280: MED II: Einführung in die Physiologie	206
Modul M0805: Technical Acoustics I (Acoustic Waves, Noise Protection, Psycho Acoustics)	207
Modul M0734: Elektrotechnisches Projektpraktikum	209
Modul M1005: Vertiefende Grundlagen der Werkstoffwissenschaften	210
Modul M0606: Numerical Algorithms in Structural Mechanics	214
Modul M0594: Grundlagen der Konstruktionslehre	216
Modul M0777: Halbleiterschaltungstechnik	218
Modul M0604: High-Order FEM	220
Modul M1805: Numerische Mechanik	222
Modul M2027: Modeling, Simulation and Optimization (EN)	224
Modul M1332: BIO I: Experimentelle Methoden der Biomechanik	225
Modul M1709: Applied optimization in energy and process engineering	227
Fachmodule der Vertiefung IV. Fachspezifische Fokussierung	229
Modul M1321: Technischer Ergänzungskurs I Technomathematik (laut FSPO)	229
Modul M1322: Technischer Ergänzungskurs II Technomathematik (laut FSPO)	230
Modul M1957: Mathematik im Transfer	231
Modul M1620: Ethik in der Informationstechnologie	232
Thesis	234
Modul M-001: Bachelorarbeit	234

Studiengangsbeschreibung

Inhalt

Technomathematik ist die Schlüsseltechnologie der Schlüsseltechnologien. Fast kein Produkt wird heute entworfen, hergestellt und vertrieben, ohne dass seine Funktionalität durch mathematische Modellierung entwickelt und überprüft worden ist. Technomathematik bezeichnet dabei diejenigen Bereiche der Mathematik, die eng mit Ingenieurwissenschaften und Industrie verbunden sind und an diesen Schnittstellen besonders benötigt werden. Illustrative Beispiele für derartige Verflechtungen sind unter anderem Kommunikationsnetzwerke und die auf ihnen laufenden Protokolle, die durch graphentheoretische Strukturen und Algorithmen abgebildet werden; chemische und biologische Prozesse, die durch Differentialgleichungssysteme beschrieben werden; Bildverarbeitung, die auf Variationsrechnung, nichtlinearen Differentialgleichungen und Wavelets beruht; oder Logistik, die ohne die Lösung von großen ganzzahligen Optimierungsproblemen nicht möglich ist.

Die sich ständig verkürzenden Innovationszyklen der Schlüsseltechnologien erfordern eine hohe Flexibilität, und diese ist nur durch mathematische Abstraktion zu gewährleisten. Trotz großer mathematischer Studienanteile stoßen Ingenieure in der Forschung aber häufig an die Grenzen der durch die sie einsetzbaren Mathematik, weil Probleme in den Anwendungen nicht mehr mit den Standard-Strategien zu bewältigen sind und es grundlegend neuer mathematischer Ansätze bedarf. Hier greifen dann Technomathematikerinnen und Technomathematiker ein.

Der Bachelorstudiengang Technomathematik bietet ein wissenschaftlich fundiertes, Grundlagenorientiertes Studium. Er ist im Kern als Mathematikstudium angelegt und enthält dementsprechend den in Deutschland üblichen Kanon (Lineare Algebra, Analysis, Numerik und Stochastik) vollständig als Pflichtmodule. Der Studiengang zeigt gleichzeitig aber auch vom ersten Studientag an durch eng verzahnte Vorlesungen in Informatik, Mechanik und Elektrotechnik, wie Mathematik im Ingenieurwesen eingesetzt wird und wie ihre Resultate computergestützt umgesetzt werden. Je nach Wahl der vertiefenden Module sind rund 60% bis 70% der Vorlesungen des Bachelorstudiengangs in der Mathematik angesiedelt. Der Rest der zu besuchenden Veranstaltungen vermittelt zu etwa gleichen Teilen Ingenieurwissenschaften und Informatik. Auf diese Weise wird den Studierenden einerseits eine zuverlässige mathematische Grundausbildung und andererseits durch die punktuelle Auswahl geeigneter Wahlpflichtmodule ein guter Einblick in die Modellbildung der verschiedenen Anwendungsfelder vermittelt.

Der Studiengang wird durch eine hochschulübergreifende Kooperation zwischen der Technischen Universität Hamburg (TUHH) und der Universität Hamburg (UHH) getragen und bietet dadurch eine Kombination aus einem sehr persönlichen Umfeld mit individuell auf das Zusammenwirken von Mathematik und Ingenieurwissenschaften abgestimmten Vorlesungen einerseits und einer breiten Fächervielfalt andererseits.

Berufliche Perspektiven

Die Absolventinnen und Absolventen werden durch den Bachelorstudiengang Technomathematik sowohl auf eine berufliche Tätigkeit in der (vorrangig technischen) Industrie, in Softwarefirmen und in der Unternehmensberatung, als auch auf ein einschlägiges Masterstudium vorbereitet. Ein erfolgreicher Abschluss des Bachelorstudiums Technomathematik an der TUHH ermöglicht die Aufnahme eines Masterstudiums in Mathematik oder Technomathematik, oder auch (nach individueller Abstimmung der Wahlpflichtmodule) in Informatik oder theoretischen Ingenieur- oder Wirtschaftsingenieurwissenschaften.

Das Alleinstellungsmerkmal von Technomathematikerinnen und Technomathematikern besteht darin, dass sie einerseits über ein tiefgehendes und zukunftsfestes Verständnis der mathematischen Fundamente verfügen, andererseits aber auch die ingenieurwissenschaftlichen Kenntnisse mitbringen, die für eine effiziente Zusammenarbeit im Ingenieurbereich benötigt wird.

Lernziele

Das Bachelorstudium Technomathematik soll die Studierenden sowohl auf eine berufliche Tätigkeit als auch auf ein einschlägiges Masterstudium vorbereiten. Das hierfür notwendige methodische Grundlagenwissen wird im Rahmen des Studiums erworben. Die Lernziele des Studiengangs werden durch ein Zusammenspiel von grundlegenden und weiterführenden Modulen aus Mathematik, Informatik und Ingenieurwissenschaften erreicht. Die Lernziele sind im Folgenden eingeteilt in die Kategorien Wissen, Fertigkeiten, Sozialkompetenz und Selbstständigkeit.

Wissen

Wissen konstituiert sich aus Theorien und Methoden. Es wird im Bachelorstudiengang Technomathematik auf folgenden Gebieten erworben:

1. Die Absolventinnen und Absolventen kennen die Grundlagen und Methoden der linearen Algebra, der Differentialrechnung in einer und in mehreren Veränderlichen, der höheren Analysis, der Stochastik und der Numerik. Sie können diese beschreiben und ihre Beweise skizzieren.
2. Die Absolventinnen und Absolventen kennen die Grundlagen und Methoden der Mechanik, und hier insbesondere der Statik und der Elastostatik. Sie können die axiomatische Vorgehensweise bei der Erarbeitung der mechanischen Zusammenhänge beschreiben, wesentliche Schritte der Modellbildung erläutern und Fachwissen aus dem Bereich der Stereostatik und der Elastostatik präsentieren.
3. Die Absolventinnen und Absolventen kennen die grundlegenden Theorien, Zusammenhänge und Methoden der elektrischen und magnetischen Feldberechnung und der linearen Netzwerktheorie.
4. Die Absolventinnen und Absolventen kennen die Grundlagen und Methoden der Programmierung. Von besonderer Bedeutung sind hier prozedurale und objektorientierte Programmiersprachen, Datenstrukturen und Algorithmen. Sie können diese beschreiben und bezüglich ihrer Komplexität bewerten.
5. Aufbauend auf den oben angeführten Grundlagenkenntnissen kennen die Absolventinnen und Absolventen die fortgeschrittenen Theorien und Methoden von ausgesuchten Teildisziplinen der Mathematik, Informatik und Ingenieurwissenschaften. Sie sind in der Lage, Zusammenhänge zwischen den Konzepten der einzelnen Fächer zu diskutieren und können erklären, wie diese Konzepte innerhalb der Technomathematik zusammengeführt werden.
6. Die Studierenden können die Grundlagen und Methoden der Betriebswirtschaftslehre wiedergeben und können einen Überblick über die relevanten sozialen, ethischen, ökologischen und ökonomischen Randbedingungen ihres Faches geben.

Fertigkeiten

Die Fähigkeit, erlerntes Wissen anzuwenden, um spezifische Probleme zu lösen, wird im Studiengang Technomathematik auf vielfältige Weise unterstützt:

1. Die Absolventinnen und Absolventen können Aufgabenstellungen aus der Analysis, der linearen Algebra, der Stochastik und der Numerik mit den erlernten Methoden lösen.
2. Die Absolventinnen und Absolventen können Aufgabenstellungen aus der Mechanik mit den erlernten Methoden lösen. Sie können insbesondere die wesentlichen Elemente der mathematischen und mechanischen Analyse und Modellbildung anwenden und im Kontext eigener Fragestellungen umsetzen, grundlegende Methoden der Statik und der Elastostatik auf Probleme des Ingenieurwesens anwenden und die Tragweite und Grenzen der eingeführten Methoden abschätzen, beurteilen und sich weiterführende Ansätze erarbeiten.
3. Die Absolventinnen und Absolventen können Aufgabenstellungen aus der Elektrotechnik mit den erlernten Methoden lösen. Sie können insbesondere die Grundgesetze der elektrischen und magnetischen Felder anwenden und die Beziehungen zwischen Feldgrößen aufstellen und auswerten. Widerstände, Kapazitäten und Induktivitäten einfacher Anordnungen können berechnet werden. Sie können die Beziehungen zwischen Strömen und Spannungen aufstellen, die Größen berechnen und Schaltungen dimensionieren.
4. Die Absolventinnen und Absolventen können einfache Algorithmen modellieren, programmieren und anpassen. Sie können Software entwerfen, testen und deren Komplexität abschätzen. Sie sind in der Lage, die unterschiedlichen Abstraktionsebenen heutiger Rechensysteme zu unterscheiden.
5. Die Absolventinnen und Absolventen sind in der Lage, sich weitere Zusammenhänge zwischen den kennengelernten Konzepten der Technomathematik selbstständig zu erschließen und können diese verifizieren. Sie können Aufgabenstellungen aus den Anwendungsgebieten der

Technomathematik mit Hilfe der kennengelernten Konzepte modellieren, geeignete Lösungsansätze entwickeln und verfolgen, die Ergebnisse kritisch auswerten und den Lösungsweg geeignet dokumentieren.

Sozialkompetenz

Sozialkompetenz umfasst die individuelle Fähigkeit und den Willen, zielorientiert mit anderen zusammen zu arbeiten, die Interessen der anderen zu erfassen, sich zu verständigen und die Arbeits- und Lebenswelt mitzugestalten.

1. Die Absolventinnen und Absolventen können Konzepte der Technomathematik schriftlich und mündlich adressatengerecht kommunizieren. Sie sind in der Lage das Verständnis der Gesprächspartner anhand von Beispielen zu vertiefen und können auf Nachfragen, Ergänzungen und Kommentare geeignet reagieren.
2. Die Absolventinnen und Absolventen können in fachlich homogenen und heterogenen Teams zusammenarbeiten. Sie beherrschen die Mathematik als gemeinsame Sprache und können diese gegebenenfalls auch anderen vermitteln. Sie sind in der Lage Teilaufgaben zu definieren, zu verteilen und zu integrieren. Sie können Vereinbarungen treffen und sozial interagieren.

Selbstständigkeit

Personale Kompetenzen umfassen neben der Kompetenz zum selbstständigen Handeln auch die System- und Lösungskompetenzen, allgemeine Problemstellungen auf spezifische Teilprobleme abzubilden sowie die Auswahl und das Beherrschen geeigneter Methoden und Verfahren zur Problemlösung.

1. Die Absolventinnen und Absolventen können selbstorganisiert und -motiviert über längere Zeiträume zielgerichtet an schwierigen Problemstellungen arbeiten.
2. Die Absolventinnen und Absolventen können sich selbstständig ein eingegrenztes Teilgebiet der Mathematik erschließen. Sie sind dabei insbesondere in der Lage, notwendige Informationen zu beschaffen und in den Kontext ihres Wissens zu setzen. Sie können eigenständig ihr Verständnis komplexer Konzepte überprüfen, noch offene Fragen auf den Punkt bringen und sich gegebenenfalls gezielt Hilfe holen.

Studiengangsstruktur

Das Curriculum des Bachelorstudiengangs Technomathematik ist wie folgt gegliedert:

- Kernqualifikation (insg. 105 LP):

Sie enthält Pflichtmodule aus den Grundlagen der Mathematik (Lineare Algebra, Analysis, Numerik, Stochastik; insg. 59 LP), der Informatik (insg. 12 LP), der Mechanik (insg. 8 LP) und der Elektrotechnik (insg. 8 LP). Diese Module werden in den ersten drei Semester belegt, von denen die ersten zwei Semester an der TUHH stattfinden und das dritte an der UHH.

Die Kernqualifikation enthält außerdem noch ein Proseminar und ein Seminar (insg. 6 LP), sowie die überfachlichen Pflichtmodule zur Betriebswirtschaftslehre und zu nichttechnischen Ergänzungskursen (je 6 LP).

- Vertiefungen (insg. 63 LP):

Die Vertiefungen werden im vierten bis sechsten Semester studiert. Es müssen Module aus den folgenden vier Vertiefungen gewählt werden.

- Vertiefung Mathematik (insg. 27 LP, Auswahl aus über 25 Modulen)
- Vertiefung Informatik (insg. 12 LP, Auswahl aus 15 Modulen)
- Vertiefung Ingenieurwissenschaften (insg. 12 LP, Auswahl aus über 30 Modulen)
- Vertiefung Fachspezifische Fokussierung (insg. 12 LP, Auswahl aus über 60 Modulen)

Die zuletzt genannte Vertiefung enthält Module aus den Bereichen Mathematik, Informatik und Ingenieurwissenschaften und ermöglicht den Studierenden eine individuelle Schwerpunktbildung in ihrem Studium.

- Bachelorarbeit (12 LP, 6. Semester)

Der Studienplan hat außerdem ein Mobilitätsfenster vorgesehen, sodass das fünfte Semester unter Umständen im Ausland absolviert werden kann.

Fachmodule der Kernqualifikation

Modul M0718: Lineare Algebra für Technomathematiker

Lehrveranstaltungen			
Titel	Typ	SWS	LP
Lineare Algebra 1 für Technomathematiker (L0587)	Vorlesung	4	5
Lineare Algebra 1 für Technomathematiker (L0588)	Gruppenübung	2	4
Lineare Algebra 2 für Technomathematiker (L0589)	Vorlesung	4	5
Lineare Algebra 2 für Technomathematiker (L0590)	Gruppenübung	2	4
Modulverantwortlicher	Prof. Sabine Le Borne		
Zulassungsvoraussetzungen	Keine		
Empfohlene Vorkenntnisse	Schulmathematik		
Modulziele/ angestrebte Lernergebnisse	Nach erfolgreicher Teilnahme haben die Studierenden die folgenden Lernergebnisse erreicht		
Fachkompetenz	<p><i>Wissen</i> Studierende können</p> <ul style="list-style-type: none"> die grundlegenden Begriffe der Linearen Algebra definieren, an Beispielen illustrieren und zueinander in Beziehung setzen, Beweisstrategien angeben, Beweisschritte zu zentralen Theoremen skizzieren. <p>Studierende sind außerdem in der Lage, wesentliche Schritte der Modellbildung zu erläutern und können dabei auf Anwendungsszenarien eingehen.</p> <p><i>Fertigkeiten</i> Studierende sind in der Lage,</p> <ul style="list-style-type: none"> die Werkzeuge der Linearen Algebra anzuwenden, Algorithmen (z.B. zum Lösen von Gleichungssystemen, zur Berechnung der Determinante oder zur Bestimmung von Eigenwerten und Eigenvektoren) in MATLAB zu implementieren und zu testen, Beweise für Aussagen der Linearen Algebra zu entwickeln und in nachvollziehbarer Weise zu dokumentieren. 		
Personale Kompetenzen	<p><i>Sozialkompetenz</i> Studierende können</p> <ul style="list-style-type: none"> in heterogen zusammengesetzten Teams (d.h. aus unterschiedlichen Studiengängen und mit unterschiedlichem Hintergrundwissen) zusammenarbeiten, sich theoretische Grundlagen erklären sowie bei praktischen Implementierungsaspekten der Algorithmen unterstützen, Lösungen/Beweise zu Übungsaufgaben adressatengerecht an der Tafel präsentieren (in der begleitenden Übung). <p><i>Selbstständigkeit</i> Studierende sind fähig,</p> <ul style="list-style-type: none"> selbst einzuschätzen, ob sie die begleitenden Übungsaufgaben besser allein oder im Team lösen, ihren Lernstand konkret zu beurteilen und gegebenenfalls gezielt Fragen zu stellen und Hilfe zu suchen, zusätzliche Informationen aus der Literatur zu gewinnen und in den Kontext der Vorlesung zu setzen. 		
Arbeitsaufwand in Stunden	Eigenstudium 372, Präsenzstudium 168		
Leistungspunkte	18		
Studienleistung	Keine		
Prüfung	Klausur		
Prüfungsdauer und -umfang	120 min		
Zuordnung zu folgenden Curricula	Orientierungsstudium: Kernqualifikation: Wahlpflicht Technomathematik: Kernqualifikation: Pflicht		

Lehrveranstaltung L0587: Lineare Algebra 1 für Technomathematiker	
Typ	Vorlesung
SWS	4
LP	5
Arbeitsaufwand in Stunden	Eigenstudium 94, Präsenzstudium 56
Dozenten	Prof. Sabine Le Borne, Prof. Anusch Taraz
Sprachen	DE
Zeitraum	WiSe
Inhalt	<ol style="list-style-type: none"> 1. Beweisprinzipien, Mengen, Relationen, Funktionen 2. Gruppen und Körper 3. Vektorräume 4. Anwendungen von Vektorräumen 5. Lineare Abbildungen 6. Polynome 7. Determinanten
Literatur	<ul style="list-style-type: none"> • G. Fischer, Lineare Algebra: Eine Einführung für Studienanfänger • A. Beutelspacher: Lineare Algebra: Eine Einführung in die Wissenschaft der Vektoren, Abbildungen und Matrizen • J. Liesen, V. Mehrmann: Lineare Algebra: Ein Lehrbuch über die Theorie mit Blick auf die Praxis • G. Strang: Introduction to Linear Algebra

Lehrveranstaltung L0588: Lineare Algebra 1 für Technomathematiker	
Typ	Gruppenübung
SWS	2
LP	4
Arbeitsaufwand in Stunden	Eigenstudium 92, Präsenzstudium 28
Dozenten	Prof. Sabine Le Borne, Prof. Anusch Taraz
Sprachen	DE
Zeitraum	WiSe
Inhalt	Siehe korrespondierende Vorlesung
Literatur	Siehe korrespondierende Vorlesung

Lehrveranstaltung L0589: Lineare Algebra 2 für Technomathematiker	
Typ	Vorlesung
SWS	4
LP	5
Arbeitsaufwand in Stunden	Eigenstudium 94, Präsenzstudium 56
Dozenten	Prof. Sabine Le Borne, Prof. Anusch Taraz
Sprachen	DE
Zeitraum	SoSe
Inhalt	<ol style="list-style-type: none"> 1. Eigenwerte 2. Bilinearformen 3. Singulärwertzerlegung 4. Tensorprodukte 5. Anwendung: Lineare gewöhnliche Differentialgleichungen
Literatur	siehe Lineare Algebra 1 für Technomathematiker

Lehrveranstaltung L0590: Lineare Algebra 2 für Technomathematiker	
Typ	Gruppenübung
SWS	2
LP	4
Arbeitsaufwand in Stunden	Eigenstudium 92, Präsenzstudium 28
Dozenten	Prof. Sabine Le Borne, Prof. Anusch Taraz
Sprachen	DE
Zeitraum	SoSe
Inhalt	Siehe korrespondierende Vorlesung
Literatur	Siehe korrespondierende Vorlesung

Modul M0690: Analysis für Technomathematiker			
Lehrveranstaltungen			
Titel	Typ	SWS	LP
Analysis I für Technomathematiker (L0483)	Vorlesung	4	5
Analysis I für Technomathematiker (L0484)	Gruppenübung	2	4
Analysis II für Technomathematiker (L0485)	Vorlesung	4	5
Analysis II für Technomathematiker (L0486)	Gruppenübung	2	4
Modulverantwortlicher	Prof. Marko Lindner		
Zulassungsvoraussetzungen	Keine		
Empfohlene Vorkenntnisse	Schulmathematik		
Modulziele/ angestrebte Lernergebnisse	Nach erfolgreicher Teilnahme haben die Studierenden die folgenden Lernergebnisse erreicht		
Fachkompetenz	<p><i>Wissen</i> Die Studierenden können</p> <ul style="list-style-type: none"> • die grundlegenden Eigenschaften des Körpers der reellen Zahlen benennen, definieren und erläutern, • die topologischen Grundbegriffe im metrischen Raum definieren und gegenüberstellen, • insbesondere deren Gesetzmäßigkeiten und Zusammenhänge mit den Begriffen Konvergenz und Stetigkeit beschreiben, • die Grundbegriffe der Differential- und Integralrechnung in einer Veränderlichen sowie der Differentialrechnung in mehreren Veränderlichen in der besprochenen Detailtiefe definieren, korrekt verwenden und erläutern. <p>Sie können insbesondere alle besprochenen Konzepte korrekt definieren, am Beispiel erklären und untereinander in Beziehung setzen sowie Beweisschritte zu zentralen Theoremen skizzieren.</p> <p>Studierende sind außerdem in der Lage, wesentliche Schritte der Modellbildung zu erläutern und können dabei auf Anwendungsszenarien eingehen.</p> <p><i>Fertigkeiten</i> Die Studierenden können</p> <ul style="list-style-type: none"> • topologische Eigenschaften (z.B. Beschränktheit, Offenheit, Abgeschlossenheit, Vollständigkeit, Kompaktheit) konkreter Mengen in metrischen Räumen bestimmen und untereinander in Beziehung setzen, • Konvergenz und Divergenz von Folgen und Reihen sowie Stetigkeit, gleichmäßige Stetigkeit und Lipschitzstetigkeit konkreter Funktionen zwischen metrischen Räumen erkennen und beweisen, • Funktionen in einer oder mehreren Veränderlichen differenzieren • entscheiden, ob eine gegebene Funktion einer Veränderlicher Riemannintegrierbar ist und ggfs. deren Riemannintegral berechnen, • Taylorreihe und Taylorpolynom einer hinreichend glatten Funktion einer oder mehrerer Veränderlicher berechnen, • lokale und globale Extrema einer gegebenen Funktion mit oder ohne Nebenbedingungen ermitteln 		
Personale Kompetenzen	<p><i>Sozialkompetenz</i> Die Studierenden können in kleinen Gruppen fachspezifische Aufgaben gemeinsam bearbeiten (z.B. im Rahmen der wöchentlichen Hausaufgaben) und Ergebnisse in geeigneter Weise präsentieren (i.d.R. während der Übung).</p> <p><i>Selbstständigkeit</i> Die Studierenden</p> <ul style="list-style-type: none"> • sind in der Lage, zusätzliche Informationen aus der genannten (sowie weiterer) Literatur zu gewinnen und in den Kontext der Vorlesung zu setzen, • können ihr erlangtes Wissen mit den Inhalten anderer Lehrveranstaltungen (z.B. Lineare Algebra für TM, Mechanik für TM, Elektrotechnik für TM) verknüpfen und in praktischen Problemen mit entsprechendem Kontext anwenden, • haben genügend Durchhaltevermögen und Frustrationstoleranz entwickelt um schwierige Probleme bis zur Lösung durchzustehen. 		
Arbeitsaufwand in Stunden	Eigenstudium 372, Präsenzstudium 168		
Leistungspunkte	18		
Studienleistung	Keine		
Prüfung	Mündliche Prüfung		
Prüfungsdauer und -umfang	30 min		
Zuordnung zu folgenden Curricula	Orientierungsstudium: Kernqualifikation: Wahlpflicht Technomathematik: Kernqualifikation: Pflicht		

Lehrveranstaltung L0483: Analysis I für Technomathematiker	
Typ	Vorlesung
SWS	4
LP	5
Arbeitsaufwand in Stunden	Eigenstudium 94, Präsenzstudium 56
Dozenten	Prof. Marko Lindner, Prof. Matthias Schulte, Prof. Sabine Le Borne
Sprachen	DE
Zeitraum	WiSe
Inhalt	<ul style="list-style-type: none"> • Logik, Mengenlehre • Gleichmächtigkeit • Zahlenbereiche • metrische Räume, Konvergenz • Stetigkeit
Literatur	<ul style="list-style-type: none"> • K. Königsberger: Analysis I und II • O. Forster: Analysis 1 und 2 • H. Heuser: Lehrbuch der Analysis. Teile 1 und 2

Lehrveranstaltung L0484: Analysis I für Technomathematiker	
Typ	Gruppenübung
SWS	2
LP	4
Arbeitsaufwand in Stunden	Eigenstudium 92, Präsenzstudium 28
Dozenten	Prof. Marko Lindner, Prof. Matthias Schulte, Prof. Sabine Le Borne
Sprachen	DE
Zeitraum	WiSe
Inhalt	Siehe korrespondierende Vorlesung
Literatur	Siehe korrespondierende Vorlesung

Lehrveranstaltung L0485: Analysis II für Technomathematiker	
Typ	Vorlesung
SWS	4
LP	5
Arbeitsaufwand in Stunden	Eigenstudium 94, Präsenzstudium 56
Dozenten	Prof. Marko Lindner, Prof. Sabine Le Borne
Sprachen	DE
Zeitraum	SoSe
Inhalt	<ul style="list-style-type: none"> • Differentialrechnung in 1D • Integralrechnung in 1D • Funktionenfolgen und -reihen • Differentialrechnung in mehreren Veränderlichen
Literatur	<ul style="list-style-type: none"> • K. Königsberger: Analysis I und II • O. Forster: Analysis 1 und 2 • H. Heuser: Lehrbuch der Analysis. Teile 1 und 2

Lehrveranstaltung L0486: Analysis II für Technomathematiker	
Typ	Gruppenübung
SWS	2
LP	4
Arbeitsaufwand in Stunden	Eigenstudium 92, Präsenzstudium 28
Dozenten	Prof. Marko Lindner, Prof. Sabine Le Borne
Sprachen	DE
Zeitraum	SoSe
Inhalt	Siehe korrespondierende Vorlesung
Literatur	Siehe korrespondierende Vorlesung

Modul M1436: Prozedurale Programmierung für Informatiker			
Lehrveranstaltungen			
Titel		Typ	SWS LP
Prozedurale Programmierung für Informatiker (L2163)		Vorlesung	2 2
Prozedurale Programmierung für Informatiker (L2164)		Hörsaalübung	1 1
Prozedurale Programmierung für Informatiker (L2165)		Laborpraktikum	2 3
Modulverantwortlicher	Prof. Bernd-Christian Renner		
Zulassungsvoraussetzungen	Keine		
Empfohlene Vorkenntnisse	Keine		
Modulziele/ angestrebte Lernergebnisse	Nach erfolgreicher Teilnahme haben die Studierenden die folgenden Lernergebnisse erreicht		
Fachkompetenz	Studierende kennen		
<i>Wissen</i>	<ul style="list-style-type: none"> - die wesentlichen Merkmale einer prozeduralen Programmiersprache - die Schritte während der Kompilation von prozeduralem Quellcode zu Maschinencode - alle wesentlichen Sprachkonstrukte und Datentypen einer prozeduralen Programmiersprache - Software-designkonzepte für die Umsetzung prozeduraler Programme 		
<i>Fertigkeiten</i>	<ul style="list-style-type: none"> - Beherrschen der typischen Entwicklungswerkzeuge - Entwurf von einfachen, strukturierten Programmen auf Basis einer prozeduralen Programmiersprache - Fehlersuche durch Analyse von Compiler-Warnungen und Fehlermeldungen - Analyse und Erklärung von prozeduralen Programmen 		
Personale Kompetenzen			
<i>Sozialkompetenz</i>	- Die Studierenden sind nach Abschluss des Moduls in der Lage, fachspezifische Aufgaben alleine oder in einer Gruppe zu bearbeiten und die Resultate geeignet zu präsentieren.		
<i>Selbstständigkeit</i>	- Die Studierenden sind nach Abschluss des Moduls in der Lage, sich Teilbereiche des Fachgebietes anhand von Fachbüchern selbstständig zu erarbeiten, das erworbene Wissen zusammenzufassen, zu präsentieren und es mit den Inhalten anderer Lehrveranstaltungen zu verknüpfen.		
Arbeitsaufwand in Stunden	Eigenstudium 110, Präsenzstudium 70		
Leistungspunkte	6		
Studienleistung	Keine		
Prüfung	Klausur		
Prüfungsdauer und -umfang	120 min		
Zuordnung zu folgenden Curricula	Computer Science: Kernqualifikation: Pflicht Data Science: Kernqualifikation: Pflicht Informatik-Ingenieurwesen: Kernqualifikation: Pflicht Orientierungsstudium: Kernqualifikation: Wahlpflicht Technomathematik: Kernqualifikation: Pflicht		

Lehrveranstaltung L2163: Prozedurale Programmierung für Informatiker	
Typ	Vorlesung
SWS	2
LP	2
Arbeitsaufwand in Stunden	Eigenstudium 32, Präsenzstudium 28
Dozenten	Prof. Bernd-Christian Renner
Sprachen	DE/EN
Zeitraum	WiSe
Inhalt	<ul style="list-style-type: none"> - Prozedurale Programmierung: Fundamentale Datentypen, Operatoren, Kontrollstrukturen, Funktionen, Zeiger und Arrays, Gültigkeitsbereiche und Lebensdauer von Variablen, Strukturen / Unionen, Funktionszeiger, Kommandozeilenargumente - Programmieretechniken: Modularisierung, Trennung von Schnittstelle und Implementierung, Callback-Funktionen, Strukturierte Datentypen - Entwicklungswerkzeuge: Präprozessor, Compiler, Linker, Assembler, IDE, Versionsverwaltung (Git)
Literatur	<ul style="list-style-type: none"> - Greg Perry and Dean Miller. C Programming Absolute Beginner's Guide: No experience necessary! Que Publishing; 3. Auflage (7. August 2013). ISBN 978-0789751980. - Helmut Erlenkötter. C: Programmieren von Anfang an. Rowohlt Taschenbuch; 25. Auflage (1. Dezember 1999). ISBN 978-3499600746. - Markus Neumann. C Programmieren: für Einsteiger: Der leichte Weg zum C-Experten (Einfach Programmieren lernen, Band 8). BMU Verlag (30. Januar 2020). ISBN 978-3966450607. - Brian W. Kernighan, Dennis M. Ritchie: The C Programming Language. Prentice Hall; 2. Auflage (1988), ISBN 0-13-110362-8.

Lehrveranstaltung L2164: Prozedurale Programmierung für Informatiker	
Typ	Hörsaalübung
SWS	1
LP	1
Arbeitsaufwand in Stunden	Eigenstudium 16, Präsenzstudium 14
Dozenten	Prof. Bernd-Christian Renner
Sprachen	DE/EN
Zeitraum	WiSe
Inhalt	Siehe korrespondierende Vorlesung
Literatur	Siehe korrespondierende Vorlesung

Lehrveranstaltung L2165: Prozedurale Programmierung für Informatiker	
Typ	Laborpraktikum
SWS	2
LP	3
Arbeitsaufwand in Stunden	Eigenstudium 62, Präsenzstudium 28
Dozenten	Prof. Bernd-Christian Renner
Sprachen	DE/EN
Zeitraum	WiSe
Inhalt	Siehe korrespondierende Vorlesung
Literatur	Siehe korrespondierende Vorlesung

Modul M1847: Einführung in die Mechanik (Technomathematik)			
Lehrveranstaltungen			
Titel		Typ	SWS LP
Einführung in die Mechanik (Technomathematik) (L3058)		Vorlesung	3 4
Einführung in die Mechanik (Technomathematik) (L3059)		Gruppenübung	2 2
Modulverantwortlicher	Prof. Christian Kautz		
Zulassungsvoraussetzungen	Keine		
Empfohlene Vorkenntnisse	Physikkenntnisse (gymnasiale Oberstufe)		
Modulziele/ angestrebte Lernergebnisse	Nach erfolgreicher Teilnahme haben die Studierenden die folgenden Lernergebnisse erreicht		
Fachkompetenz	<ul style="list-style-type: none"> • Die Studierenden kennen und verstehen die Grundbegriffe und -zusammenhänge zur Beschreibung und Analyse mechanischer Systeme in statischen, elastisch deformierten sowie einfachen dynamischen Situationen. • Die Studierenden wenden diese Begriffe und Gesetzmäßigkeiten auf einfache Beispielsysteme an. 		
<i>Wissen</i>			
<i>Fertigkeiten</i>			
Personale Kompetenzen			
<i>Sozialkompetenz</i>	<ul style="list-style-type: none"> • Studierende verwenden verschiedene Repräsentationen zur Beschreibung mechanischer Systeme und erläutern deren Darstellung in mathematischer Form. Sie beschreiben die hierbei auftretenden Muster und vergleichen diese miteinander. • Studierende berechnen physikalische Größen in mechanischen Systemen aufgrund gegebener Ausgangsdaten. • Studierende betrachten Grenzfälle mechanischer Situationen und analysieren auftretende Größen und Einheiten, um allgemeine Aussagen zu treffen. 		
<i>Selbstständigkeit</i>	<ul style="list-style-type: none"> • Studierende arbeiten im Team, beschreiben technische Sachverhalte verbal und führen einen fachlichen Diskurs. • Studierende erarbeiten selbständig fachliche Inhalte anhand von vorgegebener Lektüre und hinterfragen ihr eigenes Verständnis des Stoffes. Sie formulieren daraufhin eigenständig Fragen, um mögliche Lücken im Verständnis zu schließen. • Studierende recherchieren selbständig über ein Spezialthema und fassen ihre Ergebnisse in schriftlicher Form zusammen. • Studierende überprüfen vorformulierte Lösungsvorschläge zu gegebenen Aufgaben. 		
Arbeitsaufwand in Stunden	Eigenstudium 110, Präsenzstudium 70		
Leistungspunkte	6		
Studienleistung	Keine		
Prüfung	Fachtheoretisch-fachpraktische Arbeit		
Prüfungsdauer und -umfang	Online-Vortests, Übungsaufgaben, mündlicher Test, Kurzprojekt		
Zuordnung zu folgenden Curricula	Technomathematik: Kernqualifikation: Pflicht		

Lehrveranstaltung L3058: Einführung in die Mechanik (Technomathematik)	
Typ	Vorlesung
SWS	3
LP	4
Arbeitsaufwand in Stunden	Eigenstudium 78, Präsenzstudium 42
Dozenten	Prof. Christian Kautz
Sprachen	DE
Zeitraum	WiSe
Inhalt	<ul style="list-style-type: none"> • Kerninhalte der Statik: Kräfte und Momente, Freikörperbild, Gleichgewicht, Wechselwirkungsgesetz Äquivalenz von Kräftesystemen, Lager, Schnittgrößen) • Grundlagen der Elastostatik: Spannungen, Verzerrungen, Stoffgesetze am Beispiel von Zug/Druck und/oder Torsion und/oder Biegung • Ausblick auf Kinematik und Dynamik (nur translatorische Bewegung): Operationale Definitionen der kinematischen Größen, Newton'sche Axiome, Kräfte in beschleunigten Situationen, Arbeit und kinetische Energie
Literatur	Selected chapters from: Gross, Hauger, Schröder, Wall: Mechanik, Bd. 1 (Statik) Bd. 2 (Elastostatik) Bd. 3 (Kinetik) or corresponding sections from C. Hibbeler, Mechanics, or corresponding sections from C. Spura, Technische Mechanik

Lehrveranstaltung L3059: Einführung in die Mechanik (Technomathematik)	
Typ	Gruppenübung
SWS	2
LP	2
Arbeitsaufwand in Stunden	Eigenstudium 32, Präsenzstudium 28
Dozenten	Prof. Christian Kautz
Sprachen	DE
Zeitraum	WiSe
Inhalt	Siehe korrespondierende Vorlesung
Literatur	Siehe korrespondierende Vorlesung

Modul M0577: Nichttechnische Angebote im Bachelor	
Modulverantwortlicher	Dagmar Richter
Zulassungsvoraussetzungen	Keine
Empfohlene Vorkenntnisse	Keine
Modulziele/ angestrebte Lernergebnisse	Nach erfolgreicher Teilnahme haben die Studierenden die folgenden Lernergebnisse erreicht
Fachkompetenz <i>Wissen</i>	<p>Die Nichttechnischen Angebote (NTA)</p> <p>vermitteln die in Hinblick auf das Ausbildungsprofil der TUHH nötigen Kompetenzen, die ingenieurwissenschaftliche Fachlehre fördern aber nicht abschließend behandeln kann: Eigenverantwortlichkeit, Selbstführung, Zusammenarbeit und fachliche wie personale Leitungsbefähigung der zukünftigen Ingenieur*innen. Sie setzt diese Ausbildungsziele in ihrer Lehrarchitektur, den Lehr-Lern-Arrangements, den Lehrbereichen und durch Lehrangebote um, in denen sich Studierende wahlweise für spezifische Kompetenzen und ein Kompetenzniveau auf Bachelor- oder Masterebene qualifizieren können. Die Lehrangebote sind jeweils in einem Modulkatalog Nichttechnische Ergänzungskurse zusammengefasst.</p> <p>Die Lehrarchitektur</p> <p>besteht aus einem studiengangübergreifenden Pflichtstudienangebot. Durch dieses zentral konzipierte Lehrangebot wird die Profilierung der TUHH Ausbildung auch im Nichttechnischen Bereich gewährleistet.</p> <p>Die Lernarchitektur erfordert und übt eigenverantwortliche Bildungsplanung in Hinblick auf den individuellen Kompetenzaufbau ein und stellt dazu Orientierungswissen zu thematischen Schwerpunkten von Veranstaltungen bereit.</p> <p>Das über den gesamten Studienverlauf begleitend studierbare Angebot kann ggf. in ein-zwei Semestern studiert werden. Angesichts der bekannten, individuellen Anpassungsprobleme beim Übergang von Schule zu Hochschule in den ersten Semestern und um individuell geplante Auslandsemester zu fördern, wird jedoch von einer Studienfixierung in konkreten Fachsemestern abgesehen.</p> <p>Die Lehr-Lern-Arrangements</p> <p>sehen für Studierende - nach B.Sc. und M.Sc. getrennt - ein semester- und fachübergreifendes voneinander Lernen vor. Der Umgang mit Interdisziplinarität und einer Vielfalt von Lernständen in Veranstaltungen wird eingeübt - und in spezifischen Veranstaltungen gezielt gefördert.</p> <p>Die Lehrbereiche</p> <p>basieren auf Forschungsergebnissen aus den wissenschaftlichen Disziplinen Kulturwissenschaften, Gesellschaftswissenschaften, Kunst, Geschichtswissenschaften, Kommunikationswissenschaften, Migrationswissenschaften, Nachhaltigkeitsforschung und aus der Fachdidaktik der Ingenieurwissenschaften. Über alle Studiengänge hinweg besteht im Bachelorbereich zusätzlich ab Wintersemester 2014/15 das Angebot, gezielt Betriebswirtschaftliches und Gründungswissen aufzubauen. Das Lehrangebot wird durch soft skill und Fremdsprachkurse ergänzt. Hier werden insbesondere kommunikative Kompetenzen z.B. für Outgoing Engineers gezielt gefördert.</p> <p>Das Kompetenzniveau</p> <p>der Veranstaltungen in den Modulen der nichttechnischen Ergänzungskurse unterscheidet sich in Hinblick auf das zugrunde gelegte Ausbildungsziel: Diese Unterschiede spiegeln sich in den verwendeten Praxisbeispielen, in den - auf unterschiedliche berufliche Anwendungskontexte verweisende - Inhalten und im für M.Sc. stärker wissenschaftlich-theoretischen Abstraktionsniveau. Die Soft skills für Bachelor- und für Masterabsolventinnen/ Absolventen unterscheidet sich an Hand der im Berufsleben unterschiedlichen Positionen im Team und bei der Anleitung von Gruppen.</p> <p>Fachkompetenz (Wissen)</p> <p>Die Studierenden können</p> <ul style="list-style-type: none"> • ausgewählte Spezialgebiete innerhalb der jeweiligen nichttechnischen Mutterdisziplinen verorten, • in den im Lehrbereich vertretenen Disziplinen grundlegende Theorien, Kategorien, Begrifflichkeiten, Modelle, Konzepte oder künstlerischen Techniken skizzieren, • diese fremden Fachdisziplinen systematisch auf die eigene Disziplin beziehen, d.h. sowohl abgrenzen als auch Anschlüsse benennen, • in Grundzügen skizzieren, inwiefern wissenschaftliche Disziplinen, Paradigmen, Modelle, Instrumente, Verfahrensweisen und Repräsentationsformen der Fachwissenschaften einer individuellen und soziokulturellen Interpretation und Historizität unterliegen, • können Gegenstandsangemessen in einer Fremdsprache kommunizieren (sofern dies der gewählte Schwerpunkt im nichttechnischen Bereich ist).
<i>Fertigkeiten</i>	<p>Die Studierenden können in ausgewählten Teilbereichen</p> <ul style="list-style-type: none"> • grundlegende Methoden der genannten Wissenschaftsdisziplinen anwenden. • technische Phänomene, Modelle, Theorien usw. aus der Perspektive einer anderen, oben erwähnten Fachdisziplin befragen. • einfache Problemstellungen aus den behandelten Wissenschaftsdisziplinen erfolgreich bearbeiten, • bei praktischen Fragestellungen in Kontexten, die den technischen Sach- und Fachbezug übersteigen, ihre Entscheidungen zu Organisations- und Anwendungsformen der Technik begründen.
Personale Kompetenzen <i>Sozialkompetenz</i>	<p>Die Studierenden sind fähig ,</p> <ul style="list-style-type: none"> • in unterschiedlichem Ausmaß kooperativ zu lernen

<i>Selbstständigkeit</i>	<ul style="list-style-type: none"> • eigene Aufgabenstellungen in den o.g. Bereichen in adressatengerechter Weise in einer Partner- oder Gruppensituation zu präsentieren und zu analysieren, • nichttechnische Fragestellungen einer Zuhörerschaft mit technischem Hintergrund verständlich darzustellen • sich landessprachlich kompetent, kulturell angemessen und geschlechtersensibel auszudrücken (sofern dies der gewählte Schwerpunkt im NTW-Bereich ist) . <p>Die Studierenden sind in ausgewählten Bereichen in der Lage,</p> <ul style="list-style-type: none"> • die eigene Profession und Professionalität im Kontext der lebensweltlichen Anwendungsgebiete zu reflektieren, • sich selbst und die eigenen Lernprozesse zu organisieren, • Fragestellungen vor einem breiten Bildungshorizont zu reflektieren und verantwortlich zu entscheiden, • sich in Bezug auf ein nichttechnisches Sachthema mündlich oder schriftlich kompetent auszudrücken. • sich als unternehmerisches Subjekt zu organisieren, (sofern dies ein gewählter Schwerpunkt im NTW-Bereich ist).
Arbeitsaufwand in Stunden	Abhängig von der Wahl der Lehrveranstaltungen
Leistungspunkte	6

Lehrveranstaltungen

Die Informationen zu den Lehrveranstaltungen entnehmen Sie dem separat veröffentlichten Modulhandbuch des Moduls.

Modul M1519: Einführung in die Elektrotechnik (Technomathematik)			
Lehrveranstaltungen			
Titel		Typ	SWS
Einführung in die Elektrotechnik (Technomathematik) (L2292)		Vorlesung	3
Einführung in die Elektrotechnik (Technomathematik) (L2293)		Gruppenübung	2
Modulverantwortlicher	Prof. Christian Kautz		
Zulassungsvoraussetzungen	Keine		
Empfohlene Vorkenntnisse	Physikkenntnisse (gymnasiale Oberstufe)		
Modulziele/ angestrebte Lernergebnisse	Nach erfolgreicher Teilnahme haben die Studierenden die folgenden Lernergebnisse erreicht		
Fachkompetenz <i>Wissen</i>	<ul style="list-style-type: none"> Studierende kennen und verstehen die Grundbegriffe und -zusammenhänge elektrischer Schaltungen (Gleich- und Wechselstrom) und wenden diese auf einfache Beispielsysteme an. Studierende kennen und verstehen die Grundbegriffe und -zusammenhänge elektrischer und magnetischer Wechselwirkungen und wenden diese auf einfache Beispielsysteme an. 		
<i>Fertigkeiten</i>	<ul style="list-style-type: none"> Studierende verwenden verschiedene Repräsentationen zur Beschreibung elektrischer Systeme (Schaltungen und Felder) und erläutern deren Darstellung in mathematischer Form. Sie beschreiben die hierbei auftretenden Muster und vergleichen diese miteinander. Studierende berechnen physikalische Größen in elektrischen Systemen aufgrund gegebener Ausgangsdaten. 		
Personale Kompetenzen <i>Sozialkompetenz</i>	<ul style="list-style-type: none"> Studierende arbeiten im Team, beschreiben technische Sachverhalte verbal und führen einen fachlichen Diskurs. 		
<i>Selbstständigkeit</i>	<ul style="list-style-type: none"> Studierende erarbeiten sich fachliche Inhalte anhand von vorgegebener Lektüre und hinterfragen ihr eigenes Verständnis des Stoffes 		
Arbeitsaufwand in Stunden	Eigenstudium 110, Präsenzstudium 70		
Leistungspunkte	6		
Studienleistung	Keine		
Prüfung	Fachtheoretisch-fachpraktische Arbeit		
Prüfungsdauer und -umfang	Onlineaufgaben, kurze Präsentation, Präsenzaufgabe, kurzer mündlicher Test		
Zuordnung zu folgenden Curricula	Data Science: Vertiefung II. Anwendung: Wahlpflicht Technomathematik: Kernqualifikation: Pflicht		

Lehrveranstaltung L2292: Einführung in die Elektrotechnik (Technomathematik)	
Typ	Vorlesung
SWS	3
LP	4
Arbeitsaufwand in Stunden	Eigenstudium 78, Präsenzstudium 42
Dozenten	Prof. Christian Kautz
Sprachen	DE
Zeitraum	SoSe
Inhalt	<ul style="list-style-type: none"> Elektrische Ladung, Strom, Widerstand, Spannung, Potential und Leistung Kirchhoff'sche Gesetze und Ohm'sches Gesetz Ersatzquellen und Arbeitsgeraden Schaltungselemente in Wechselstromsystemen Komplexwertige Signale (Zeiger) und Phasenbeziehungen Gauß'sches Gesetz der Elektrostatik und Kapazität Magnetische Wechselwirkungen und Induktion Energietransport und elektromagnetische Wellen
Literatur	<ul style="list-style-type: none"> W. Nerreter, Grundlagen der Elektrotechnik, 3. Auflage, 2020. (Online unter: https://www.hanser-elibrary.com/isbn/9783446465855 - aus dem Netz der TUHH oder über VPN) M. Albach, Elektrotechnik, 2. Auflage, 2020. (Online unter: https://elibrary.pearson.de/book/view/99.150005/9783863268947? - aus dem Netz der TUHH oder über VPN)

Lehrveranstaltung L2293: Einführung in die Elektrotechnik (Technomathematik)	
Typ	Gruppenübung
SWS	2
LP	2
Arbeitsaufwand in Stunden	Eigenstudium 32, Präsenzstudium 28
Dozenten	Prof. Christian Kautz
Sprachen	DE
Zeitraum	SoSe
Inhalt	Siehe korrespondierende Vorlesung
Literatur	Siehe korrespondierende Vorlesung

Modul M1432: Programmierparadigmen			
Lehrveranstaltungen			
Titel	Typ	SWS	LP
Programmierparadigmen (L2169)	Vorlesung	2	2
Programmierparadigmen (L2170)	Hörsaalübung	1	1
Programmierparadigmen (L2171)	Laborpraktikum	2	3
Modulverantwortlicher	NN		
Zulassungsvoraussetzungen	Keine		
Empfohlene Vorkenntnisse	Veranstaltung Prozedurale Programmierung oder gleichwertige Programmierkenntnisse in imperativer Programmierung		
Modulziele/ angestrebte Lernergebnisse	Nach erfolgreicher Teilnahme haben die Studierenden die folgenden Lernergebnisse erreicht		
Fachkompetenz	<p><i>Wissen</i> Die Studenten haben ein grundlegendes Verständnis über die objektorientierte und die generische Programmierung erworben und können diese in eigenen Programmierprojekten umsetzen. Sie können eigene Klassenhierarchien erstellen und verschiedene Formen der Vererbung unterscheiden. Sie haben ein grundlegendes Verständnis des Polymorphismus und können zwischen Laufzeit- und Compilerzeit-Polymorphismus unterscheiden. Die Studenten sind mit dem Konzept der Datenkapselung vertraut und können Schnittstellen in private und öffentliche Methoden unterteilen. Sie können mit Exceptions umgehen und nutzen generische Programmierung um Datenstrukturen zu verallgemeinern. Die Studenten können die Vor- und Nachteile der beiden Programmierparadigmen</p> <p><i>Fertigkeiten</i> Die Studenten können eine mittelgroße Problemstellung in Teilprobleme zerlegen und darauf aufbauend eigene Klassen in einer objektorientierten Programmiersprache erstellen. Sie können dabei ein öffentliche und private Schnittstellen entwerfen und die Implementierung durch Abstraktion generisch und erweiterbar umsetzen. Sie können verschiedene Sprachkonstrukte einer modernen Programmiersprache unterscheiden und diese geeignet in der Implementierung nutzen. Sie können Unit Tests entwerfen und implementieren.</p> <p>Personale Kompetenzen</p> <p><i>Sozialkompetenz</i> Studierende können in Teams arbeiten und in Foren kommunizieren.</p> <p><i>Selbstständigkeit</i> In Programmierpraktikum lernen die Studenten unter Aufsicht die objektorientierte Programmierung. In Übungen entwickeln sie individuell und unabhängig Lösungen und erhalten Feedback.</p>		
Arbeitsaufwand in Stunden	Eigenstudium 110, Präsenzstudium 70		
Leistungspunkte	6		
Studienleistung	Keine		
Prüfung	Klausur		
Prüfungsdauer und -umfang	90 min		
Zuordnung zu folgenden Curricula	Computer Science: Kernqualifikation: Pflicht Data Science: Kernqualifikation: Pflicht Informatik-Ingenieurwesen: Kernqualifikation: Pflicht Orientierungsstudium: Kernqualifikation: Wahlpflicht Technomathematik: Kernqualifikation: Pflicht		

Lehrveranstaltung L2169: Programmierparadigmen	
Typ	Vorlesung
SWS	2
LP	2
Arbeitsaufwand in Stunden	Eigenstudium 32, Präsenzstudium 28
Dozenten	Dozenten des SD E
Sprachen	DE/EN
Zeitraum	SoSe
Inhalt	<ul style="list-style-type: none"> • Grundlegende Idee der Objektorientierten Programmierung • Klassen und Objekte • Vererbung (einfach, mehrfach) • Schnittstellen (Interfaces) • Datenkapselung (private / public usw.) • Ausnahmebehandlung (Exceptions) • Generische Programmierung und deren Umsetzung im Compiler • Exkurs in die Programmierung mit dynamisch getypten Programmiersprachen
Literatur	Skript

Lehrveranstaltung L2170: Programmierparadigmen	
Typ	Hörsaalübung
SWS	1
LP	1
Arbeitsaufwand in Stunden	Eigenstudium 16, Präsenzstudium 14
Dozenten	Dozenten des SD E
Sprachen	DE/EN
Zeitraum	SoSe
Inhalt	<ul style="list-style-type: none"> • Grundlegende Idee der Objektorientierten Programmierung • Klassen und Objekte • Vererbung (einfach, mehrfach) • Schnittstellen (Interfaces) • Datenkapselung (private / public usw.) • Ausnahmebehandlung (Exceptions) • Generische Programmierung und deren Umsetzung im Compiler • Exkurs in die Programmierung mit dynamisch getypten Programmiersprachen
Literatur	Skript

Lehrveranstaltung L2171: Programmierparadigmen	
Typ	Laborpraktikum
SWS	2
LP	3
Arbeitsaufwand in Stunden	Eigenstudium 62, Präsenzstudium 28
Dozenten	Dozenten des SD E
Sprachen	DE/EN
Zeitraum	SoSe
Inhalt	<ul style="list-style-type: none"> • Grundlegende Idee der Objektorientierten Programmierung • Klassen und Objekte • Vererbung (einfach, mehrfach) • Schnittstellen (Interfaces) • Datenkapselung (private / public usw.) • Ausnahmebehandlung (Exceptions) • Generische Programmierung und deren Umsetzung im Compiler • Exkurs in die Programmierung mit dynamisch getypten Programmiersprachen
Literatur	Skript

Modul M1075: Numerische Mathematik			
Lehrveranstaltungen			
Titel		Typ	SWS LP
Numerische Mathematik (L1357)		Vorlesung	4 6
Numerische Mathematik (L1358)		Gruppenübung	2 3
Modulverantwortlicher	Prof. Jens Struckmeier		
Zulassungsvoraussetzungen	Keine		
Empfohlene Vorkenntnisse	Lineare Algebra Analysis		
Modulziele/ angestrebte Lernergebnisse	Nach erfolgreicher Teilnahme haben die Studierenden die folgenden Lernergebnisse erreicht		
Fachkompetenz	<ul style="list-style-type: none"> • Studierende können grundlegende Konzepte der Numerischen Mathematik wie lineare Gleichungssysteme und Fehleranalyse, Interpolation mit Polynomen und Splinesfunktionen, Orthogonalisierungsmethoden und lineare Ausgleichsrechnung, lineare Optimierung, Numerische Integration, nichtlineare Gleichungen und Eigenwertprobleme beschreiben und anhand von Beispielen erklären. • Studierende sind in der Lage, logische Zusammenhänge zwischen diesen Konzepten zu diskutieren und anhand von Beispielen zu erläutern. • Sie kennen Beweisstrategien und können diese wiedergeben. 		
<i>Wissen</i>			
<i>Fertigkeiten</i>			
Personale Kompetenzen			
<i>Sozialkompetenz</i>	<ul style="list-style-type: none"> • Studierende sind in der Lage, in Teams zusammenzuarbeiten und beherrschen die Mathematik als gemeinsame Sprache. • Sie können dabei insbesondere neue Konzepte adressatengerecht kommunizieren und anhand von Beispielen das Verständnis der Mitstudierenden überprüfen und vertiefen. 		
<i>Selbstständigkeit</i>	<ul style="list-style-type: none"> • Studierende können eigenständig ihr Verständnis komplexer Konzepte überprüfen, noch offene Fragen auf den Punkt bringen und sich gegebenenfalls gezielt Hilfe holen. • Studierende haben eine genügend hohe Ausdauer entwickelt, um auch über längere Zeiträume zielgerichtet an schwierigen Problemstellungen zu arbeiten. 		
Arbeitsaufwand in Stunden	Eigenstudium 186, Präsenzstudium 84		
Leistungspunkte	9		
Studienleistung	Keine		
Prüfung	Klausur		
Prüfungsdauer und -umfang	120 Minuten		
Zuordnung zu folgenden Curricula	Technomathematik: Kernqualifikation: Pflicht		

Lehrveranstaltung L1357: Numerische Mathematik	
Typ	Vorlesung
SWS	4
LP	6
Arbeitsaufwand in Stunden	Eigenstudium 124, Präsenzstudium 56
Dozenten	Dozenten des Fachbereiches Mathematik der UHH
Sprachen	DE/EN
Zeitraum	WiSe
Inhalt	<ul style="list-style-type: none"> • Lineare Gleichungssysteme und Fehleranalyse • Interpolation mit Polynomen und Splinefunktionen • Orthogonalisierungsmethoden und Lineare Ausgleichsrechnung • Lineare Optimierung, insbesondere Simplexverfahren • Numerische Integration • Nichtlineare Gleichungen • Eigenwertprobleme
Literatur	<ul style="list-style-type: none"> • Numerische Mathematik, Jochen Werner, Vieweg, 1992 • Numerische Mathematik, Robert Schaback, Holger Wendland, Auflage: 5., vollst. neu bearb. Aufl. 2005 (8. September 2004), Sprache: Deutsch, ISBN-10: 3540213945, ISBN-13: 978-3540213949 • Numerische Mathematik, Hans-Rudolf Schwarz, Norbert Köckler, Vieweg+Teubner Verlag, 2011, ISBN: 3834815519 ISBN: 9783834815514 • Stoer/Bulirsch: Numerische Mathematik 1, Roland Freund, Ronald Hoppe, Springer; Auflage: 10., neu bearb. Aufl. 2007 (18. April 2007), Sprache: Deutsch, ISBN-10: 354045389X, ISBN-13: 978-3540453895 • Numerische Mathematik I, Peter Deuffhard, Andreas Hohmann, Gruyter; Auflage: 3., überarb. A. (18. April 2002), Deutsch, ISBN-10: 3110171821, ISBN-13: 978-3110171822

Lehrveranstaltung L1358: Numerische Mathematik	
Typ	Gruppenübung
SWS	2
LP	3
Arbeitsaufwand in Stunden	Eigenstudium 62, Präsenzstudium 28
Dozenten	Dozenten des Fachbereiches Mathematik der UHH
Sprachen	DE/EN
Zeitraum	WiSe
Inhalt	Siehe korrespondierende Vorlesung
Literatur	Siehe korrespondierende Vorlesung

Modul M1113: Proseminar Technomathematik			
Lehrveranstaltungen			
Titel	Typ	SWS	LP
Proseminar Mathematik (L0919)	Seminar	2	2
Modulverantwortlicher	Prof. Anusch Taraz		
Zulassungsvoraussetzungen	Keine		
Empfohlene Vorkenntnisse	<ul style="list-style-type: none"> • Analysis & Lineare Algebra I + II für Technomathematiker <p>oder</p> <ul style="list-style-type: none"> • Mathematik I - IV für Ingenieurstudierende, und • eine weiterführende Vorlesung bei dem für das Proseminar verantwortlichen Dozenten 		
Modulziele/ angestrebte Lernergebnisse	Nach erfolgreicher Teilnahme haben die Studierenden die folgenden Lernergebnisse erreicht		
Fachkompetenz	Die Studierenden entwickeln ein tiefes Verständnis für den zu bearbeitenden mathematischen Gegenstand.		
<i>Wissen</i>	Die Studierenden entwickeln ein tiefes Verständnis für den zu bearbeitenden mathematischen Gegenstand.		
<i>Fertigkeiten</i>	Die Studierenden können		
	<ul style="list-style-type: none"> • ein fortgeschrittenes mathematisches Thema verstehen, analysieren, einordnen und bearbeiten, • dabei die empfohlene Literatur gründlich studieren und korrekt einbeziehen, • ihre Erkenntnisse mathematisch korrekt und verständlich präsentieren. 		
Personale Kompetenzen	Die Studierenden können ihre Ergebnisse in geeigneter Weise vor der Gruppe präsentieren.		
<i>Sozialkompetenz</i>	Die Studierenden können ihre Ergebnisse in geeigneter Weise vor der Gruppe präsentieren.		
<i>Selbstständigkeit</i>	Die Studierenden können eine wissenschaftliche Präsentation bei eigener Zeiteinteilung anfertigen, insbesondere		
	<ul style="list-style-type: none"> • selbstständig die relevante Literatur recherchieren und kritisch hinterfragen, • eigene Gedanken machen und einbringen, • die Präsentation rechtzeitig fertigstellen. 		
Arbeitsaufwand in Stunden	Eigenstudium 32, Präsenzstudium 28		
Leistungspunkte	2		
Studienleistung	Keine		
Prüfung	Referat		
Prüfungsdauer und -umfang	60 Minuten		
Zuordnung zu folgenden Curricula	Technomathematik: Kernqualifikation: Pflicht		

Lehrveranstaltung L0919: Proseminar Mathematik	
Typ	Seminar
SWS	2
LP	2
Arbeitsaufwand in Stunden	Eigenstudium 32, Präsenzstudium 28
Dozenten	Prof. Anusch Taraz, Dozenten des Fachbereiches Mathematik der UHH, Dr. Christian Seifert, Dr. Haibo Ruan, Dr. Julian Peter Großmann, Dr. Mijail Guillemard, Prof. Heinrich Voß, Prof. Marko Lindner, Prof. Sabine Le Borne
Sprachen	DE
Zeitraum	WiSe/SoSe
Inhalt	Ausgewählte Themen aus den Bereichen <ul style="list-style-type: none"> • Angewandte Analysis • Numerische Lineare Algebra • Numerische Mathematik/Wissenschaftliches Rechnen • Diskrete Mathematik
Literatur	wird in der Lehrveranstaltung bekannt gegeben

Modul M1085: Mathematische Stochastik			
Lehrveranstaltungen			
Titel	Typ	SWS	LP
Mathematische Stochastik (L1392)	Vorlesung	4	6
Mathematische Stochastik (L1393)	Gruppenübung	2	3
Modulverantwortlicher	Prof. Holger Drees		
Zulassungsvoraussetzungen	Keine		
Empfohlene Vorkenntnisse	<ul style="list-style-type: none"> • Analysis • Lineare Algebra 		
Modulziele/ angestrebte Lernergebnisse	Nach erfolgreicher Teilnahme haben die Studierenden die folgenden Lernergebnisse erreicht		
Fachkompetenz	<ul style="list-style-type: none"> • Studierende können grundlegende Konzepte der Mathematischen Stochastik wie Wahrscheinlichkeitsmaße und Zufallsexperimente, Zufallsvariablen und Bildmaße, Kenngrößen von Zufallsvariablen und Verteilungen, Übergangswahrscheinlichkeiten und stochastische Unabhängigkeiten, Gesetze der großen Zahlen und Grenzwertsätze, messbare Funktionen und das allgemeine Maßintegral beschreiben und anhand von Beispielen erklären • Studierende sind in der Lage, logische Zusammenhänge zwischen diesen Konzepten zu diskutieren und anhand von Beispielen zu erläutern. • Sie kennen Beweisstrategien und können diese wiedergeben. 		
<i>Wissen</i>			
<i>Fertigkeiten</i>	<ul style="list-style-type: none"> • Studierende können Aufgabenstellungen aus der Stochastik mit Hilfe der kennengelernten Konzepte modellieren und mit den erlernten Methoden lösen. • Studierende sind in der Lage, sich weitere logische Zusammenhänge zwischen den kennengelernten Konzepten selbstständig zu erschließen und können diese verifizieren. • Studierende können zu gegebenen Problemstellungen einen geeigneten Lösungsansatz entwickeln, diesen verfolgen und die Ergebnisse kritisch auswerten. 		
Personale Kompetenzen	<ul style="list-style-type: none"> • Studierende sind in der Lage, in Teams zusammenzuarbeiten und beherrschen die Mathematik als gemeinsame Sprache. • Sie können dabei insbesondere neue Konzepte adressatengerecht kommunizieren und anhand von Beispielen das Verständnis der Mitstudierenden überprüfen und vertiefen. 		
<i>Sozialkompetenz</i>			
<i>Selbstständigkeit</i>	<ul style="list-style-type: none"> • Studierende können eigenständig ihr Verständnis komplexer Konzepte überprüfen, noch offene Fragen auf den Punkt bringen und sich gegebenenfalls gezielt Hilfe holen. • Studierende haben eine genügend hohe Ausdauer entwickelt, um auch über längere Zeiträume zielgerichtet an schwierigen Problemstellungen zu arbeiten. 		
Arbeitsaufwand in Stunden	Eigenstudium 186, Präsenzstudium 84		
Leistungspunkte	9		
Studienleistung	Keine		
Prüfung	Klausur		
Prüfungsdauer und -umfang	120 Minuten		
Zuordnung zu folgenden Curricula	Technomathematik: Kernqualifikation: Pflicht		

Lehrveranstaltung L1392: Mathematische Stochastik	
Typ	Vorlesung
SWS	4
LP	6
Arbeitsaufwand in Stunden	Eigenstudium 124, Präsenzstudium 56
Dozenten	Dozenten des Fachbereiches Mathematik der UHH
Sprachen	DE/EN
Zeitraum	WiSe
Inhalt	<ul style="list-style-type: none"> • Wahrscheinlichkeitsmodelle und Zufallsexperimente • Zufallsvariable und Bildmaße, Kenngrößen von Zufallsvariablen und Verteilungen • Mehrstufige Modelle: Übergangswahrscheinlichkeiten und stochastische Unabhängigkeiten • Gesetze der großen Zahlen und zentraler Grenzwertsatz, Poissonscher Grenzwertsatz • Messbare Funktionen und allgemeines Maßintegral und deren Anwendung in der Stochastik • Exemplarische Behandlung von Fragestellungen aus den Gebieten Statistik, stochastische Prozesse, Versicherungsmathematik • Probleme der stochastischen Modellierung
Literatur	<ul style="list-style-type: none"> • K. Behnen und G. Neuhaus (2003). Grundkurs Stochastik (4. Aufl.). PD-Verlag • P. Billingsley (1995). Probability and Measure (3. ed.). Wiley. • H. Dehling und B. Haupt (2003). Einführung in die Wahrscheinlichkeitstheorie und Statistik. Springer. • C. Hesse (2003). Angewandte Wahrscheinlichkeitstheorie. Vieweg Verlag. • U. Krengel (2000). Einführung in die Wahrscheinlichkeitstheorie und Statistik. Vieweg.

Lehrveranstaltung L1393: Mathematische Stochastik	
Typ	Gruppenübung
SWS	2
LP	3
Arbeitsaufwand in Stunden	Eigenstudium 62, Präsenzstudium 28
Dozenten	Dozenten des Fachbereiches Mathematik der UHH
Sprachen	DE/EN
Zeitraum	WiSe
Inhalt	Siehe korrespondierende Vorlesung
Literatur	Siehe korrespondierende Vorlesung

Modul M1074: Höhere Analysis			
Lehrveranstaltungen			
Titel		Typ	SWS
Höhere Analysis (L1355)		Vorlesung	4
Höhere Analysis (L1356)		Gruppenübung	3
Modulverantwortlicher	Prof. Vicente Cortés		
Zulassungsvoraussetzungen	Keine		
Empfohlene Vorkenntnisse	<ul style="list-style-type: none"> • Analysis • Lineare Algebra 		
Modulziele/ angestrebte Lernergebnisse	Nach erfolgreicher Teilnahme haben die Studierenden die folgenden Lernergebnisse erreicht		
Fachkompetenz	<ul style="list-style-type: none"> • Studierende können grundlegende Konzepte der Höheren Analysis wie Untermannigfaltigkeiten, Tangentialbünde, Lebesguesche Integrationstheorie, Grundbegriffe der Funktionsanalysis, den Hilbertraum L^2, Fourier-Analysis, L^p-Räume, Klassische Ungleichungen und Grundzüge einer allgemeinen Maß- und Integrationstheorie beschreiben und anhand von Beispielen erklären. • Studierende sind in der Lage, logische Zusammenhänge zwischen diesen Konzepten zu diskutieren und anhand von Beispielen zu erläutern. • Sie kennen Beweisstrategien und können diese wiedergeben. 		
<i>Wissen</i>			
<i>Fertigkeiten</i>	<ul style="list-style-type: none"> • Studierende können Aufgabenstellungen aus der Höheren Analysis mit Hilfe der kennengelernten Konzepte modellieren und mit den erlernten Methoden lösen. • Studierende sind in der Lage, sich weitere logische Zusammenhänge zwischen den kennengelernten Konzepten selbstständig zu erschließen und können diese verifizieren. • Studierende können zu gegebenen Problemstellungen einen geeigneten Lösungsansatz entwickeln, diesen verfolgen und die Ergebnisse kritisch auswerten. 		
Personale Kompetenzen	<ul style="list-style-type: none"> • Studierende sind in der Lage, in Teams zusammenzuarbeiten und beherrschen die Mathematik als gemeinsame Sprache. • Sie können dabei insbesondere neue Konzepte adressatengerecht kommunizieren und anhand von Beispielen das Verständnis der Mitstudierenden überprüfen und vertiefen. 		
<i>Sozialkompetenz</i>			
<i>Selbstständigkeit</i>	<ul style="list-style-type: none"> • Studierende können eigenständig ihr Verständnis komplexer Konzepte überprüfen, noch offene Fragen auf den Punkt bringen und sich gegebenenfalls gezielt Hilfe holen. • Studierende haben eine genügend hohe Ausdauer entwickelt, um auch über längere Zeiträume zielgerichtet an schwierigen Problemstellungen zu arbeiten. 		
Arbeitsaufwand in Stunden	Eigenstudium 186, Präsenzstudium 84		
Leistungspunkte	9		
Studienleistung	Keine		
Prüfung	Klausur		
Prüfungsdauer und -umfang	120 Minuten		
Zuordnung zu folgenden Curricula	Technomathematik: Kernqualifikation: Pflicht		

Lehrveranstaltung L1355: Höhere Analysis	
Typ	Vorlesung
SWS	4
LP	6
Arbeitsaufwand in Stunden	Eigenstudium 124, Präsenzstudium 56
Dozenten	Dozenten des Fachbereiches Mathematik der UHH
Sprachen	DE/EN
Zeitraum	WiSe
Inhalt	<ul style="list-style-type: none"> • Untermannigfaltigkeiten der \mathbb{R}^n • Tangentialbündel <ul style="list-style-type: none"> ◦ Differential von differenzierbaren Abbildungen ◦ Integralsätze für Untermannigfaltigkeiten (in allgemeiner Form) • Lebesguesche Integrationstheorie • Grundbegriffe der Funktionsanalysis • Der Hilbertraum L^2 und Fourier-Analysis • L^p-Räume • Klassische Ungleichungen

	<ul style="list-style-type: none"> • Grundzüge einer allgemeinen Maß- und Integrationstheorie
<p>Literatur</p>	<p>a) Vektoranalysis - Differentialformen in Analysis, Geometrie und Physik</p> <ul style="list-style-type: none"> • Autoren: Ilka Agricola, Thomas Friedrich • Vieweg + Teubner Verlag, 2. Auflage, 2010 • Sprache: Deutsch • ISBN-10: 3834810169 • ISBN-13: 978-3834810168 <p>b) Analysis 3: Maß- und Integrationstheorie, Integralsätze im IRn und Anwendungen (Aufbaukurs Mathematik)</p> <ul style="list-style-type: none"> • Autor: Otto Forster • Vieweg+Teubner Verlag; Auflage: 7., überarb. Aufl. 2012 • Sprache: Deutsch • ISBN-10: 3834823732 • ISBN-13: 978-3834823731 <p>c) Höhere Analysis,</p> <ul style="list-style-type: none"> • Autor: R. Lauterbach <p>(Skript, WS 09/10, verfügbar auf http://www.math.uni-hamburg.de/home/lauterbach/analysis3_WS0910.html#skript)</p> <p>d) Real and complex analysis</p> <ul style="list-style-type: none"> • Autor: Walter Rudin • Verlag: Oldenbourg Wissenschaftsverlag (25. August 1999) • Sprache: Deutsch • ISBN-10: 3486247891 • ISBN-13: 978-3486247893 <p>oder</p> <p>Real and complex analysis</p> <ul style="list-style-type: none"> • Autor: Walter Rudin • McGraw-Hill, 1987 , 3. illustrierte Neuauflage • Sprache: Englisch • Digitalisiert: 2. Febr. 2010 • ISBN: 0070542341, 9780070542341 <p>e) An Introduction to Measure Theory (Graduate Studies in Mathematics)</p> <ul style="list-style-type: none"> • Autor: Terence Tao • Verlag: American Mathematical Society (15. September 2011) • Sprache: Englisch • ISBN-10: 0821869191 • ISBN-13: 978-0821869192 <p>f) Maß- und Integrationstheorie</p> <ul style="list-style-type: none"> • Autor: Heinz Bauer • Verlag: de Gruyter; Auflage: 2., überarb. A. (1. Juli 1992) • Sprache: Englisch • ISBN-10: 3110136252 • ISBN-13: 978-3110136258 <p>g) Maß- und Integrationstheorie</p> <ul style="list-style-type: none"> • Autor: Jürgen Elstrodt • Springer, 2004 • ISBN-10: 3540213902 • ISBN-13: 9783540213901

Lehrveranstaltung L1356: Höhere Analysis	
Typ	Gruppenübung
SWS	2
LP	3
Arbeitsaufwand in Stunden	Eigenstudium 62, Präsenzstudium 28
Dozenten	Dozenten des Fachbereiches Mathematik der UHH
Sprachen	DE/EN
Zeitraum	WiSe
Inhalt	Siehe korrespondierende Vorlesung
Literatur	Siehe korrespondierende Vorlesung

Modul M0829: Grundlagen der Betriebswirtschaftslehre			
Lehrveranstaltungen			
Titel		Typ	SWS LP
Betriebswirtschaftliche Übung (L0882)		Gruppenübung	2 3
Grundlagen der Betriebswirtschaftslehre (L0880)		Vorlesung	3 3
Modulverantwortlicher	Prof. Christian Lüthje		
Zulassungsvoraussetzungen	Keine		
Empfohlene Vorkenntnisse	Schulkenntnisse in Mathematik und Wirtschaft		
Modulziele/ angestrebte Lernergebnisse	Nach erfolgreicher Teilnahme haben die Studierenden die folgenden Lernergebnisse erreicht		
Fachkompetenz	Die Studierenden können...		
<i>Wissen</i>	<ul style="list-style-type: none"> • grundlegende Begriffe und Kategorien aus dem Bereich Wirtschaft und Management benennen und erklären • grundlegende Aspekte wettbewerbslichen Unternehmertums beschreiben (Betrieb und Unternehmung, betrieblicher Zielbildungsprozess) • wesentliche betriebliche Funktionen erläutern, insb. Funktionen der Wertschöpfungskette (z.B. Produktion und Beschaffung, Innovationsmanagement, Absatz und Marketing) sowie Querschnittsfunktionen (z.B. Organisation, Personalmanagement, Supply Chain Management, Informationsmanagement) und die wesentlichen Aspekte von Entrepreneurship-Projekten benennen • Grundlagen der Unternehmensplanung (Entscheidungstheorie, Planung und Kontrolle) wie auch spezielle Planungsaufgaben (z.B. Projektplanung, Investition und Finanzierung) erläutern • Grundlagen des Rechnungswesens erklären (Buchführung, Bilanzierung, Kostenrechnung, Controlling) 		
<i>Fertigkeiten</i>	Die Studierenden können		
	<ul style="list-style-type: none"> • Unternehmensziele definieren und in ein Zielsystem einordnen sowie Zielsysteme strukturieren • Organisations- und Personalstrukturen von Unternehmen analysieren • Methoden für Entscheidungsprobleme unter mehrfacher Zielsetzung, unter Ungewissheit sowie unter Risiko zur Lösung von entsprechenden Problemen anwenden • Produktions- und Beschaffungssysteme sowie betriebliche Informationssysteme analysieren und einordnen • Einfache preispolitische und weitere Instrumente des Marketing analysieren und anwenden • Grundlegende Methoden der Finanzmathematik auf Investitions- und Finanzierungsprobleme anwenden • Die Grundlagen der Buchhaltung, Bilanzierung, Kostenrechnung und des Controlling erläutern und Methoden aus diesen Bereichen auf einfache Problemstellungen anwenden. 		
Personale Kompetenzen	Die Studierenden sind in der Lage		
<i>Sozialkompetenz</i>	<ul style="list-style-type: none"> • sich im Team zu organisieren und ein Projekt aus dem Bereich Entrepreneurship gemeinsam zu bearbeiten und einen Projektbericht zu erstellen • erfolgreich problemlösungsorientiert zu kommunizieren • respektvoll und erfolgreich zusammenzuarbeiten 		
<i>Selbstständigkeit</i>	Die Studierenden sind in der Lage		
	<ul style="list-style-type: none"> • Ein Projekt in einem Team zu bearbeiten und einer Lösung zuzuführen • unter Anleitung einen Projektbericht zu verfassen 		
Arbeitsaufwand in Stunden	Eigenstudium 110, Präsenzstudium 70		
Leistungspunkte	6		
Studienleistung	Keine		
Prüfung	Fachtheoretisch-fachpraktische Arbeit		
Prüfungsdauer und -umfang	mehrere schriftliche Leistungen über das Semester verteilt		
Zuordnung zu folgenden Curricula	Allgemeine Ingenieurwissenschaften (7 Semester): Kernqualifikation: Pflicht Bau- und Umweltingenieurwesen: Vertiefung Bauingenieurwesen: Wahlpflicht Bau- und Umweltingenieurwesen: Vertiefung Wasser und Umwelt: Wahlpflicht Bau- und Umweltingenieurwesen: Vertiefung Verkehr und Mobilität: Wahlpflicht Bioverfahrenstechnik: Kernqualifikation: Pflicht Chemie- und Bioingenieurwesen: Vertiefung Bioingenieurwesen: Wahlpflicht Chemie- und Bioingenieurwesen: Vertiefung Chemieingenieurwesen: Wahlpflicht Computer Science: Kernqualifikation: Pflicht Data Science: Kernqualifikation: Pflicht Elektrotechnik: Kernqualifikation: Pflicht Green Technologies: Energie, Wasser, Klima: Vertiefung Biotechnologien: Wahlpflicht Green Technologies: Energie, Wasser, Klima: Vertiefung Energiesysteme / Regenerative Energien: Wahlpflicht Green Technologies: Energie, Wasser, Klima: Vertiefung Energietechnik: Wahlpflicht Green Technologies: Energie, Wasser, Klima: Vertiefung Maritime Technologien: Wahlpflicht Green Technologies: Energie, Wasser, Klima: Vertiefung Wassertechnologien: Wahlpflicht Informatik-Ingenieurwesen: Kernqualifikation: Pflicht Integrierte Gebäudetechnik: Kernqualifikation: Pflicht Logistik und Mobilität: Kernqualifikation: Pflicht		

Maschinenbau: Kernqualifikation: Pflicht
Mechatronik: Vertiefung Schiffstechnik: Pflicht
Mechatronik: Vertiefung Elektrische Systeme: Pflicht
Mechatronik: Vertiefung Dynamische Systeme und AI: Pflicht
Mechatronik: Kernqualifikation: Pflicht
Mechatronik: Vertiefung Roboter- und Maschinensysteme: Pflicht
Mechatronik: Vertiefung Medizintechnik: Pflicht
Orientierungsstudium: Kernqualifikation: Wahlpflicht
Orientierungsstudium: Kernqualifikation: Wahlpflicht
Schiffbau: Kernqualifikation: Pflicht
Technomathematik: Kernqualifikation: Pflicht
Verfahrenstechnik: Kernqualifikation: Pflicht
Wirtschaftsingenieurwesen - Fachrichtung Logistik und Mobilität: Kernqualifikation: Pflicht

Lehrveranstaltung L0882: Betriebswirtschaftliche Übung	
Typ	Gruppenübung
SWS	2
LP	3
Arbeitsaufwand in Stunden	Eigenstudium 62, Präsenzstudium 28
Dozenten	Prof. Christian Lüthje, Katharina Roedelius
Sprachen	DE
Zeitraum	WiSe/SoSe
Inhalt	<p>In der betriebswirtschaftlichen Horsaalübung werden die Inhalte der Vorlesung durch praktische Beispiele und die Anwendung der diskutierten Werkzeuge vertieft.</p> <p>Bei angemessener Nachfrage wird parallel auch eine Problemorientierte Lehrveranstaltung angeboten, die Studierende alternativ wählen können. Hier bearbeiten die Studierenden in Gruppen ein selbstgewähltes Projekt, das sich thematisch mit der Ausarbeitung einer innovativen Geschäftsidee aus Sicht eines etablierten Unternehmens oder Startups befasst. Auch hier sollen die betriebswirtschaftlichen Grundkenntnisse aus der Vorlesung zum praktischen Einsatz kommen. Die Gruppenarbeit erfolgt unter Anleitung eines Mentors.</p>
Literatur	Relevante Literatur aus der korrespondierenden Vorlesung.

Lehrveranstaltung L0880: Grundlagen der Betriebswirtschaftslehre	
Typ	Vorlesung
SWS	3
LP	3
Arbeitsaufwand in Stunden	Eigenstudium 48, Präsenzstudium 42
Dozenten	Prof. Christian Lühje, Prof. Christian Ringle, Prof. Christoph Ihl, Prof. Cornelius Herstatt, Prof. Kathrin Fischer, Prof. Matthias Meyer, Prof. Thomas Wrona, Prof. Thorsten Blecker, Prof. Wolfgang Kersten
Sprachen	DE
Zeitraum	WiSe/SoSe
Inhalt	<ul style="list-style-type: none"> • Die Abgrenzung der BWL von der VWL und die Gliederungsmöglichkeiten der BWL • Wichtige Definitionen aus dem Bereich Management und Wirtschaft • Die wichtigsten Unternehmensziele und ihre Einordnung sowie (Kern-) Funktionen der Unternehmung • Die Bereiche Produktion und Beschaffungsmanagement, der Begriff des Supply Chain Management und die Bestandteile einer Supply Chain • Die Definition des Begriffs Information, die Organisation des Informations- und Kommunikations (IuK)-Systems und Aspekte der Datensicherheit; Unternehmensstrategie und strategische Informationssysteme • Der Begriff und die Bedeutung von Innovationen, insbesondere Innovationschancen, -risiken und prozesse • Die Bedeutung des Marketing, seine Aufgaben, die Abgrenzung von B2B- und B2C-Marketing • Aspekte der Marketingforschung (Marktportfolio, Szenario-Technik) sowie Aspekte der strategischen und der operativen Planung und Aspekte der Preispolitik • Die grundlegenden Organisationsstrukturen in Unternehmen und einige Organisationsformen • Grundzüge des Personalmanagements • Die Bedeutung der Planung in Unternehmen und die wesentlichen Schritte eines Planungsprozesses • Die wesentlichen Bestandteile einer Entscheidungssituation sowie Methoden für Entscheidungsprobleme unter mehrfacher Zielsetzung, unter Ungewissheit sowie unter Risiko • Grundlegende Methoden der Finanzmathematik • Die Grundlagen der Buchhaltung, der Bilanzierung und der Kostenrechnung • Die Bedeutung des Controlling im Unternehmen und ausgewählte Methoden des Controlling • Die wesentlichen Aspekte von Entrepreneurship-Projekten <p>Neben der Vorlesung, die die Fachinhalte vermittelt, erarbeiten die Studierenden selbstständig in Gruppen einen Business-Plan für ein Gründungsprojekt. Dafür wird auch das wissenschaftliche Arbeiten und Schreiben gezielt unterstützt.</p>
Literatur	<p>Bamberg, G., Coenenberg, A.: Betriebswirtschaftliche Entscheidungslehre, 14. Aufl., München 2008</p> <p>Eisenführ, F., Weber, M.: Rationales Entscheiden, 4. Aufl., Berlin et al. 2003</p> <p>Heinhold, M.: Buchführung in Fallbeispielen, 10. Aufl., Stuttgart 2006.</p> <p>Kruschwitz, L.: Finanzmathematik. 3. Auflage, München 2001.</p> <p>Pellens, B., Fülbier, R. U., Gassen, J., Sellhorn, T.: Internationale Rechnungslegung, 7. Aufl., Stuttgart 2008.</p> <p>Schweitzer, M.: Planung und Steuerung, in: Bea/Friedl/Schweitzer: Allgemeine Betriebswirtschaftslehre, Bd. 2: Führung, 9. Aufl., Stuttgart 2005.</p> <p>Weber, J., Schäffer, U. : Einführung in das Controlling, 12. Auflage, Stuttgart 2008.</p> <p>Weber, J./Weißenberger, B.: Einführung in das Rechnungswesen, 7. Auflage, Stuttgart 2006.</p>

Modul M1959: Seminar Technomathematik			
Lehrveranstaltungen			
Titel	Typ	SWS	LP
Seminar: Technomathematik (L0920)	Seminar	2	4
Modulverantwortlicher	Prof. Anusch Taraz		
Zulassungsvoraussetzungen	Keine		
Empfohlene Vorkenntnisse	<ul style="list-style-type: none"> • Analysis & Lineare Algebra I + II für Technomathematiker <p>oder</p> <ul style="list-style-type: none"> • Mathematik I - IV für Ingenieurstudierende, und • eine weiterführende Vorlesung bei dem für das Seminar verantwortlichen Dozenten 		
Modulziele/ angestrebte Lernergebnisse	Nach erfolgreicher Teilnahme haben die Studierenden die folgenden Lernergebnisse erreicht		
Fachkompetenz	Die Studierenden entwickeln ein tiefes Verständnis für den zu bearbeitenden mathematischen Gegenstand.		
<i>Wissen</i>	Die Studierenden können		
<i>Fertigkeiten</i>	<ul style="list-style-type: none"> • ein fortgeschrittenes mathematisches Thema verstehen, analysieren, einordnen und bearbeiten, • dabei die empfohlene sowie selbst gewählte Literatur gründlich studieren und korrekt einbeziehen, • ihre Erkenntnisse mathematisch korrekt und verständlich aufschreiben und präsentieren. 		
Personale Kompetenzen	Die Studierenden können ihre Ergebnisse in geeigneter Weise vor der Gruppe präsentieren.		
<i>Sozialkompetenz</i>	Die Studierenden können eine wissenschaftliche Arbeit bei eigener Zeiteinteilung anfertigen, insbesondere		
<i>Selbstständigkeit</i>	<ul style="list-style-type: none"> • selbstständig die relevante Literatur recherchieren und kritisch hinterfragen, • eigene Gedanken machen und einbringen, • die Arbeit rechtzeitig fertigstellen. 		
Arbeitsaufwand in Stunden	Eigenstudium 92, Präsenzstudium 28		
Leistungspunkte	4		
Studienleistung	Keine		
Prüfung	Referat		
Prüfungsdauer und -umfang	60 Minuten		
Zuordnung zu folgenden Curricula	Technomathematik: Kernqualifikation: Pflicht		

Lehrveranstaltung L0920: Seminar: Technomathematik	
Typ	Seminar
SWS	2
LP	4
Arbeitsaufwand in Stunden	Eigenstudium 92, Präsenzstudium 28
Dozenten	Dr. Christian Seifert, Dozenten der Mathematik, Dozenten des Fachbereiches Mathematik der UHH, Dr. Jens-Peter Zemke, Dr. Thibaut Lunet, Prof. Sabine Le Borne
Sprachen	DE/EN
Zeitraum	WiSe/SoSe
Inhalt	Ausgewählte Themen aus den Bereichen <ul style="list-style-type: none"> • Angewandte Analysis • Numerische Mathematik/Wissenschaftliches Rechnen • Diskrete Mathematik • Mathematische Optimierung
Literatur	wird in der Lehrveranstaltung bekannt gegeben

Fachmodule der Vertiefung I. Mathematik

Modul M1052: Algebra			
Lehrveranstaltungen			
Titel	Typ	SWS	LP
Algebra (L1317)	Vorlesung	4	6
Algebra (L1318)	Gruppenübung	2	3
Modulverantwortlicher	Prof. Christoph Schweigert		
Zulassungsvoraussetzungen	Keine		
Empfohlene Vorkenntnisse	Lineare Algebra		
Modulziele/ angestrebte Lernergebnisse	Nach erfolgreicher Teilnahme haben die Studierenden die folgenden Lernergebnisse erreicht		
Fachkompetenz			
<i>Wissen</i>	<ul style="list-style-type: none"> Studierende können die grundlegenden Begriffe der Algebra wie Gruppen, Ringe und Moduln benennen und anhand von Beispielen erklären. Studierende sind in der Lage, logische Zusammenhänge zwischen diesen Konzepten zu diskutieren und anhand von Beispielen zu erläutern. Sie kennen Beweisstrategien und können diese wiedergeben. 		
<i>Fertigkeiten</i>	<ul style="list-style-type: none"> Studierende können Aufgabenstellungen aus der Algebra mit Hilfe der kennengelernten Konzepte modellieren und mit den erlernten Methoden lösen. Studierende sind in der Lage, sich weitere logische Zusammenhänge zwischen den kennengelernten Konzepten selbständig zu erschließen und können diese verifizieren. Studierende können zu gegebenen Problemstellungen einen geeigneten Lösungsansatz entwickeln, diesen verfolgen und die Ergebnisse kritisch auswerten. 		
Personale Kompetenzen			
<i>Sozialkompetenz</i>	<ul style="list-style-type: none"> Studierende sind in der Lage, in Teams zusammenzuarbeiten und beherrschen die Mathematik als gemeinsame Sprache. Sie können dabei insbesondere neue Konzepte adressatengerecht kommunizieren und anhand von Beispielen das Verständnis der Mitstudierenden überprüfen und vertiefen. 		
<i>Selbstständigkeit</i>	<ul style="list-style-type: none"> Studierende können eigenständig ihr Verständnis komplexer Konzepte überprüfen, noch offene Fragen auf den Punkt bringen und sich gegebenenfalls gezielt Hilfe holen. Studierende haben eine genügend hohe Ausdauer entwickelt, um auch über längere Zeiträume zielgerichtet an schwierigen Problemstellungen zu arbeiten. 		
Arbeitsaufwand in Stunden	Eigenstudium 186, Präsenzstudium 84		
Leistungspunkte	9		
Studienleistung	Keine		
Prüfung	Mündliche Prüfung		
Prüfungsdauer und -umfang	30 min		
Zuordnung zu folgenden Curricula	Technomathematik: Vertiefung I. Mathematik: Wahlpflicht		

Lehrveranstaltung L1317: Algebra	
Typ	Vorlesung
SWS	4
LP	6
Arbeitsaufwand in Stunden	Eigenstudium 124, Präsenzstudium 56
Dozenten	Dozenten des Fachbereiches Mathematik der UHH
Sprachen	DE/EN
Zeitraum	SoSe
Inhalt	<ul style="list-style-type: none"> Gruppen (Lagrange, Homomorphiesätze, Operationen, Symmetrische Gruppe) Ringe (euklidisch, faktoriell, Hauptideal-, Polynom-, Lokalisierung, Teilbarkeit) Module (Klassifikation über Hauptidealringen mit Anwendungen, Tensorprodukt, äußere Algebra)
Literatur	<ul style="list-style-type: none"> Jantzen, Schwermer, "Algebra" (Springer) Artin, "Algebra" (Birkhäuser) Bosch, "Algebra" (Springer) Lang, "Algebra" (Springer)

Lehrveranstaltung L1318: Algebra	
Typ	Gruppenübung
SWS	2
LP	3
Arbeitsaufwand in Stunden	Eigenstudium 62, Präsenzstudium 28
Dozenten	Dozenten des Fachbereiches Mathematik der UHH
Sprachen	DE/EN
Zeitraum	SoSe
Inhalt	Siehe korrespondierende Vorlesung
Literatur	Siehe korrespondierende Vorlesung

Modul M0715: Solvers for Sparse Linear Systems			
Lehrveranstaltungen			
Titel		Typ	SWS LP
Löser für schwachbesetzte lineare Gleichungssysteme (L0583)		Vorlesung	2 3
Löser für schwachbesetzte lineare Gleichungssysteme (L0584)		Gruppenübung	2 3
Modulverantwortlicher	Prof. Sabine Le Borne		
Zulassungsvoraussetzungen	None		
Empfohlene Vorkenntnisse	<ul style="list-style-type: none"> • Mathematics I + II for Engineering students or Analysis & Lineare Algebra I + II for Technomathematicians • Programming experience in C 		
Modulziele/ angestrebte Lernergebnisse	Nach erfolgreicher Teilnahme haben die Studierenden die folgenden Lernergebnisse erreicht		
Fachkompetenz			
<i>Wissen</i>	Students can <ul style="list-style-type: none"> • list classical and modern iteration methods and their interrelationships, • repeat convergence statements for iterative methods, • explain aspects regarding the efficient implementation of iteration methods. 		
<i>Fertigkeiten</i>	Students are able to <ul style="list-style-type: none"> • analyse, implement, test, and compare iterative methods, • analyse the convergence behaviour of iterative methods and, if applicable, compute convergence rates. 		
Personale Kompetenzen			
<i>Sozialkompetenz</i>	Students are able to <ul style="list-style-type: none"> • work together in heterogeneously composed teams (i.e., teams from different study programs and background knowledge), explain theoretical foundations and support each other with practical aspects regarding the implementation of algorithms. 		
<i>Selbstständigkeit</i>	Students are capable <ul style="list-style-type: none"> • to assess whether the supporting theoretical and practical exercises are better solved individually or in a team, • to work on complex problems over an extended period of time, • to assess their individual progress and, if necessary, to ask questions and seek help. 		
Arbeitsaufwand in Stunden	Eigenstudium 124, Präsenzstudium 56		
Leistungspunkte	6		
Studienleistung	Keine		
Prüfung	Mündliche Prüfung		
Prüfungsdauer und -umfang	20 min		
Zuordnung zu folgenden Curricula	Computer Science: Vertiefung II. Mathematik und Ingenieurwissenschaften: Wahlpflicht Data Science: Kernqualifikation: Wahlpflicht Data Science: Vertiefung I. Mathematik/Informatik: Wahlpflicht Informatik-Ingenieurwesen: Vertiefung II. Mathematik & Ingenieurwissenschaften: Wahlpflicht Technomathematik: Vertiefung I. Mathematik: Wahlpflicht		

Lehrveranstaltung L0583: Solvers for Sparse Linear Systems	
Typ	Vorlesung
SWS	2
LP	3
Arbeitsaufwand in Stunden	Eigenstudium 62, Präsenzstudium 28
Dozenten	Prof. Sabine Le Borne
Sprachen	EN
Zeitraum	SoSe
Inhalt	1. Sparse systems: Orderings and storage formats, direct solvers 2. Classical methods: basic notions, convergence 3. Projection methods 4. Krylov space methods 5. Preconditioning (e.g. ILU) 6. Multigrid methods 7. Domain Decomposition Methods
Literatur	1. Y. Saad. Iterative methods for sparse linear systems 2. M. Olshanskii, E. Tyrtyshnikov. Iterative methods for linear systems: theory and applications

Lehrveranstaltung L0584: Solvers for Sparse Linear Systems	
Typ	Gruppenübung
SWS	2
LP	3
Arbeitsaufwand in Stunden	Eigenstudium 62, Präsenzstudium 28
Dozenten	Prof. Sabine Le Borne
Sprachen	EN
Zeitraum	SoSe
Inhalt	Siehe korrespondierende Vorlesung
Literatur	Siehe korrespondierende Vorlesung

Modul M1056: Funktionalanalysis			
Lehrveranstaltungen			
Titel		Typ	SWS LP
Funktionalanalysis (L1327)		Vorlesung	4 6
Funktionalanalysis (L1328)		Gruppenübung	2 3
Modulverantwortlicher	Prof. Armin Iske		
Zulassungsvoraussetzungen	Keine		
Empfohlene Vorkenntnisse	<ul style="list-style-type: none"> • Lineare Algebra • Analysis 		
Modulziele/ angestrebte Lernergebnisse	Nach erfolgreicher Teilnahme haben die Studierenden die folgenden Lernergebnisse erreicht		
Fachkompetenz	<ul style="list-style-type: none"> • Studierende können grundlegende Begriffe der Funktionalanalysis wie Banach- und Hilberträume, den Satz von Baire, Lineare Operatoren, Dualräume, klassische Funktionsräume, den Satz von Hahn-Banach, Nichtkompaktheit, das Spektrum und Kompakte Operatoren beschreiben und anhand von Beispielen erklären. • Studierende sind in der Lage, logische Zusammenhänge zwischen diesen Konzepten zu diskutieren und anhand von Beispielen zu erläutern. • Sie kennen Beweisstrategien und können diese wiedergeben. 		
<i>Wissen</i>			
<i>Fertigkeiten</i>			
Personale Kompetenzen	<ul style="list-style-type: none"> • Studierende können Aufgabenstellungen aus der Funktionalanalyse mit Hilfe der kennengelernten Konzepte modellieren und mit den erlernten Methoden lösen. • Studierende sind in der Lage, sich weitere logische Zusammenhänge zwischen den kennengelernten Konzepten selbstständig zu erschließen und können diese verifizieren. • Studierende können zu gegebenen Problemstellungen einen geeigneten Lösungsansatz entwickeln, diesen verfolgen und die Ergebnisse kritisch auswerten. 		
<i>Sozialkompetenz</i>			
<i>Selbstständigkeit</i>			
Arbeitsaufwand in Stunden	Eigenstudium 186, Präsenzstudium 84		
Leistungspunkte	9		
Studienleistung	Keine		
Prüfung	Mündliche Prüfung		
Prüfungsdauer und -umfang	30 min		
Zuordnung zu folgenden Curricula	Technomathematik: Vertiefung I. Mathematik: Wahlpflicht		

Lehrveranstaltung L1327: Funktionalanalysis	
Typ	Vorlesung
SWS	4
LP	6
Arbeitsaufwand in Stunden	Eigenstudium 124, Präsenzstudium 56
Dozenten	Dozenten des Fachbereiches Mathematik der UHH
Sprachen	DE/EN
Zeitraum	SoSe
Inhalt	<ul style="list-style-type: none"> • Normierte, Banach- und Hilberträume • Satz von Baire und Folgerungen (Grundprinzipien) • Lineare Operationen, Dualräume • Klassische Funktionsräume • Satz von Hahn-Banach, Nichtkompaktheit • Spektrum, Kompakte Operatoren
Literatur	<ul style="list-style-type: none"> • Alt, Lineare Funktionalanalysis -Eine anwendungsorientierte Einführung, Springer, 2012 • Werner, Funktionalanalysis, Springer, 2011 • Rudin, Functional analysis, McGraw-Hill, 1973 • Adams, Sobolev spaces, Academic press, 1975

Lehrveranstaltung L1328: Funktionalanalysis	
Typ	Gruppenübung
SWS	2
LP	3
Arbeitsaufwand in Stunden	Eigenstudium 62, Präsenzstudium 28
Dozenten	Dozenten des Fachbereiches Mathematik der UHH
Sprachen	DE/EN
Zeitraum	SoSe
Inhalt	Siehe korrespondierende Vorlesung
Literatur	Siehe korrespondierende Vorlesung

Modul M0692: Approximation und Stabilität			
Lehrveranstaltungen			
Titel	Typ	SWS	LP
Approximation und Stabilität (L0487)	Vorlesung	3	4
Approximation und Stabilität (L0488)	Gruppenübung	1	2
Modulverantwortlicher	Prof. Marko Lindner		
Zulassungsvoraussetzungen	Keine		
Empfohlene Vorkenntnisse	<ul style="list-style-type: none"> Lineare Algebra: lin. Gleichungssystem, lin. Ausgleichsproblem, Eigenwerte, Singulärwerte Analysis: Folgen, Reihen, Differential- und Integralrechnung 		
Modulziele/ angestrebte Lernergebnisse	Nach erfolgreicher Teilnahme haben die Studierenden die folgenden Lernergebnisse erreicht		
Fachkompetenz	<p><i>Wissen</i> Die Studierenden können</p> <ul style="list-style-type: none"> funktionalanalytische Grundlagen (Hilbertraum, Operatoren) skizzieren und gegenüberstellen Approximationsverfahren benennen und verstehen Stabilitätsresultate angeben spektrale Größen, Konditionszahlen, Regularisierungsmethoden diskutieren <p><i>Fertigkeiten</i> Die Studierenden können</p> <ul style="list-style-type: none"> funktionalanalytische Grundlagen (Hilbertraum, Operatoren) anwenden, Approximationsverfahren anwenden, Stabilitätsresultate anwenden, spektrale Größen berechnen, Regularisierungsmethoden anwenden 		
Personale Kompetenzen	<p><i>Sozialkompetenz</i> Die Studierenden können fachspezifische Aufgaben gemeinsam bearbeiten und ihre Ergebnisse in geeigneter Weise vor der Gruppe präsentieren (z.B. als Seminarvortrag).</p> <p><i>Selbstständigkeit</i></p> <ul style="list-style-type: none"> Studierende können eigenständig ihr Verständnis mathematischer Konzepte überprüfen, noch offene Fragen auf den Punkt bringen und sich gegebenenfalls gezielt Hilfe holen. Studierende haben eine genügend hohe Ausdauer entwickelt, um auch über längere Zeiträume an schwierigen Problemstellungen zu arbeiten. 		
Arbeitsaufwand in Stunden	Eigenstudium 124, Präsenzstudium 56		
Leistungspunkte	6		
Studienleistung	Verpflichtend Bonus	Art der Studienleistung	Beschreibung
	Ja Keiner	Referat	
Prüfung	Mündliche Prüfung		
Prüfungsdauer und -umfang	20 min		
Zuordnung zu folgenden Curricula	Elektrotechnik: Vertiefung Regelungs- und Energiesystemtechnik: Wahlpflicht Mechatronics: Kernqualifikation: Wahlpflicht Technomathematik: Vertiefung I. Mathematik: Wahlpflicht Theoretischer Maschinenbau: Vertiefung Robotik und Informatik: Wahlpflicht		

Lehrveranstaltung L0487: Approximation und Stabilität	
Typ	Vorlesung
SWS	3
LP	4
Arbeitsaufwand in Stunden	Eigenstudium 78, Präsenzstudium 42
Dozenten	Dr. Christian Seifert, Prof. Marko Lindner
Sprachen	DE/EN
Zeitraum	SoSe
Inhalt	<p>Es geht um die Lösung folgender Grundprobleme der linearen Algebra</p> <ul style="list-style-type: none"> • lineare Gleichungssysteme, • lineare Ausgleichsprobleme, • Eigenwertprobleme <p>in Funktionenräumen (d.h. in Vektorräumen mit unendlicher Dimension) durch stabile Approximation des Problems in einem Raum mit endlicher Dimension.</p> <p>Ablauf:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Crashkurs Hilbertraum: Metrik, Norm, Skalarprodukt, Vollständigkeit • Crashkurs Operatoren: Beschränktheit, Norm, Kompaktheit, Projektoren • gleichmäßige vs. starke Konvergenz, Approximationsverfahren • Anwendbarkeit / Stabilität von Approx.verfahren, Satz von Polski • Galerkinverfahren, Kollokation, Splineinterpolation, Abschneideverfahren • Faltungs- und Toeplitzoperatoren • Crashkurs C^*-Algebren • Konvergenz von Konditionszahlen • Konvergenz spektraler Größen: Spektrum, Eigenwerte, Singulärwerte, Pseudospektrum • Regularisierungsverfahren (truncated SVD, Tichonov)
Literatur	<ul style="list-style-type: none"> • R. Hagen, S. Roch, B. Silbermann: C^*-Algebras in Numerical Analysis • H. W. Alt: Lineare Funktionalanalysis • M. Lindner: Infinite matrices and their finite sections

Lehrveranstaltung L0488: Approximation und Stabilität	
Typ	Gruppenübung
SWS	1
LP	2
Arbeitsaufwand in Stunden	Eigenstudium 46, Präsenzstudium 14
Dozenten	Dr. Christian Seifert, Prof. Marko Lindner
Sprachen	DE/EN
Zeitraum	SoSe
Inhalt	Siehe korrespondierende Vorlesung
Literatur	Siehe korrespondierende Vorlesung

Modul M1062: Mathematische Statistik			
Lehrveranstaltungen			
Titel		Typ	SWS LP
Mathematische Statistik (L1339)		Vorlesung	3 4
Mathematische Statistik (L1340)		Gruppenübung	1 2
Modulverantwortlicher	Prof. Natalie Neumeyer		
Zulassungsvoraussetzungen	Keine		
Empfohlene Vorkenntnisse	Mathematische Stochastik Maßtheoretische Konzepte der Stochastik		
Modulziele/ angestrebte Lernergebnisse	Nach erfolgreicher Teilnahme haben die Studierenden die folgenden Lernergebnisse erreicht		
Fachkompetenz	<ul style="list-style-type: none"> • Studierende können grundlegende Konzepte der Mathematischen Statistik wie die Substitutions- und Maximum-Likelihood-Methode zur Konstruktion von Schätzern, optimale unverfälschte Schätzer, optimale Tests für parametrische Verteilungsklassen, Suffizienz und Vollständigkeit und ihre Anwendung auf Schätz- und Testprobleme, Tests bei Normalverteilung und Konfidenzbereiche und Testfamilien beschreiben und anhand von Beispielen erklären. • Studierende sind in der Lage, logische Zusammenhänge zwischen diesen Konzepten zu diskutieren und anhand von Beispielen zu erläutern. • Sie kennen Beweisstrategien und können diese wiedergeben. <ul style="list-style-type: none"> • Studierende können Aufgabenstellungen aus der Mathematischen Statistik mit Hilfe der kennengelernten Konzepte modellieren und mit den erlernten Methoden lösen. • Studierende sind in der Lage, sich weitere logische Zusammenhänge zwischen den kennengelernten Konzepten selbstständig zu erschließen und können diese verifizieren. • Studierende können zu gegebenen Problemstellungen einen geeigneten Lösungsansatz entwickeln, diesen verfolgen und die Ergebnisse kritisch auswerten. <ul style="list-style-type: none"> • Studierende sind in der Lage, in Teams zusammenzuarbeiten und beherrschen die Mathematik als gemeinsame Sprache. • Sie können dabei insbesondere neue Konzepte adressatengerecht kommunizieren und anhand von Beispielen das Verständnis der Mitstudierenden überprüfen und vertiefen. <ul style="list-style-type: none"> • Studierende können eigenständig ihr Verständnis komplexer Konzepte überprüfen, noch offene Fragen auf den Punkt bringen und sich gegebenenfalls gezielt Hilfe holen. • Studierende haben eine genügend hohe Ausdauer entwickelt, um auch über längere Zeiträume zielgerichtet an schwierigen Problemstellungen zu arbeiten. 		
<i>Wissen</i>			
<i>Fertigkeiten</i>			
Personale Kompetenzen			
<i>Sozialkompetenz</i>			
<i>Selbstständigkeit</i>			
Arbeitsaufwand in Stunden	Eigenstudium 124, Präsenzstudium 56		
Leistungspunkte	6		
Studienleistung	Keine		
Prüfung	Klausur		
Prüfungsdauer und -umfang	120 Minuten		
Zuordnung zu folgenden Curricula	Technomathematik: Vertiefung I. Mathematik: Wahlpflicht		

Lehrveranstaltung L1339: Mathematische Statistik	
Typ	Vorlesung
SWS	3
LP	4
Arbeitsaufwand in Stunden	Eigenstudium 78, Präsenzstudium 42
Dozenten	Dozenten des Fachbereiches Mathematik der UHH
Sprachen	DE/EN
Zeitraum	SoSe
Inhalt	<ul style="list-style-type: none"> • Die Substitutions- und Maximum-Likelihood-Methode zur Konstruktion von Schätzern • Optimale unverfälschte Schätzer • Optimale Tests für parametrische Verteilungsklassen (Neymann-Pearson-Theorie) • Suffizienz und Vollständigkeit und ihre Anwendung auf Schätz- und Testprobleme • Tests bei Normalverteilung (z.B. Studentscher Test) • Konfidenzbereiche und Testfamilien
Literatur	<ul style="list-style-type: none"> • V. K. Rohatgi and A. K. Ehsanes Saleh (2001). An introduction to probability and statistics. Wiley. • L. Wasserman (2010). All of statistics : A concise course in statistical inference. Springer. • H. Witting (1985). Mathematische Statistik: Parametrische Verfahren bei festem Stichprobenumfang. Teubner.

Lehrveranstaltung L1340: Mathematische Statistik	
Typ	Gruppenübung
SWS	1
LP	2
Arbeitsaufwand in Stunden	Eigenstudium 46, Präsenzstudium 14
Dozenten	Dozenten des Fachbereiches Mathematik der UHH
Sprachen	DE/EN
Zeitraum	SoSe
Inhalt	Siehe korrespondierende Vorlesung
Literatur	Siehe korrespondierende Vorlesung

Modul M1429: Komplexe Funktionen			
Lehrveranstaltungen			
Titel	Typ	SWS	LP
Komplexe Funktionen (L1038)	Vorlesung	2	1
Komplexe Funktionen (L1042)	Hörsaalübung	1	1
Komplexe Funktionen (L1041)	Gruppenübung	1	1
Modulverantwortlicher	Dozenten des Fachbereiches Mathematik der UHH		
Zulassungsvoraussetzungen	Keine		
Empfohlene Vorkenntnisse	Analysis, Höhere Analysis, Lineare Algebra		
Modulziele/ angestrebte Lernergebnisse	Nach erfolgreicher Teilnahme haben die Studierenden die folgenden Lernergebnisse erreicht		
Fachkompetenz	Die Studierenden vertiefen ihre Mathematikausbildung durch den umfassenden Erwerb von Kenntnissen im Bereich der Komplexen Analysis.		
<i>Wissen</i>			
<i>Fertigkeiten</i>	Die Studierenden besitzen die Fähigkeit zum Einsatz von Konzepten und Methoden dieses Bereichs, können diese einordnen und vergleichen sowie sich weitere Konzepte aus diesem Bereich eigenständig aneignen.		
Personale Kompetenzen			
<i>Sozialkompetenz</i>			
<i>Selbstständigkeit</i>			
Arbeitsaufwand in Stunden	Eigenstudium 34, Präsenzstudium 56		
Leistungspunkte	3		
Studienleistung	Keine		
Prüfung	Mündliche Prüfung		
Prüfungsdauer und -umfang	30 min		
Zuordnung zu folgenden Curricula	Technomathematik: Vertiefung I. Mathematik: Wahlpflicht		

Lehrveranstaltung L1038: Komplexe Funktionen	
Typ	Vorlesung
SWS	2
LP	1
Arbeitsaufwand in Stunden	Eigenstudium 2, Präsenzstudium 28
Dozenten	Dozenten des Fachbereiches Mathematik der UHH
Sprachen	DE
Zeitraum	SoSe
Inhalt	Grundzüge der Funktionentheorie <ul style="list-style-type: none"> • Funktionen einer komplexen Variable • Komplexe Differentiation • Konforme Abbildungen • Komplexe Integration • Cauchyscher Hauptsatz • Cauchysche Integralformel • Taylor- und Laurent-Reihenentwicklung • Singularitäten und Residuen • Integraltransformationen: Fourier und Laplace-Transformation
Literatur	<ul style="list-style-type: none"> • http://www.math.uni-hamburg.de/teaching/export/tuhh/index.html

Lehrveranstaltung L1042: Komplexe Funktionen	
Typ	Hörsaalübung
SWS	1
LP	1
Arbeitsaufwand in Stunden	Eigenstudium 16, Präsenzstudium 14
Dozenten	Dozenten des Fachbereiches Mathematik der UHH
Sprachen	DE
Zeitraum	SoSe
Inhalt	Siehe korrespondierende Vorlesung
Literatur	Siehe korrespondierende Vorlesung

Lehrveranstaltung L1041: Komplexe Funktionen	
Typ	Gruppenübung
SWS	1
LP	1
Arbeitsaufwand in Stunden	Eigenstudium 16, Präsenzstudium 14
Dozenten	Dozenten des Fachbereiches Mathematik der UHH
Sprachen	DE
Zeitraum	SoSe
Inhalt	Siehe korrespondierende Vorlesung
Literatur	Siehe korrespondierende Vorlesung

Modul M1079: Differentialgeometrie			
Lehrveranstaltungen			
Titel		Typ	SWS
Differentialgeometrie (L1365)		Vorlesung	4
Differentialgeometrie (L1366)		Gruppenübung	2
Modulverantwortlicher	Prof. Vicente Cortés		
Zulassungsvoraussetzungen	Keine		
Empfohlene Vorkenntnisse	<ul style="list-style-type: none"> • Analysis • Höhere Analysis 		
Modulziele/ angestrebte Lernergebnisse	Nach erfolgreicher Teilnahme haben die Studierenden die folgenden Lernergebnisse erreicht		
Fachkompetenz	<ul style="list-style-type: none"> • Studierende können grundlegende Konzepte der Differentialgeometrie wie Kurven im euklidischen Raum, differenzierbare Mannigfaltigkeiten, Hyperflächen des euklidischen Raumes, Geodäten in Riemannschen Mannigfaltigkeiten und Riemannsche Mannigfaltigkeiten konstanter Krümmung beschreiben und anhand von Beispielen erklären. • Studierende sind in der Lage, logische Zusammenhänge zwischen diesen Konzepten zu diskutieren und anhand von Beispielen zu erläutern. • Sie kennen Beweisstrategien und können diese wiedergeben. 		
<i>Wissen</i>			
<i>Fertigkeiten</i>	<ul style="list-style-type: none"> • Studierende können Aufgabenstellungen aus der Differentialgeometrie mit Hilfe der kennengelernten Konzepte modellieren und mit den erlernten Methoden lösen. • Studierende sind in der Lage, sich weitere logische Zusammenhänge zwischen den kennengelernten Konzepten selbständig zu erschließen und können diese verifizieren. • Studierende können zu gegebenen Problemstellungen einen geeigneten Lösungsansatz entwickeln, diesen verfolgen und die Ergebnisse kritisch auswerten. 		
Personale Kompetenzen	<ul style="list-style-type: none"> • Studierende sind in der Lage, in Teams zusammenzuarbeiten und beherrschen die Mathematik als gemeinsame Sprache. • Sie können dabei insbesondere neue Konzepte adressatengerecht kommunizieren und anhand von Beispielen das Verständnis der Mitstudierenden überprüfen und vertiefen. 		
<i>Sozialkompetenz</i>			
<i>Selbstständigkeit</i>	<ul style="list-style-type: none"> • Studierende können eigenständig ihr Verständnis komplexer Konzepte überprüfen, noch offene Fragen auf den Punkt bringen und sich gegebenenfalls gezielt Hilfe holen. • Studierende haben eine genügend hohe Ausdauer entwickelt, um auch über längere Zeiträume zielgerichtet an schwierigen Problemstellungen zu arbeiten. 		
Arbeitsaufwand in Stunden	Eigenstudium 186, Präsenzstudium 84		
Leistungspunkte	9		
Studienleistung	Keine		
Prüfung	Mündliche Prüfung		
Prüfungsdauer und -umfang	30 min		
Zuordnung zu folgenden Curricula	Technomathematik: Vertiefung I. Mathematik: Wahlpflicht		

Lehrveranstaltung L1365: Differentialgeometrie	
Typ	Vorlesung
SWS	4
LP	6
Arbeitsaufwand in Stunden	Eigenstudium 124, Präsenzstudium 56
Dozenten	Dozenten des Fachbereiches Mathematik der UHH
Sprachen	DE/EN
Zeitraum	SoSe
Inhalt	<ul style="list-style-type: none"> • Kurven im euklidischen Raum • Einführung in differenzierbare Mannigfaltigkeiten • Hyperflächen des euklidischen Raumes • Flächen • Geodäten in Riemannschen Mannigfaltigkeiten • Riemannsche Mannigfaltigkeiten konstanter Krümmung
Literatur	Manfredo Perdigão do Carmo: Riemannian geometry , Birkhäuser, 1992. Takashi Sakai, Riemannian geometry , AMS, 1996. Frank Warner, Foundations of differentiable manifolds and Lie groups , Springer, 1983.

Lehrveranstaltung L1366: Differentialgeometrie	
Typ	Gruppenübung
SWS	2
LP	3
Arbeitsaufwand in Stunden	Eigenstudium 62, Präsenzstudium 28
Dozenten	Dozenten des Fachbereiches Mathematik der UHH
Sprachen	DE/EN
Zeitraum	SoSe
Inhalt	Siehe korrespondierende Vorlesung
Literatur	Siehe korrespondierende Vorlesung

Modul M1080: Gewöhnliche Differentialgleichungen und Dynamische Systeme			
Lehrveranstaltungen			
Titel	Typ	SWS	LP
Gewöhnliche Differentialgleichungen und Dynamische Systeme (L1367)	Vorlesung	4	6
Gewöhnliche Differentialgleichungen und Dynamische Systeme (L1368)	Gruppenübung	2	3
Modulverantwortlicher	Prof. Jens Rademacher		
Zulassungsvoraussetzungen	Keine		
Empfohlene Vorkenntnisse	<ul style="list-style-type: none"> • Analysis • Höhere Analysis 		
Modulziele/ angestrebte Lernergebnisse	Nach erfolgreicher Teilnahme haben die Studierenden die folgenden Lernergebnisse erreicht		
Fachkompetenz	<ul style="list-style-type: none"> • Studierende können grundlegende Konzepte wie Modellbildung mit dynamischen Systemen, gewöhnliche Differentialgleichungen als dynamische Systeme, Langzeitverhalten von Orbits, hyperbolische Systeme, lineare Differentialgleichungen und Linearisierung, Strukturstabilität und Verzweigungen, symbolische Dynamik, Hamilton-Systeme und volumenerhaltende Systeme beschreiben und anhand von Beispielen erklären. • Studierende sind in der Lage, logische Zusammenhänge zwischen diesen Konzepten zu diskutieren und anhand von Beispielen zu erläutern. • Sie kennen Beweisstrategien und können diese wiedergeben. 		
<i>Wissen</i>			
<i>Fertigkeiten</i>			
Personale Kompetenzen			
<i>Sozialkompetenz</i>	<ul style="list-style-type: none"> • Studierende sind in der Lage, in Teams zusammenzuarbeiten und beherrschen die Mathematik als gemeinsame Sprache. • Sie können dabei insbesondere neue Konzepte adressatengerecht kommunizieren und anhand von Beispielen das Verständnis der Mitstudierenden überprüfen und vertiefen. 		
<i>Selbstständigkeit</i>	<ul style="list-style-type: none"> • Studierende können eigenständig ihr Verständnis komplexer Konzepte überprüfen, noch offene Fragen auf den Punkt bringen und sich gegebenenfalls gezielt Hilfe holen. • Studierende haben eine genügend hohe Ausdauer entwickelt, um auch über längere Zeiträume zielgerichtet an schwierigen Problemstellungen zu arbeiten. 		
Arbeitsaufwand in Stunden	Eigenstudium 186, Präsenzstudium 84		
Leistungspunkte	9		
Studienleistung	Keine		
Prüfung	Mündliche Prüfung		
Prüfungsdauer und -umfang	30 min		
Zuordnung zu folgenden Curricula	Technomathematik: Vertiefung I. Mathematik: Wahlpflicht		

Lehrveranstaltung L1367: Gewöhnliche Differentialgleichungen und Dynamische Systeme	
Typ	Vorlesung
SWS	4
LP	6
Arbeitsaufwand in Stunden	Eigenstudium 124, Präsenzstudium 56
Dozenten	Dozenten des Fachbereiches Mathematik der UHH
Sprachen	DE/EN
Zeitraum	SoSe
Inhalt	<ul style="list-style-type: none"> • Modellbildung mit dynamischen Systemen • Gewöhnliche Differentialgleichungen als dynamische Systeme (Existenz, Eindeutigkeit) • Langzeitverhalten von Orbits (Vorhersagbarkeit, Periodizität, Stabilität, Limesmengen, Attraktoren) • Hyperbolische Systeme, lineare Differentialgleichungen und Linearisierung • Strukturstabilität und Verzweigungen • Symbolische Dynamik • Hamilton-Systeme, volumenerhaltende Systeme
Literatur	<ul style="list-style-type: none"> • H. Amann, Gewöhnliche Differentialgleichungen, de Gruyter 1995 • C. Chicone, Ordinary Differential Equations with Applications, Springer 2006. • H. Heuser, Gewöhnliche Differentialgleichungen, Teubner 2009. • M. Hirsch, S. Smale, R. Devaney, Differential equations, dynamical systems, and an introduction to chaos, Elsevier 2004. • W. Walter, Gewöhnliche Differentialgleichungen, Springer 2000.

Lehrveranstaltung L1368: Gewöhnliche Differentialgleichungen und Dynamische Systeme	
Typ	Gruppenübung
SWS	2
LP	3
Arbeitsaufwand in Stunden	Eigenstudium 62, Präsenzstudium 28
Dozenten	Dozenten des Fachbereiches Mathematik der UHH
Sprachen	DE/EN
Zeitraum	SoSe
Inhalt	Siehe korrespondierende Vorlesung
Literatur	Siehe korrespondierende Vorlesung

Modul M1060: Optimierung			
Lehrveranstaltungen			
Titel		Typ	SWS LP
Optimierung (L1333)		Vorlesung	4 6
Optimierung (L1334)		Gruppenübung	2 3
Modulverantwortlicher	Prof. Winnifried Wollner		
Zulassungsvoraussetzungen	Keine		
Empfohlene Vorkenntnisse	Lineare Algebra Analysis		
Modulziele/ angestrebte Lernergebnisse	Nach erfolgreicher Teilnahme haben die Studierenden die folgenden Lernergebnisse erreicht		
Fachkompetenz	<ul style="list-style-type: none"> • Studierende können grundlegende Konzepte der Optimierung wie Optimalitätsbedingungen, global konvergente Abstiegsverfahren, lokal schnell konvergente Verfahren, numerische Verfahren und Dualität beschreiben und anhand von Beispielen erklären. • Studierende sind in der Lage, logische Zusammenhänge zwischen diesen Konzepten zu diskutieren und anhand von Beispielen zu erläutern. • Sie kennen Beweisstrategien und können diese wiedergeben. 		
<i>Wissen</i>			
<i>Fertigkeiten</i>			
Personale Kompetenzen			
<i>Sozialkompetenz</i>	<ul style="list-style-type: none"> • Studierende können Aufgabenstellungen aus der Optimierung mit Hilfe der kennengelernten Konzepte modellieren und mit den erlernten Methoden lösen. • Studierende sind in der Lage, sich weitere logische Zusammenhänge zwischen den kennengelernten Konzepten selbstständig zu erschließen und können diese verifizieren. • Studierende können zu gegebenen Problemstellungen einen geeigneten Lösungsansatz entwickeln, diesen verfolgen und die Ergebnisse kritisch auswerten. 		
<i>Selbstständigkeit</i>	<ul style="list-style-type: none"> • Studierende sind in der Lage, in Teams zusammenzuarbeiten und beherrschen die Mathematik als gemeinsame Sprache. • Sie können dabei insbesondere neue Konzepte adressatengerecht kommunizieren und anhand von Beispielen das Verständnis der Mitstudierenden überprüfen und vertiefen. 		
<i>Selbstständigkeit</i>	<ul style="list-style-type: none"> • Studierende können eigenständig ihr Verständnis komplexer Konzepte überprüfen, noch offene Fragen auf den Punkt bringen und sich gegebenenfalls gezielt Hilfe holen. • Studierende haben eine genügend hohe Ausdauer entwickelt, um auch über längere Zeiträume zielgerichtet an schwierigen Problemstellungen zu arbeiten. 		
Arbeitsaufwand in Stunden	Eigenstudium 186, Präsenzstudium 84		
Leistungspunkte	9		
Studienleistung	Keine		
Prüfung	Mündliche Prüfung		
Prüfungsdauer und -umfang	30 min		
Zuordnung zu folgenden Curricula	Technomathematik: Vertiefung I. Mathematik: Wahlpflicht		

Lehrveranstaltung L1333: Optimierung	
Typ	Vorlesung
SWS	4
LP	6
Arbeitsaufwand in Stunden	Eigenstudium 124, Präsenzstudium 56
Dozenten	Dozenten des Fachbereiches Mathematik der UHH
Sprachen	DE/EN
Zeitraum	SoSe
Inhalt	<ul style="list-style-type: none"> • Modellbeispiele aus der Praxis • Unrestringierte Optimierung <ul style="list-style-type: none"> ◦ notwendige und hinreichende Optimalbedingungen ◦ global konvergente Abstiegsverfahren, z.B. <ul style="list-style-type: none"> ▪ Gradientenverfahren ▪ Trust-Region-Verfahren) ◦ lokal schnell konvergente Verfahren, z.B. <ul style="list-style-type: none"> ▪ Newton- und ▪ Quasi-Newton-Verfahren) ◦ lokal und global schnell konvergente Verfahren, z.B. <ul style="list-style-type: none"> ▪ globalisierte Newton-Verfahren • Restringierte Optimierung <ul style="list-style-type: none"> ◦ notwendige und hinreichende Optimalitätsbedingungen ◦ numerische Verfahren, z.B. <ul style="list-style-type: none"> ▪ Penalty-Verfahren ▪ SQP-Verfahren • Ausgewählte Kapitel, z.B. <ul style="list-style-type: none"> ◦ konvexe Optimierung ◦ Dualität ◦ parametrische Optimierung
Literatur	<ul style="list-style-type: none"> • Ulbrich, M. and Ulbrich, S., Nichtlineare Optimierung, Verlag Birkhäuser Basel 2012 • C. Geiger and C. Kanzow, Numerische Verfahren zur Lösung unrestringierter Optimierungsaufgaben, Verlag Springer Berlin Heidelberg, 1999 • C. Geiger and C. Kanzow, Theorie und Numerik restringierter Optimierungsaufgaben, Verlag Springer Berlin Heidelberg, 2002 • J. Nocedal and S. J. Wright, Numerical Optimization, Verlag: Springer, 1999 • D. P. Bertsekas, Nonlinear Programming, Publisher: Athena Scientific, 1999, 2nd Edition

Lehrveranstaltung L1334: Optimierung	
Typ	Gruppenübung
SWS	2
LP	3
Arbeitsaufwand in Stunden	Eigenstudium 62, Präsenzstudium 28
Dozenten	Dozenten des Fachbereiches Mathematik der UHH
Sprachen	DE/EN
Zeitraum	SoSe
Inhalt	Siehe korrespondierende Vorlesung
Literatur	Siehe korrespondierende Vorlesung

Modul M0852: Graphentheorie und Optimierung			
Lehrveranstaltungen			
Titel		Typ	SWS LP
Graphentheorie und Optimierung (L1046)		Vorlesung	2 3
Graphentheorie und Optimierung (L1047)		Gruppenübung	2 3
Modulverantwortlicher	Prof. Anusch Taraz		
Zulassungsvoraussetzungen	Keine		
Empfohlene Vorkenntnisse	<ul style="list-style-type: none"> • Diskrete Algebraische Strukturen • Mathematik I 		
Modulziele/ angestrebte Lernergebnisse	Nach erfolgreicher Teilnahme haben die Studierenden die folgenden Lernergebnisse erreicht		
Fachkompetenz	<ul style="list-style-type: none"> • Studierende können die grundlegenden Begriffe der Graphentheorie und Optimierung benennen und anhand von Beispielen erklären. • Studierende sind in der Lage, logische Zusammenhänge zwischen diesen Konzepten zu diskutieren und anhand von Beispielen zu erläutern. • Sie kennen Beweisstrategien und können diese wiedergeben. 		
<i>Wissen</i>			
<i>Fertigkeiten</i>			
Personale Kompetenzen	<ul style="list-style-type: none"> • Studierende können Aufgabenstellungen der Graphentheorie und Optimierung mit Hilfe der kennengelernten Konzepte mathematisch modellieren und mit den erlernten Methoden lösen. • Studierende sind in der Lage, sich weitere einfache logische Zusammenhänge zwischen den kennengelernten Konzepten selbstständig zu erschließen und können diese verifizieren. • Studierende können zu gegebenen Problemstellungen einen geeigneten Lösungsansatz entwickeln, diesen verfolgen und die Ergebnisse kritisch auswerten. 		
<i>Sozialkompetenz</i>			
<i>Selbstständigkeit</i>			
Arbeitsaufwand in Stunden	Eigenstudium 124, Präsenzstudium 56		
Leistungspunkte	6		
Studienleistung	Keine		
Prüfung	Klausur		
Prüfungsdauer und -umfang	120 min		
Zuordnung zu folgenden Curricula	Allgemeine Ingenieurwissenschaften (7 Semester): Vertiefung Informatik: Pflicht Allgemeine Ingenieurwissenschaften (7 Semester): Vertiefung Data Science: Wahlpflicht Computer Science: Kernqualifikation: Pflicht Data Science: Kernqualifikation: Pflicht Engineering Science: Vertiefung Data Science: Wahlpflicht Informatik-Ingenieurwesen: Vertiefung II. Mathematik & Ingenieurwissenschaften: Wahlpflicht Logistik und Mobilität: Vertiefung Verkehrsplanung und -systeme: Wahlpflicht Logistik und Mobilität: Vertiefung Informationstechnologie: Wahlpflicht Technomathematik: Vertiefung I. Mathematik: Wahlpflicht Wirtschaftsingenieurwesen - Fachrichtung Logistik und Mobilität: Vertiefung Verkehrsplanung und -systeme: Wahlpflicht Wirtschaftsingenieurwesen - Fachrichtung Logistik und Mobilität: Vertiefung Informationstechnologie: Wahlpflicht		

Lehrveranstaltung L1046: Graphentheorie und Optimierung	
Typ	Vorlesung
SWS	2
LP	3
Arbeitsaufwand in Stunden	Eigenstudium 62, Präsenzstudium 28
Dozenten	Prof. Anusch Taraz
Sprachen	DE/EN
Zeitraum	SoSe
Inhalt	<ul style="list-style-type: none"> • Graphen, Durchlaufen von Graphen, Bäume • Planare Graphen • Kürzeste Wege • Minimale Spannbäume • Maximale Flüsse und minimale Schnitte • Sätze von Menger, König-Egervary, Hall • NP-vollständige Probleme • Backtracking und Heuristiken • Lineare Programmierung • Dualität • Ganzzahlige lineare Programmierung
Literatur	<ul style="list-style-type: none"> • M. Aigner: Diskrete Mathematik, Vieweg, 2004 • T. Cormen, Ch. Leiserson, R. Rivest, C. Stein: Algorithmen - Eine Einführung, Oldenbourg, 2013 • J. Matousek und J. Nešetřil: Diskrete Mathematik, Springer, 2007 • A. Steger: Diskrete Strukturen (Band 1), Springer, 2001 • A. Taraz: Diskrete Mathematik, Birkhäuser, 2012 • V. Turau: Algorithmische Graphentheorie, Oldenbourg, 2009 • K.-H. Zimmermann: Diskrete Mathematik, BoD, 2006

Lehrveranstaltung L1047: Graphentheorie und Optimierung	
Typ	Gruppenübung
SWS	2
LP	3
Arbeitsaufwand in Stunden	Eigenstudium 62, Präsenzstudium 28
Dozenten	Prof. Anusch Taraz
Sprachen	DE/EN
Zeitraum	SoSe
Inhalt	Siehe korrespondierende Vorlesung
Literatur	Siehe korrespondierende Vorlesung

Modul M1061: Maßtheoretische Konzepte der Stochastik			
Lehrveranstaltungen			
Titel		Typ	SWS LP
Maßtheoretische Konzepte der Stochastik (L1335)		Vorlesung	3 4
Maßtheoretische Konzepte der Stochastik (L1338)		Gruppenübung	1 2
Modulverantwortlicher	Prof. Holger Drees		
Zulassungsvoraussetzungen	Keine		
Empfohlene Vorkenntnisse	Mathematische Stochastik		
Modulziele/ angestrebte Lernergebnisse	Nach erfolgreicher Teilnahme haben die Studierenden die folgenden Lernergebnisse erreicht		
Fachkompetenz <i>Wissen</i>	<ul style="list-style-type: none"> • Studierende können grundlegende Konzepte der Stochastik wie allgemeine Dichten, bedingte Erwartungswerte, Martingale in diskreter Zeit, Konvergenz von Wahrscheinlichkeitsmaßen und Integraltransformationen beschreiben und anhand von Beispielen erklären. • Studierende sind in der Lage, logische Zusammenhänge zwischen diesen Konzepten zu diskutieren und anhand von Beispielen zu erläutern. • Sie kennen Beweisstrategien und können diese wiedergeben. 		
<i>Fertigkeiten</i>	<ul style="list-style-type: none"> • Studierende können Aufgabenstellungen aus der Stochastik mit Hilfe der kennengelernten Konzepte modellieren und mit den erlernten Methoden lösen. • Studierende sind in der Lage, sich weitere logische Zusammenhänge zwischen den kennengelernten Konzepten selbständig zu erschließen und können diese verifizieren. • Studierende können zu gegebenen Problemstellungen einen geeigneten Lösungsansatz entwickeln, diesen verfolgen und die Ergebnisse kritisch auswerten. 		
Personale Kompetenzen <i>Sozialkompetenz</i>	<ul style="list-style-type: none"> • Studierende sind in der Lage, in Teams zusammenzuarbeiten und beherrschen die Mathematik als gemeinsame Sprache. • Sie können dabei insbesondere neue Konzepte adressatengerecht kommunizieren und anhand von Beispielen das Verständnis der Mitstudierenden überprüfen und vertiefen. 		
<i>Selbstständigkeit</i>	<ul style="list-style-type: none"> • Studierende können eigenständig ihr Verständnis komplexer Konzepte überprüfen, noch offene Fragen auf den Punkt bringen und sich gegebenenfalls gezielt Hilfe holen. • Studierende haben eine genügend hohe Ausdauer entwickelt, um auch über längere Zeiträume zielgerichtet an schwierigen Problemstellungen zu arbeiten. 		
Arbeitsaufwand in Stunden	Eigenstudium 124, Präsenzstudium 56		
Leistungspunkte	6		
Studienleistung	Keine		
Prüfung	Mündliche Prüfung		
Prüfungsdauer und -umfang	30 min		
Zuordnung zu folgenden Curricula	Technomathematik: Vertiefung I. Mathematik: Wahlpflicht		

Lehrveranstaltung L1335: Maßtheoretische Konzepte der Stochastik	
Typ	Vorlesung
SWS	3
LP	4
Arbeitsaufwand in Stunden	Eigenstudium 78, Präsenzstudium 42
Dozenten	Dozenten des Fachbereiches Mathematik der UHH
Sprachen	DE/EN
Zeitraum	SoSe
Inhalt	<ul style="list-style-type: none"> • Allgemeine Dichten, Satz von Radon-Nikodym • Bedingte Erwartungswerte und Übergangskerne • Martingale in diskreter Zeit • Konvergenz von Wahrscheinlichkeitsmaßen • Integraltransformationen, z.B. <ul style="list-style-type: none"> ◦ erzeugende Funktionen ◦ Fourier-Transformation ◦ Laplace-Transformation
Literatur	<ul style="list-style-type: none"> • H. Bauer, Maß- und Integrationstheorie, de Gruyter Lehrbuch, Auflage: 2., überarb. A. (1. Juli 1992) • H. Bauer, Wahrscheinlichkeitstheorie, de Gruyter Lehrbuch, Verlag: de Gruyter; Auflage: 5. durchges. und verb. (2002) • J. Estrodt, Maß- und Integrationstheorie, Springer, 7., korrigierte und aktualisierte Auflage 2011

Lehrveranstaltung L1338: Maßtheoretische Konzepte der Stochastik	
Typ	Gruppenübung
SWS	1
LP	2
Arbeitsaufwand in Stunden	Eigenstudium 46, Präsenzstudium 14
Dozenten	Dozenten des Fachbereiches Mathematik der UHH
Sprachen	DE/EN
Zeitraum	SoSe
Inhalt	Siehe korrespondierende Vorlesung
Literatur	Siehe korrespondierende Vorlesung

Modul M0714: Numerik gewöhnlicher Differentialgleichungen			
Lehrveranstaltungen			
Titel		Typ	SWS LP
Numerik gewöhnlicher Differentialgleichungen (L0576)		Vorlesung	2 3
Numerik gewöhnlicher Differentialgleichungen (L0582)		Gruppenübung	2 3
Modulverantwortlicher	Prof. Daniel Ruprecht		
Zulassungsvoraussetzungen	Keine		
Empfohlene Vorkenntnisse	<ul style="list-style-type: none"> • Mathematik I, II, III für Ingenieurstudierende (deutsch oder englisch) oder Analysis & Lineare Algebra I + II sowie Analysis III für Technomathematiker*innen. • Grundkenntnisse in MATLAB, Python oder einer vergleichbaren Programmiersprache. 		
Modulziele/ angestrebte Lernergebnisse	Nach erfolgreicher Teilnahme haben die Studierenden die folgenden Lernergebnisse erreicht		
Fachkompetenz	<p><i>Wissen</i> Studierende können</p> <ul style="list-style-type: none"> • numerische Verfahren zur Lösung gewöhnlicher Differentialgleichungen benennen und deren Kernideen erläutern, • Aussagen zur Konvergenz (inklusive der an das zugrundeliegende Problem gestellten Voraussetzungen) zu den behandelten numerischen Verfahren wiedergeben, • Aspekte der praktischen Durchführung numerischer Verfahren erklären, • passende numerische Methoden für konkrete Probleme auswählen, implementieren und die numerischen Ergebnisse interpretieren. <p><i>Fertigkeiten</i> Studierende sind in der Lage,</p> <ul style="list-style-type: none"> • numerische Methoden zur Lösung gewöhnlicher Differentialgleichungen zu implementieren, anzuwenden und zu vergleichen, • das Konvergenzverhalten numerischer Methoden in Abhängigkeit vom gestellten Problem und des verwendeten Lösungsalgorithmus zu begründen, • zu gegebener Problemstellung einen geeigneten Lösungsansatz zu entwickeln, gegebenenfalls durch Zusammensetzen mehrerer Algorithmen, diesen durchzuführen und die Ergebnisse kritisch auszuwerten. <p>Personale Kompetenzen</p> <p><i>Sozialkompetenz</i> Studierende können</p> <ul style="list-style-type: none"> • in heterogen zusammengesetzten Teams (d.h. aus unterschiedlichen Studiengängen und mit unterschiedlichem Hintergrundwissen) zusammenarbeiten, sich gegenseitig theoretische Grundlagen erklären sowie einander bei der praktischen Implementierung der Algorithmen unterstützen. <p><i>Selbstständigkeit</i> Studierende sind fähig,</p> <ul style="list-style-type: none"> • selbst einzuschätzen, ob sie die begleitenden theoretischen und praktischen Übungsaufgaben besser allein oder im Team lösen und • ihren Lernstand konkret zu beurteilen und gegebenenfalls gezielt Fragen zu stellen und Hilfe zu suchen. 		
Arbeitsaufwand in Stunden	Eigenstudium 124, Präsenzstudium 56		
Leistungspunkte	6		
Studienleistung	Keine		
Prüfung	Klausur		
Prüfungsdauer und -umfang	90 min		
Zuordnung zu folgenden Curricula	Bioverfahrenstechnik: Vertiefung A - Allgemeine Bioverfahrenstechnik: Wahlpflicht Chemical and Bioprocess Engineering: Vertiefung Chemische Verfahrenstechnik: Wahlpflicht Chemical and Bioprocess Engineering: Vertiefung Allgemeine Verfahrenstechnik: Wahlpflicht Computer Science: Vertiefung III. Mathematik: Wahlpflicht Data Science: Vertiefung I. Mathematics: Wahlpflicht Data Science: Vertiefung IV. Special Focus Area: Wahlpflicht Elektrotechnik: Vertiefung Regelungs- und Energiesystemtechnik: Wahlpflicht Energietechnik: Kernqualifikation: Wahlpflicht Flugzeug-Systemtechnik: Kernqualifikation: Wahlpflicht Interdisciplinary Mathematics: Vertiefung II. Numerical - Modelling Training: Pflicht Luftfahrttechnik: Kernqualifikation: Wahlpflicht Mechatronics: Kernqualifikation: Wahlpflicht Technomathematik: Vertiefung I. Mathematik: Wahlpflicht Theoretischer Maschinenbau: Kernqualifikation: Pflicht Verfahrenstechnik: Vertiefung Chemische Verfahrenstechnik: Wahlpflicht Verfahrenstechnik: Vertiefung Allgemeine Verfahrenstechnik: Wahlpflicht		

Lehrveranstaltung L0576: Numerik gewöhnlicher Differentialgleichungen	
Typ	Vorlesung
SWS	2
LP	3
Arbeitsaufwand in Stunden	Eigenstudium 62, Präsenzstudium 28
Dozenten	Prof. Daniel Ruprecht
Sprachen	DE/EN
Zeitraum	SoSe
Inhalt	<p>Numerische Verfahren für Anfangswertprobleme</p> <ul style="list-style-type: none"> • Einschrittverfahren • Mehrschrittverfahren • Steife Probleme • Differentiell-algebraische Gleichungen vom Index 1 <p>Numerische Verfahren für Randwertaufgaben</p> <ul style="list-style-type: none"> • Mehrzielmethode • Differenzenverfahren
Literatur	<ul style="list-style-type: none"> • E. Hairer, S. Noersett, G. Wanner: Solving Ordinary Differential Equations I: Nonstiff Problems. • E. Hairer, G. Wanner: Solving Ordinary Differential Equations II: Stiff and Differential-Algebraic Problems. • D. Griffiths, D. Higham: Numerical Methods for Ordinary Differential Equations.

Lehrveranstaltung L0582: Numerik gewöhnlicher Differentialgleichungen	
Typ	Gruppenübung
SWS	2
LP	3
Arbeitsaufwand in Stunden	Eigenstudium 62, Präsenzstudium 28
Dozenten	Prof. Daniel Ruprecht
Sprachen	DE/EN
Zeitraum	SoSe
Inhalt	Siehe korrespondierende Vorlesung
Literatur	Siehe korrespondierende Vorlesung

Modul M1083: Diskrete Mathematik			
Lehrveranstaltungen			
Titel		Typ	SWS LP
Diskrete Mathematik (L1379)		Vorlesung	4 6
Diskrete Mathematik (L1380)		Gruppenübung	2 3
Modulverantwortlicher	Prof. Matthias Schacht		
Zulassungsvoraussetzungen	Keine		
Empfohlene Vorkenntnisse	Lineare Algebra Geometrie Analysis		
Modulziele/ angestrebte Lernergebnisse	Nach erfolgreicher Teilnahme haben die Studierenden die folgenden Lernergebnisse erreicht		
Fachkompetenz	<ul style="list-style-type: none"> • Studierende können grundlegende Konzepte der Diskreten Mathematik wie elementare Kombinatorik und Zählkoeffizienten, Sortieralgorithmen, Graphen und Netzwerkalgorithmen, Komplexität, asymptotische Analyse, diskrete Wahrscheinlichkeitsverteilungen, Erzeugende Funktionen, Prinzip der Inklusion und Exklusion, geordnete Mengen, Abzählen von Bäumen und Mustern und Grundlegendes aus Codierungstheorie oder Kryptographie beschreiben und anhand von Beispielen erklären. • Studierende sind in der Lage, logische Zusammenhänge zwischen diesen Konzepten zu diskutieren und anhand von Beispielen zu erläutern. • Sie kennen Beweisstrategien und können diese wiedergeben. 		
<i>Wissen</i>			
<i>Fertigkeiten</i>			
Personale Kompetenzen			
<i>Sozialkompetenz</i>	<ul style="list-style-type: none"> • Studierende sind in der Lage, in Teams zusammenzuarbeiten und beherrschen die Mathematik als gemeinsame Sprache. • Sie können dabei insbesondere neue Konzepte adressatengerecht kommunizieren und anhand von Beispielen das Verständnis der Mitstudierenden überprüfen und vertiefen. 		
<i>Selbstständigkeit</i>	<ul style="list-style-type: none"> • Studierende können eigenständig ihr Verständnis komplexer Konzepte überprüfen, noch offene Fragen auf den Punkt bringen und sich gegebenenfalls gezielt Hilfe holen. • Studierende haben eine genügend hohe Ausdauer entwickelt, um auch über längere Zeiträume zielgerichtet an schwierigen Problemstellungen zu arbeiten. 		
Arbeitsaufwand in Stunden	Eigenstudium 186, Präsenzstudium 84		
Leistungspunkte	9		
Studienleistung	Keine		
Prüfung	Mündliche Prüfung		
Prüfungsdauer und -umfang	30 min		
Zuordnung zu folgenden Curricula	Technomathematik: Vertiefung I. Mathematik: Wahlpflicht		

Lehrveranstaltung L1379: Diskrete Mathematik	
Typ	Vorlesung
SWS	4
LP	6
Arbeitsaufwand in Stunden	Eigenstudium 124, Präsenzstudium 56
Dozenten	Dozenten des Fachbereiches Mathematik der UHH
Sprachen	DE/EN
Zeitraum	SoSe
Inhalt	<ul style="list-style-type: none"> • Einführung in die Diskrete Mathematik • Themen: <ul style="list-style-type: none"> ◦ Kombinatorische Grundaufgaben und Zählkoeffizienten ◦ Sortieralgorithmen ◦ Grundlegendes aus der Graphentheorie ◦ Graphen und Netzwerkalgorithmen ◦ Komplexität ◦ asymptotische Analyse ◦ Diskrete Wahrscheinlichkeitsverteilungen ◦ Erzeugende Funktionen (Ring der formalen Potenzreihen) ◦ Prinzip der Inklusion und Exklusion ◦ Verversionsformeln ◦ geordnete Mengen (Möbius Inversion) ◦ Abzählen von Bäumen und Mustern ◦ Grundlegendes aus Codierungstheorie oder Kryptographie
Literatur	<ul style="list-style-type: none"> • M. Aigner: Diskrete Mathematik, Vieweg, 6., korr. Aufl. 2006 • L. Lovász, J. Pelikan & K. Vesztegombi Diskrete Mathematik, Springer, 2005 • J. Matoušek & J. Nešetřil: Diskrete Mathematik - Eine Entdeckungsreise, Springer, 2007 • A. Steger: Diskrete Strukturen - Band 1: Kombinatorik, Graphentheorie, Algebra, Springer, 2. Aufl. 2007 • A. Taraz: Diskrete Mathematik - Grundlagen und Methoden, Birkhäuser, 2012

Lehrveranstaltung L1380: Diskrete Mathematik	
Typ	Gruppenübung
SWS	2
LP	3
Arbeitsaufwand in Stunden	Eigenstudium 62, Präsenzstudium 28
Dozenten	Dozenten des Fachbereiches Mathematik der UHH
Sprachen	DE/EN
Zeitraum	SoSe
Inhalt	Siehe korrespondierende Vorlesung
Literatur	Siehe korrespondierende Vorlesung

Modul M1055: Funktionentheorie			
Lehrveranstaltungen			
Titel		Typ	SWS
Funktionentheorie (L1325)		Vorlesung	4
Funktionentheorie (L1326)		Gruppenübung	3
Modulverantwortlicher	Prof. Vicente Cortés		
Zulassungsvoraussetzungen	Keine		
Empfohlene Vorkenntnisse	<ul style="list-style-type: none"> • Analysis • Höhere Analysis 		
Modulziele/ angestrebte Lernergebnisse	Nach erfolgreicher Teilnahme haben die Studierenden die folgenden Lernergebnisse erreicht		
Fachkompetenz	<ul style="list-style-type: none"> • Studierende können grundlegende Konzepte der Funktionentheorie wie holomorphe Funktionen, Integralsätze und -formeln von Cauchy, den Residuensatz auf Kreisscheiben, konforme Abbildungen, Homologie- und Homotopieversionen des Residuensatzes, Anwendungen insbesondere auf reellwertige Funktionen, elliptische Funktionen und Integrale und die Gamma-Funktion beschreiben und anhand von Beispielen erklären. • Studierende sind in der Lage, logische Zusammenhänge zwischen diesen Konzepten zu diskutieren und anhand von Beispielen zu erläutern. • Sie kennen Beweisstrategien und können diese wiedergeben. 		
<i>Wissen</i>			
<i>Fertigkeiten</i>	<ul style="list-style-type: none"> • Studierende können Aufgabenstellungen aus der Funktionentheorie mit Hilfe der kennengelernten Konzepte modellieren und mit den erlernten Methoden lösen. • Studierende sind in der Lage, sich weitere logische Zusammenhänge zwischen den kennengelernten Konzepten selbständig zu erschließen und können diese verifizieren. • Studierende können zu gegebenen Problemstellungen einen geeigneten Lösungsansatz entwickeln, diesen verfolgen und die Ergebnisse kritisch auswerten. 		
Personale Kompetenzen	<ul style="list-style-type: none"> • Studierende sind in der Lage, in Teams zusammenzuarbeiten und beherrschen die Mathematik als gemeinsame Sprache. • Sie können dabei insbesondere neue Konzepte adressatengerecht kommunizieren und anhand von Beispielen das Verständnis der Mitstudierenden überprüfen und vertiefen. 		
<i>Sozialkompetenz</i>			
<i>Selbstständigkeit</i>	<ul style="list-style-type: none"> • Studierende können eigenständig ihr Verständnis komplexer Konzepte überprüfen, noch offene Fragen auf den Punkt bringen und sich gegebenenfalls gezielt Hilfe holen. • Studierende haben eine genügend hohe Ausdauer entwickelt, um auch über längere Zeiträume zielgerichtet an schwierigen Problemstellungen zu arbeiten. 		
Arbeitsaufwand in Stunden	Eigenstudium 186, Präsenzstudium 84		
Leistungspunkte	9		
Studienleistung	Keine		
Prüfung	Mündliche Prüfung		
Prüfungsdauer und -umfang	30 min		
Zuordnung zu folgenden Curricula	Technomathematik: Vertiefung I. Mathematik: Wahlpflicht Technomathematik: Vertiefung I. Mathematik: Wahlpflicht		

Lehrveranstaltung L1325: Funktionentheorie	
Typ	Vorlesung
SWS	4
LP	6
Arbeitsaufwand in Stunden	Eigenstudium 124, Präsenzstudium 56
Dozenten	Dozenten des Fachbereiches Mathematik der UHH
Sprachen	DE/EN
Zeitraum	SoSe
Inhalt	<ul style="list-style-type: none"> • Komplexe Zahlen, Folgen und Reihen komplexer Zahlen (Wiederholung) • Reelle und komplexe Differenzierbarkeit von komplexwertigen Variablen, Wirtinger-Kalkül • Holomorphe Funktionen • Cauchyscher Integralsatz, Cauchysche Integralformeln und Residuensatz auf Kreisscheiben • Berechnung uneigentlicher (reeller) Integrale mit komplexen Methoden • Konforme Abbildungen • Homologie- und Homotopieversionen des Residuensatzes • Anwendungen <ul style="list-style-type: none"> ◦ Maximumprinzip ◦ Abzählung von Null- und Polstellen ◦ Beweise des Fundamentalsatzes der Algebra • Anwendung auf reelwertige Funktionen <ul style="list-style-type: none"> ◦ analytische Funktionen ◦ Fourier-Reihen ◦ harmonische Funktionen • Der Satz von Mittag-Leffler und der Produktsatz von Weierstraß • Elliptische Funktionen und Integrale • Die Gamme-Funktion
Literatur	<ul style="list-style-type: none"> • W. Fischer, I. Lieb, Einführung in die komplexe Analysis, Verlag: Vieweg+Teubner Verlag; Auflage: 2010 • Dietmar A. Salamon, Funktionentheorie, Verlag: Springer Basel; Auflage: 2012 • K. Fritzsche, Grundkurs Funktionentheorie, Verlag: Spektrum Akademischer Verlag; Auflage: 2009 • E. Freitag, R. Busam, Funktionentheorie 1, Verlag: Springer Berlin Heidelberg, 2002 • R. Remmert, G. Schumacher, Funktionentheorie 1, Verlag: Springer Berlin Heidelberg, 2002 • L.V. Ahlfors, Complex Analysis, Publisher: McGraw-Hill Science/Engineering/Math; 3 edition (January 1, 1979) • J.B. Conway, Functions of one complex variable, Springer, 1978

Lehrveranstaltung L1326: Funktionentheorie	
Typ	Gruppenübung
SWS	2
LP	3
Arbeitsaufwand in Stunden	Eigenstudium 62, Präsenzstudium 28
Dozenten	Dozenten des Fachbereiches Mathematik der UHH
Sprachen	DE/EN
Zeitraum	SoSe
Inhalt	Siehe korrespondierende Vorlesung
Literatur	Siehe korrespondierende Vorlesung

Modul M1958: Risikotheorie			
Lehrveranstaltungen			
Titel		Typ	SWS
Risikotheorie (L3191)		Vorlesung	2
Risikotheorie (L3192)		Gruppenübung	1
			LP
			4
			2
Modulverantwortlicher	Prof. Holger Drees		
Zulassungsvoraussetzungen	Keine		
Empfohlene Vorkenntnisse			
Modulziele/ angestrebte Lernergebnisse	Nach erfolgreicher Teilnahme haben die Studierenden die folgenden Lernergebnisse erreicht		
Fachkompetenz <i>Wissen</i> <i>Fertigkeiten</i>			
Personale Kompetenzen <i>Sozialkompetenz</i> <i>Selbstständigkeit</i>			
Arbeitsaufwand in Stunden	Eigenstudium 138, Präsenzstudium 42		
Leistungspunkte	6		
Studienleistung	Keine		
Prüfung	Mündliche Prüfung		
Prüfungsdauer und -umfang	30 min		
Zuordnung zu folgenden Curricula	Technomathematik: Vertiefung I. Mathematik: Wahlpflicht		

Lehrveranstaltung L3191: Risikotheorie	
Typ	Vorlesung
SWS	2
LP	4
Arbeitsaufwand in Stunden	Eigenstudium 92, Präsenzstudium 28
Dozenten	Prof. Holger Drees
Sprachen	DE
Zeitraum	WiSe
Inhalt	<p>Kommentare/ Inhalte:</p> <p>Die Risikotheorie befasst sich mit mathematischen Fragestellungen, die sich im Bereich der Sachversicherungen ergeben. Insbesondere werden wir die folgenden Themen behandeln:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Modelle zur Beschreibung des versicherten Risikos • Berechnung der Gesamtschadenverteilung • Prämienkalkulationsprinzipien und Risikomaße • Erfahrungstarifizierung • Schadenreservierung • Ruintheorie <p>Es wird vorausgesetzt, dass Sie die wesentlichen Inhalte der Vorlesung "Maßtheoretische Konzepte der Stochastik" kennen und insbesondere mit bedingten Erwartungswerten sicher umgehen können.</p> <p>Lernziel:</p> <p>Sie sollen grundlegende Konzepte und Ideen zur Tarifizierung und zum quantitativen Risikomanagement im Sachversicherungsbereich verstehen und anwenden lernen.</p>
Literatur	<p>Literatur:</p> <p>Es wird ein ausführliches Skript zur Vorlesung jeweils kapitelweise im Vorhinein zur Verfügung gestellt werden.</p> <p>Ergänzende und weiterführende Literatur:</p> <ul style="list-style-type: none"> • H. Föllmer und A. Schied (2011). Stochastic Finance (3rd ed.). De Gruyter. • R. Kaas, M. Goovaerts, J. Dhaene und M. Denuit (2008). Modern Actuarial Risk Theory (2nd ed.), Springer. • T. Mikosch (2003). Non-Life Insurance Mathematics: an Introduction with Stochastic Processes. Springer. • K.D. Schmidt (2002). Versicherungsmathematik. Springer. • B. Sundt (1994). An Introduction to Non-Life Insurance. Verlag Versicherungswirtschaft.

Lehrveranstaltung L3192: Risikotheorie	
Typ	Gruppenübung
SWS	1
LP	2
Arbeitsaufwand in Stunden	Eigenstudium 46, Präsenzstudium 14
Dozenten	Prof. Holger Drees
Sprachen	DE
Zeitraum	WiSe
Inhalt	Siehe korrespondierende Vorlesung
Literatur	Siehe korrespondierende Vorlesung

Modul M152: Advanced Machine Learning				
Lehrveranstaltungen				
Titel		Typ	SWS	LP
Fortgeschrittenes maschinelles Lernen (L2322)		Vorlesung	2	3
Fortgeschrittenes maschinelles Lernen (L2323)		Gruppenübung	2	3
Modulverantwortlicher	Dr. Jens-Peter Zemke			
Zulassungsvoraussetzungen	None			
Empfohlene Vorkenntnisse	1. Mathematics I-III 2. Numerical Mathematics 1/ Numerics 3. Programming skills, preferably in Python			
Modulziele/ angestrebte Lernergebnisse	Nach erfolgreicher Teilnahme haben die Studierenden die folgenden Lernergebnisse erreicht			
Fachkompetenz	Students are able to name, state and classify state-of-the-art neural networks and their corresponding mathematical basics. They can assess the difficulties of different neural networks.			
<i>Wissen</i>				
<i>Fertigkeiten</i>	Students are able to implement, understand, and, tailored to the field of application, apply neural networks.			
Personale Kompetenzen				
<i>Sozialkompetenz</i>	Students can <ul style="list-style-type: none"> develop and document joint solutions in small teams; form groups to further develop the ideas and transfer them to other areas of applicability; form a team to develop, build, and advance a software library. 			
<i>Selbstständigkeit</i>	Students are able to <ul style="list-style-type: none"> correctly assess the time and effort of self-defined work; assess whether the supporting theoretical and practical exercises are better solved individually or in a team; define test problems for testing and expanding the methods; assess their individual progress and, if necessary, to ask questions and seek help. 			
Arbeitsaufwand in Stunden	Eigenstudium 124, Präsenzstudium 56			
Leistungspunkte	6			
Studienleistung	Keine			
Prüfung	Klausur			
Prüfungsdauer und -umfang	90 min			
Zuordnung zu folgenden Curricula	Computer Science: Vertiefung III. Mathematik: Wahlpflicht Data Science: Kernqualifikation: Pflicht Informatik-Ingenieurwesen: Vertiefung III. Mathematik: Wahlpflicht Interdisciplinary Mathematics: Vertiefung III. Computational Methods in Biomedical Imaging: Pflicht Mechatronics: Kernqualifikation: Wahlpflicht Technomathematik: Vertiefung I. Mathematik: Wahlpflicht Theoretischer Maschinenbau: Vertiefung Robotik und Informatik: Wahlpflicht			

Lehrveranstaltung L2322: Advanced Machine Learning	
Typ	Vorlesung
SWS	2
LP	3
Arbeitsaufwand in Stunden	Eigenstudium 62, Präsenzstudium 28
Dozenten	Dr. Jens-Peter Zemke
Sprachen	EN
Zeitraum	WiSe
Inhalt	1. Basics: analogy; layout of neural nets, universal approximation, NP-completeness 2. Feedforward Neural Networks: backpropagation, variants of Stochastic Gradients 3. Convolutional Neural Networks: idea, layout, FFT and Winograds algorithms, implementation details 4. Adversarial Attacks 5. Recurrent Neural Networks: idea, dynamical systems, training, LSTM 6. Residual Neural Networks 7. Neural ODEs 8. Autoencoder and Generative Adversarial Networks 9. Attention and Transformers
Literatur	1. Skript 2. Online-Werke: <ul style="list-style-type: none"> http://neuralnetworksanddeeplearning.com/ https://www.deeplearningbook.org/

Lehrveranstaltung L2323: Advanced Machine Learning	
Typ	Gruppenübung
SWS	2
LP	3
Arbeitsaufwand in Stunden	Eigenstudium 62, Präsenzstudium 28
Dozenten	Dr. Jens-Peter Zemke
Sprachen	EN
Zeitraum	WiSe
Inhalt	Siehe korrespondierende Vorlesung
Literatur	Siehe korrespondierende Vorlesung

Modul M1966: Mathematische Bildverarbeitung			
Lehrveranstaltungen			
Titel	Typ	SWS	LP
Mathematische Bildverarbeitung (L0991)	Vorlesung	3	4
Mathematische Bildverarbeitung (L0992)	Gruppenübung	1	2
Modulverantwortlicher	Prof. Marko Lindner		
Zulassungsvoraussetzungen	Keine		
Empfohlene Vorkenntnisse	<ul style="list-style-type: none"> • Analysis: partielle Ableitungen, Gradient, Richtungsableitung • Lineare Algebra: Eigenwerte, lineares Ausgleichsproblem 		
Modulziele/ angestrebte Lernergebnisse	Nach erfolgreicher Teilnahme haben die Studierenden die folgenden Lernergebnisse erreicht		
Fachkompetenz	<p><i>Wissen</i> Die Studierenden können</p> <ul style="list-style-type: none"> • Klassen von Diffusionsgleichungen charakterisieren und vergleichen • elementare Methoden der Bildverarbeitung erklären • Methoden zur Segmentierung und Registrierung erläutern • funktionalanalytische Grundlagen skizzieren und gegenüberstellen <p><i>Fertigkeiten</i> Die Studierenden können</p> <ul style="list-style-type: none"> • elementare Methoden der Bildverarbeitung implementieren und anwenden • moderne Methoden der Bildverarbeitung erklären und anwenden 		
Personale Kompetenzen	<p><i>Sozialkompetenz</i> Studierende können in heterogen zusammengesetzten Teams (d.h. aus unterschiedlichen Studiengängen und mit unterschiedlichem Hintergrundwissen) zusammenarbeiten und sich theoretische Grundlagen erklären.</p> <p><i>Selbstständigkeit</i></p> <ul style="list-style-type: none"> • Studierende können eigenständig ihr Verständnis mathematischer Konzepte überprüfen, noch offene Fragen auf den Punkt bringen und sich gegebenenfalls gezielt Hilfe holen. • Studierende haben eine genügend hohe Ausdauer entwickelt, um auch über längere Zeiträume an schwierigen Problemstellungen zu arbeiten. 		
Arbeitsaufwand in Stunden	Eigenstudium 124, Präsenzstudium 56		
Leistungspunkte	6		
Studienleistung	Keine		
Prüfung	Klausur		
Prüfungsdauer und -umfang			
Zuordnung zu folgenden Curricula	Bioverfahrenstechnik: Vertiefung A - Allgemeine Bioverfahrenstechnik: Wahlpflicht Computer Science: Vertiefung III. Mathematik: Wahlpflicht Informatik-Ingenieurwesen: Vertiefung III. Mathematik: Wahlpflicht Interdisciplinary Mathematics: Vertiefung III. Computational Methods in Biomedical Imaging: Pflicht Mechatronics: Kernqualifikation: Wahlpflicht Technomathematik: Vertiefung I. Mathematik: Wahlpflicht Theoretischer Maschinenbau: Vertiefung Robotik und Informatik: Wahlpflicht Verfahrenstechnik: Vertiefung Allgemeine Verfahrenstechnik: Wahlpflicht		

Lehrveranstaltung L0991: Mathematische Bildverarbeitung	
Typ	Vorlesung
SWS	3
LP	4
Arbeitsaufwand in Stunden	Eigenstudium 78, Präsenzstudium 42
Dozenten	Prof. Marko Lindner
Sprachen	DE/EN
Zeitraum	WiSe
Inhalt	<ul style="list-style-type: none"> • Elementare Methoden der Bildverarbeitung • Glättungsfilter • Grundlagen der Diffusions- bzw. Wärmeleitgleichung • Variationsformulierungen in der Bildverarbeitung • Kantenerkennung • Entfaltung • Inpainting • Segmentierung • Registrierung
Literatur	Bredies/Lorenz: Mathematische Bildverarbeitung

Lehrveranstaltung L0992: Mathematische Bildverarbeitung	
Typ	Gruppenübung
SWS	1
LP	2
Arbeitsaufwand in Stunden	Eigenstudium 46, Präsenzstudium 14
Dozenten	Prof. Marko Lindner
Sprachen	DE/EN
Zeitraum	WiSe
Inhalt	Siehe korrespondierende Vorlesung
Literatur	Siehe korrespondierende Vorlesung

Modul M1973: Numerik partieller Differentialgleichungen						
Lehrveranstaltungen						
Titel		Typ	SWS LP			
Numerik partieller Differentialgleichungen (L1247)		Vorlesung	2 3			
Numerik partieller Differentialgleichungen (L1248)		Gruppenübung	2 3			
Modulverantwortlicher	Prof. Daniel Ruprecht					
Zulassungsvoraussetzungen	Keine					
Empfohlene Vorkenntnisse	<ul style="list-style-type: none"> • Mathematik I - IV (für Ingenieurstudierende) oder Analysis & Lineare Algebra I + II für Technomathematiker • Numerische Mathematik 1 • Numerik gewöhnlicher Differentialgleichungen • Grundkenntnisse in MATLAB, Python oder einer vergleichbaren Programmiersprache 					
Modulziele/ angestrebte Lernergebnisse	Nach erfolgreicher Teilnahme haben die Studierenden die folgenden Lernergebnisse erreicht					
Fachkompetenz	<p><i>Wissen</i></p> <ul style="list-style-type: none"> • Die Studierenden können partielle Differentialgleichungen den drei Grundtypen zuordnen. • Sie kennen die gängigen numerischen Methoden wie Finite Differenzen oder Finite Volumen • Sie kennen das Konvergenzverhalten und andere wesentliche Eigenschaften dieser Verfahren. <p><i>Fertigkeiten</i></p> <p>Die Studierenden sind in der Lage, für gegebene partiellen Differentialgleichungen numerische Lösungsansätze zu formulieren, theoretische Konvergenzaussagen zu treffen und diese Ansätze zu implementieren und zu testen.</p> <p>Personale Kompetenzen</p> <p><i>Sozialkompetenz</i></p> <p>Studierende können in heterogen zusammengesetzten Teams (d.h. aus unterschiedlichen Studiengängen und mit unterschiedlichem Hintergrundwissen) zusammenarbeiten und sich theoretische Grundlagen erklären.</p> <p><i>Selbstständigkeit</i></p> <ul style="list-style-type: none"> • Studierende können eigenständig ihr Verständnis mathematischer Konzepte überprüfen, noch offene Fragen auf den Punkt bringen und sich gegebenenfalls gezielt Hilfe holen. • Studierende haben eine genügend hohe mentale Ausdauer entwickelt, um auch über längere Zeiträume an schwierigen Problemstellungen zu arbeiten. 					
Arbeitsaufwand in Stunden				Eigenstudium 124, Präsenzstudium 56		
Leistungspunkte				6		
Studienleistung				Verpflichtend Bonus	Art der Studienleistung	Beschreibung
	Ja Keiner	Übungsaufgaben	Regelmässige Bearbeitung von Übungsaufgaben und aktive Teilnahme an den Übungsgruppen			
Prüfung	Mündliche Prüfung					
Prüfungsdauer und -umfang	30 min					
Zuordnung zu folgenden Curricula	Computer Science: Vertiefung III. Mathematik: Wahlpflicht Technomathematik: Vertiefung I. Mathematik: Wahlpflicht Theoretischer Maschinenbau: Vertiefung Simulationstechnik: Wahlpflicht					

Lehrveranstaltung L1247: Numerik partieller Differentialgleichungen	
Typ	Vorlesung
SWS	2
LP	3
Arbeitsaufwand in Stunden	Eigenstudium 62, Präsenzstudium 28
Dozenten	Prof. Daniel Ruprecht
Sprachen	DE/EN
Zeitraum	WiSe
Inhalt	Elementare Theorie und Numerik Partielle Differentialgleichungen: <ul style="list-style-type: none"> • Typen partieller Differentialgleichungen • wohlgestellte Probleme • Finite Differenzen • Finite Volumen • Anwendungen
Literatur	Dale R. Durran: Numerical Methods for Fluid Dynamics. Randall J. LeVeque: Numerical Methods for Conservation Laws.

Lehrveranstaltung L1248: Numerik partieller Differentialgleichungen	
Typ	Gruppenübung
SWS	2
LP	3
Arbeitsaufwand in Stunden	Eigenstudium 62, Präsenzstudium 28
Dozenten	Prof. Daniel Ruprecht
Sprachen	DE/EN
Zeitraum	WiSe
Inhalt	Siehe korrespondierende Vorlesung
Literatur	Siehe korrespondierende Vorlesung

Modul M0716: Hierarchical Algorithms			
Lehrveranstaltungen			
Titel		Typ	SWS LP
Hierarchische Algorithmen (L0585)		Vorlesung	2 3
Hierarchische Algorithmen (L0586)		Gruppenübung	2 3
Modulverantwortlicher	Prof. Sabine Le Borne		
Zulassungsvoraussetzungen	None		
Empfohlene Vorkenntnisse	<ul style="list-style-type: none"> • Mathematics I, II, III for Engineering students (german or english) or Analysis & Linear Algebra I + II as well as Analysis III for Technomathematicians • Programming experience in C 		
Modulziele/ angestrebte Lernergebnisse	Nach erfolgreicher Teilnahme haben die Studierenden die folgenden Lernergebnisse erreicht		
Fachkompetenz			
<i>Wissen</i>	Students are able to <ul style="list-style-type: none"> • name representatives of hierarchical algorithms and list their characteristics, • explain construction techniques for hierarchical algorithms, • discuss aspects regarding the efficient implementation of hierarchical algorithms. 		
<i>Fertigkeiten</i>	Students are able to <ul style="list-style-type: none"> • implement the hierarchical algorithms discussed in the lecture, • analyse the storage and computational complexities of the algorithms, • adapt algorithms to problem settings of various applications and thus develop problem adapted variants. 		
Personale Kompetenzen			
<i>Sozialkompetenz</i>	Students are able to <ul style="list-style-type: none"> • work together in heterogeneously composed teams (i.e., teams from different study programs and background knowledge), explain theoretical foundations and support each other with practical aspects regarding the implementation of algorithms. 		
<i>Selbstständigkeit</i>	Students are capable <ul style="list-style-type: none"> • to assess whether the supporting theoretical and practical exercises are better solved individually or in a team, • to work on complex problems over an extended period of time, • to assess their individual progress and, if necessary, to ask questions and seek help. 		
Arbeitsaufwand in Stunden	Eigenstudium 124, Präsenzstudium 56		
Leistungspunkte	6		
Studienleistung	Keine		
Prüfung	Mündliche Prüfung		
Prüfungsdauer und -umfang	20 min		
Zuordnung zu folgenden Curricula	Computer Science: Vertiefung III. Mathematik: Wahlpflicht Data Science: Vertiefung I. Mathematics: Wahlpflicht Data Science: Vertiefung IV. Special Focus Area: Wahlpflicht Technomathematik: Vertiefung I. Mathematik: Wahlpflicht Theoretischer Maschinenbau: Vertiefung Simulationstechnik: Wahlpflicht		

Lehrveranstaltung L0585: Hierarchical Algorithms	
Typ	Vorlesung
SWS	2
LP	3
Arbeitsaufwand in Stunden	Eigenstudium 62, Präsenzstudium 28
Dozenten	Prof. Sabine Le Borne
Sprachen	EN
Zeitraum	WiSe
Inhalt	<ul style="list-style-type: none"> • Low rank matrices • Separable expansions • Hierarchical matrix partitions • Hierarchical matrices • Formatted matrix operations • H2 matrices • Applications • Additional topics (e.g. matrix functions, tensor products)
Literatur	W. Hackbusch: Hierarchical matrices: Algorithms and Analysis, Springer (2015)

Lehrveranstaltung L0586: Hierarchical Algorithms	
Typ	Gruppenübung
SWS	2
LP	3
Arbeitsaufwand in Stunden	Eigenstudium 62, Präsenzstudium 28
Dozenten	Prof. Sabine Le Borne
Sprachen	EN
Zeitraum	WiSe
Inhalt	Siehe korrespondierende Vorlesung
Literatur	Siehe korrespondierende Vorlesung

Modul M1063: Stochastische Prozesse			
Lehrveranstaltungen			
Titel		Typ	SWS LP
Stochastische Prozesse (L1343)		Vorlesung	3 4
Stochastische Prozesse (L1344)		Gruppenübung	1 2
Modulverantwortlicher	Prof. Holger Drees		
Zulassungsvoraussetzungen	Keine		
Empfohlene Vorkenntnisse	Mathematische Stochastik Maßtheoretische Konzepte der Stochastik		
Modulziele/ angestrebte Lernergebnisse	Nach erfolgreicher Teilnahme haben die Studierenden die folgenden Lernergebnisse erreicht		
Fachkompetenz	<ul style="list-style-type: none"> • Studierende können grundlegende Begriffe wie die Klassifikation und Konstruktion stochastischer Prozesse, Markovsche Prozesse mit diskretem Zustandsraum in diskreter und stetiger Zeit, Erneuerungstheorie, allgemeine Markovsche Prozesse und Markovsche Halbgruppen, Poisson-Prozesse und Brownsche Bewegung beschreiben und anhand von Beispielen erklären. • Studierende sind in der Lage, logische Zusammenhänge zwischen diesen Konzepten zu diskutieren und anhand von Beispielen zu erläutern. • Sie kennen Beweisstrategien und können diese wiedergeben. <ul style="list-style-type: none"> • Studierende können Aufgabenstellungen aus den Stochastischen Prozessen mit Hilfe der kennengelernten Konzepte modellieren und mit den erlernten Methoden lösen. • Studierende sind in der Lage, sich weitere logische Zusammenhänge zwischen den kennengelernten Konzepten selbstständig zu erschließen und können diese verifizieren. • Studierende können zu gegebenen Problemstellungen einen geeigneten Lösungsansatz entwickeln, diesen verfolgen und die Ergebnisse kritisch auswerten. <ul style="list-style-type: none"> • Studierende sind in der Lage, in Teams zusammenzuarbeiten und beherrschen die Mathematik als gemeinsame Sprache. • Sie können dabei insbesondere neue Konzepte adressatengerecht kommunizieren und anhand von Beispielen das Verständnis der Mitstudierenden überprüfen und vertiefen. <ul style="list-style-type: none"> • Studierende können eigenständig ihr Verständnis komplexer Konzepte überprüfen, noch offene Fragen auf den Punkt bringen und sich gegebenenfalls gezielt Hilfe holen. • Studierende haben eine genügend hohe Ausdauer entwickelt, um auch über längere Zeiträume zielgerichtet an schwierigen Problemstellungen zu arbeiten. 		
<i>Wissen</i>			
<i>Fertigkeiten</i>			
Personale Kompetenzen			
<i>Sozialkompetenz</i>			
<i>Selbstständigkeit</i>			
Arbeitsaufwand in Stunden	Eigenstudium 124, Präsenzstudium 56		
Leistungspunkte	6		
Studienleistung	Keine		
Prüfung	Mündliche Prüfung		
Prüfungsdauer und -umfang	30 min		
Zuordnung zu folgenden Curricula	Technomathematik: Vertiefung I. Mathematik: Wahlpflicht		

Lehrveranstaltung L1343: Stochastische Prozesse	
Typ	Vorlesung
SWS	3
LP	4
Arbeitsaufwand in Stunden	Eigenstudium 78, Präsenzstudium 42
Dozenten	Dozenten des Fachbereiches Mathematik der UHH
Sprachen	DE
Zeitraum	WiSe
Inhalt	<ul style="list-style-type: none"> • Klassifikation und Konstruktion stochastischer Prozesse, Existenzsätze • Markovsche Prozesse mit diskretem Zustandsraum <ul style="list-style-type: none"> ◦ in diskreter Zeit ◦ und in stetiger Zeit • Erneuerungstheorie • Allgemeine Markovsche Prozesse und Markovsche Halbgruppen • Poisson-Prozess, Brownsche Bewegung
Literatur	<ul style="list-style-type: none"> • Asmussen, S.: Applied Probability and Queues, 2.ed., Springer, New York 2003 • Chung, K.L.: Markov Chains, 2.ed., Springer Berlin 1967 • Grimmett, G.; Stirzaker, D.R.: Probability and Random Processes, 3.ed., Oxford University Press, Oxford 2009 • Karlin, S.; Taylor, H.M.: A First Course in Stochastic Processes, 2.ed., Academic Press, New York 1975 • Resnick, S.I.: Adventures in Stochastic Processes, 2.pr., Birkhäuser, Boston 1994 • Stroock, D.W.: An Introduction to Markov Processes, Springer, New York 2005

Lehrveranstaltung L1344: Stochastische Prozesse	
Typ	Gruppenübung
SWS	1
LP	2
Arbeitsaufwand in Stunden	Eigenstudium 46, Präsenzstudium 14
Dozenten	Dozenten des Fachbereiches Mathematik der UHH
Sprachen	DE
Zeitraum	WiSe
Inhalt	Siehe korrespondierende Vorlesung
Literatur	Siehe korrespondierende Vorlesung

Modul M1059: Approximation			
Lehrveranstaltungen			
Titel	Typ	SWS	LP
Approximation (L1331)	Vorlesung	4	6
Approximation (L1332)	Gruppenübung	2	3
Modulverantwortlicher	Prof. Armin Iske		
Zulassungsvoraussetzungen	Keine		
Empfohlene Vorkenntnisse	Lineare Algebra Analysis Einführung in die Numerik		
Modulziele/ angestrebte Lernergebnisse	Nach erfolgreicher Teilnahme haben die Studierenden die folgenden Lernergebnisse erreicht		
Fachkompetenz <i>Wissen</i>	<ul style="list-style-type: none"> Studierende können grundlegende Konzepte der Approximation wie L^2-Approximation, Tschebyscheff-Approximation, Remez-Verfahren, Approximation periodischer Funktion, Fourier-Reihen, Splinefunktionen, Darstellung von Kurven und Flächen, und Wavelets oder radiale Basisfunktionen beschreiben und anhand von Beispielen erklären. Studierende sind in der Lage, logische Zusammenhänge zwischen diesen Konzepten zu diskutieren und anhand von Beispielen zu erläutern. Sie kennen Beweisstrategien und können diese wiedergeben. 		
<i>Fertigkeiten</i>	<ul style="list-style-type: none"> Studierende können Aufgabenstellungen aus der Approximation mit Hilfe der kennengelernten Konzepte modellieren und mit den erlernten Methoden lösen. Studierende sind in der Lage, sich weitere logische Zusammenhänge zwischen den kennengelernten Konzepten selbständig zu erschließen und können diese verifizieren. Studierende können zu gegebenen Problemstellungen einen geeigneten Lösungsansatz entwickeln, diesen verfolgen und die Ergebnisse kritisch auswerten. 		
Personale Kompetenzen <i>Sozialkompetenz</i>	<ul style="list-style-type: none"> Studierende sind in der Lage, in Teams zusammenzuarbeiten und beherrschen die Mathematik als gemeinsame Sprache. Sie können dabei insbesondere neue Konzepte adressatengerecht kommunizieren und anhand von Beispielen das Verständnis der Mitstudierenden überprüfen und vertiefen. 		
<i>Selbstständigkeit</i>	<ul style="list-style-type: none"> Studierende können eigenständig ihr Verständnis komplexer Konzepte überprüfen, noch offene Fragen auf den Punkt bringen und sich gegebenenfalls gezielt Hilfe holen. Studierende haben eine genügend hohe Ausdauer entwickelt, um auch über längere Zeiträume zielgerichtet an schwierigen Problemstellungen zu arbeiten. 		
Arbeitsaufwand in Stunden	Eigenstudium 186, Präsenzstudium 84		
Leistungspunkte	9		
Studienleistung	Keine		
Prüfung	Mündliche Prüfung		
Prüfungsdauer und -umfang	30 min		
Zuordnung zu folgenden Curricula	Technomathematik: Vertiefung I. Mathematik: Wahlpflicht		

Lehrveranstaltung L1331: Approximation	
Typ	Vorlesung
SWS	4
LP	6
Arbeitsaufwand in Stunden	Eigenstudium 124, Präsenzstudium 56
Dozenten	Dozenten des Fachbereiches Mathematik der UHH
Sprachen	DE
Zeitraum	WiSe
Inhalt	<ul style="list-style-type: none"> • L^2-Approximation • Tschebyscheff-Approximation und Remez-Verfahren • Approximation periodischer Funktion und Fourier-Reihen • Interpolation und Approximation mit Splinefunktionen • Darstellung von Kurven und Flächen • Wavelets oder radiale Basisfunktionen
Literatur	<ul style="list-style-type: none"> • DeVore, Ronald A. und Lorentz, George G.: Constructive Approximation, Springer, 1993. • Powell, Michael J. D.: Approximation theory and methods, Cambridge University Press, 1981. • Cheney, Elliot W. und Light, William A.: A course in approximation theory, Brooks/Cole Publishing, 2000.

Lehrveranstaltung L1332: Approximation	
Typ	Gruppenübung
SWS	2
LP	3
Arbeitsaufwand in Stunden	Eigenstudium 62, Präsenzstudium 28
Dozenten	Dozenten des Fachbereiches Mathematik der UHH
Sprachen	DE
Zeitraum	WiSe
Inhalt	Siehe korrespondierende Vorlesung
Literatur	Siehe korrespondierende Vorlesung

Modul M1058: Einführung in die Mathematische Modellierung			
Lehrveranstaltungen			
Titel	Typ	SWS	LP
Einführung in die Mathematische Modellierung (L1329)	Vorlesung	4	6
Einführung in die Mathematische Modellierung (L1330)	Gruppenübung	2	3
Modulverantwortlicher	Prof. Ingenuin Gasser		
Zulassungsvoraussetzungen	Keine		
Empfohlene Vorkenntnisse	<ul style="list-style-type: none"> • Analysis • Lineare Algebra 		
Modulziele/ angestrebte Lernergebnisse	Nach erfolgreicher Teilnahme haben die Studierenden die folgenden Lernergebnisse erreicht		
Fachkompetenz	<ul style="list-style-type: none"> • Studierende können grundlegende Konzepte der Mathematischen Modellierung wie den Modellierungsprozess, deterministische und stochastische Modelle, die Modellierung zeitlicher Vorgänge und diskrete und kontinuierliche Modelle beschreiben und anhand von Beispielen erklären. • Studierende sind in der Lage, logische Zusammenhänge zwischen diesen Konzepten zu diskutieren und anhand von Beispielen zu erläutern. • Sie kennen Beweisstrategien und können diese wiedergeben. 		
<i>Wissen</i>			
<i>Fertigkeiten</i>			
Personale Kompetenzen	<ul style="list-style-type: none"> • Studierende können Aufgabenstellungen aus der Mathematischen Modellierung mit Hilfe der kennengelernten Konzepte modellieren und mit den erlernten Methoden lösen. • Studierende sind in der Lage, sich weitere logische Zusammenhänge zwischen den kennengelernten Konzepten selbstständig zu erschließen und können diese verifizieren. • Studierende können zu gegebenen Problemstellungen einen geeigneten Lösungsansatz entwickeln, diesen verfolgen und die Ergebnisse kritisch auswerten. 		
<i>Sozialkompetenz</i>			
<i>Selbstständigkeit</i>			
Arbeitsaufwand in Stunden	Eigenstudium 186, Präsenzstudium 84		
Leistungspunkte	9		
Studienleistung	Keine		
Prüfung	Mündliche Prüfung		
Prüfungsdauer und -umfang	30 min		
Zuordnung zu folgenden Curricula	Technomathematik: Vertiefung I. Mathematik: Wahlpflicht		

Lehrveranstaltung L1329: Einführung in die Mathematische Modellierung	
Typ	Vorlesung
SWS	4
LP	6
Arbeitsaufwand in Stunden	Eigenstudium 124, Präsenzstudium 56
Dozenten	Dozenten des Fachbereiches Mathematik der UHH
Sprachen	DE
Zeitraum	WiSe
Inhalt	<ul style="list-style-type: none"> • Der Modellierungsprozess • deterministische und stochastische Modelle • Modellierung zeitlicher Vorgänge • diskrete und kontinuierliche Modelle
Literatur	<ul style="list-style-type: none"> • C.P. Ortlieb, C. v. Dresky, I. Gasser, S. Günzel : Mathematische Modellierung - Eine Einführung in zwölf Fallstudien, 2. Auflage, Vieweg+Teubner (2012) • Richard Haberman : Mathematical Models: Mechanical Vibrations, Population Dynamics, and Traffic Flow. Classics in Mathematics 21, SIAM (1998). • C. C. Lin und L. A. Segal: Mathematics Applied to Deterministic Problems in the natural Sciences, SIAM (1988) • C. Eck, H. Garcke, P. Knabner: Mathematische Modellierung. Springer (2008)

Lehrveranstaltung L1330: Einführung in die Mathematische Modellierung	
Typ	Gruppenübung
SWS	2
LP	3
Arbeitsaufwand in Stunden	Eigenstudium 62, Präsenzstudium 28
Dozenten	Dozenten des Fachbereiches Mathematik der UHH
Sprachen	DE
Zeitraum	WiSe
Inhalt	Siehe korrespondierende Vorlesung
Literatur	Siehe korrespondierende Vorlesung

Modul M1078: Geometrie			
Lehrveranstaltungen			
Titel		Typ	SWS LP
Geometrie (L1363)		Vorlesung	4 6
Geometrie (L1364)		Gruppenübung	2 3
Modulverantwortlicher	Prof. Alexander Kreuzer		
Zulassungsvoraussetzungen	Keine		
Empfohlene Vorkenntnisse	Lineare Algebra		
Modulziele/ angestrebte Lernergebnisse	Nach erfolgreicher Teilnahme haben die Studierenden die folgenden Lernergebnisse erreicht		
Fachkompetenz <i>Wissen</i>	<ul style="list-style-type: none"> • Studierende können grundlegende Konzepte der Geometrie wie affine und projektive Ebenen und Räume, Koordinatisierung, Kollineationen, Fundamentalsätze und Anwendungen der Geometrie beschreiben und anhand von Beispielen erklären. • Studierende sind in der Lage, logische Zusammenhänge zwischen diesen Konzepten zu diskutieren und anhand von Beispielen zu erläutern. • Sie kennen Beweisstrategien und können diese wiedergeben. 		
<i>Fertigkeiten</i>	<ul style="list-style-type: none"> • Studierende können Aufgabenstellungen aus der Geometrie mit Hilfe der kennengelernten Konzepte modellieren und mit den erlernten Methoden lösen. • Studierende sind in der Lage, sich weitere logische Zusammenhänge zwischen den kennengelernten Konzepten selbständig zu erschließen und können diese verifizieren. • Studierende können zu gegebenen Problemstellungen einen geeigneten Lösungsansatz entwickeln, diesen verfolgen und die Ergebnisse kritisch auswerten. 		
Personale Kompetenzen <i>Sozialkompetenz</i>	<ul style="list-style-type: none"> • Studierende sind in der Lage, in Teams zusammenzuarbeiten und beherrschen die Mathematik als gemeinsame Sprache. • Sie können dabei insbesondere neue Konzepte adressatengerecht kommunizieren und anhand von Beispielen das Verständnis der Mitstudierenden überprüfen und vertiefen. 		
<i>Selbstständigkeit</i>	<ul style="list-style-type: none"> • Studierende können eigenständig ihr Verständnis komplexer Konzepte überprüfen, noch offene Fragen auf den Punkt bringen und sich gegebenenfalls gezielt Hilfe holen. • Studierende haben eine genügend hohe Ausdauer entwickelt, um auch über längere Zeiträume zielgerichtet an schwierigen Problemstellungen zu arbeiten. 		
Arbeitsaufwand in Stunden	Eigenstudium 186, Präsenzstudium 84		
Leistungspunkte	9		
Studienleistung	Keine		
Prüfung	Mündliche Prüfung		
Prüfungsdauer und -umfang	30 min		
Zuordnung zu folgenden Curricula	Technomathematik: Vertiefung I. Mathematik: Wahlpflicht		

Lehrveranstaltung L1363: Geometrie	
Typ	Vorlesung
SWS	4
LP	6
Arbeitsaufwand in Stunden	Eigenstudium 124, Präsenzstudium 56
Dozenten	Dozenten des Fachbereiches Mathematik der UHH
Sprachen	DE
Zeitraum	WiSe
Inhalt	<ul style="list-style-type: none"> • Affine und projektive Ebenen und Räume • Koordinatisierung • Kollineationen • Fundamentalsätze • Anwendungen der Geometrie
Literatur	<ol style="list-style-type: none"> 1. M. Berger, Geometry I, Verlag: Springer, 1987 2. A. Beutelspacher und U. Rosenbaum, Projektive Geometrie, Verlag Vieweg, 1992 3. H. Brauner, Geometrie projektiver Räume I, II, BI, 1976 4. F. Buckenhout (Hrsg.), Handbook of Incidence Geometry, Verlag: Elsevier, 1995 5. R. Casse, Projective Geometry: An Introduction, Verlag: Oxford University Press, 2009 6. A. Herzer, Geometrie I,II, Skript, Universität Mainz, 1991/92 7. A. Holme, Geometry: Our Cultural Heritage, Verlag: Springer, 2002 8. D.R. Hughes und F.C. Piper, Projective Planes, Verlag: Springer, 1973 9. G.A. Jennings, Modern Geometry with Applications, Verlag: Springer, 1994 10. L. Kadison und M.T. Kromann, Projective Geometry and Modern Algebra, Verlag: Birkhäuser , 1996 11. H. Karzel und H.-J. Kroll, Geschichte der Geometrie seit Hilbert, Verlag: Wiss. Buchgesellschaft, 1988 12. H. Karzel, K. Sörensen und D. Windelberg, Einführung in die Geometrie, Verlag: Vandenhoeck und Rupprecht, 1973 13. H. Lenz, Vorlesungen über projektive Geometrie, Akad. Verl.-Ges., 1965 14. R. Lingenberg, Grundlagen der Geometrie, BI, 1978 15. E.M. Schröder, Vorlesungen über Geometrie, II, BI., 1991 16. C.J. Scriba und P. Schreiber, 5000 Jahre Geometrie, Verlag: Springer, 2001 17. J. Ueberberg, Foundations of Incidence Geometry: Projective and Polar Spaches, Verlag: Springer, 2011

Lehrveranstaltung L1364: Geometrie	
Typ	Gruppenübung
SWS	2
LP	3
Arbeitsaufwand in Stunden	Eigenstudium 62, Präsenzstudium 28
Dozenten	Dozenten des Fachbereiches Mathematik der UHH
Sprachen	DE
Zeitraum	WiSe
Inhalt	Siehe korrespondierende Vorlesung
Literatur	Siehe korrespondierende Vorlesung

Modul M0941: Kombinatorische Strukturen und Algorithmen			
Lehrveranstaltungen			
Titel	Typ	SWS	LP
Kombinatorische Strukturen und Algorithmen (L1100)	Vorlesung	3	4
Kombinatorische Strukturen und Algorithmen (L1101)	Gruppenübung	1	2
Modulverantwortlicher	Prof. Anusch Taraz		
Zulassungsvoraussetzungen	Keine		
Empfohlene Vorkenntnisse	<ul style="list-style-type: none"> • Mathematik I + II • Diskrete Algebraische Strukturen • Graphentheorie und Optimierung 		
Modulziele/ angestrebte Lernergebnisse	Nach erfolgreicher Teilnahme haben die Studierenden die folgenden Lernergebnisse erreicht		
Fachkompetenz	<ul style="list-style-type: none"> • Studierende können die grundlegenden Begriffe der Kombinatorik und Algorithmik benennen und anhand von Beispielen erklären. • Studierende sind in der Lage, logische Zusammenhänge zwischen diesen Konzepten zu diskutieren und anhand von Beispielen zu erläutern. • Sie kennen Beweisstrategien und können diese wiedergeben. 		
<i>Wissen</i>			
<i>Fertigkeiten</i>			
Personale Kompetenzen			
<i>Sozialkompetenz</i>	<ul style="list-style-type: none"> • Studierende sind in der Lage, in Teams zusammenzuarbeiten und beherrschen die Mathematik als gemeinsame Sprache. • Sie können dabei insbesondere neue Konzepte adressatengerecht kommunizieren und anhand von Beispielen das Verständnis der Mitstudierenden überprüfen und vertiefen. 		
<i>Selbstständigkeit</i>	<ul style="list-style-type: none"> • Studierende können eigenständig ihr Verständnis komplexer Konzepte überprüfen, noch offene Fragen auf den Punkt bringen und sich gegebenenfalls gezielt Hilfe holen. • Studierende haben eine genügend hohe Ausdauer entwickelt, um auch über längere Zeiträume zielgerichtet an schwierigen Problemstellungen zu arbeiten. 		
Arbeitsaufwand in Stunden	Eigenstudium 124, Präsenzstudium 56		
Leistungspunkte	6		
Studienleistung	Keine		
Prüfung	Mündliche Prüfung		
Prüfungsdauer und -umfang	30 min		
Zuordnung zu folgenden Curricula	Computer Science: Vertiefung II. Mathematik und Ingenieurwissenschaften: Wahlpflicht Data Science: Vertiefung I. Mathematik/Informatik: Wahlpflicht Informatik-Ingenieurwesen: Vertiefung II. Mathematik & Ingenieurwissenschaften: Wahlpflicht Technomathematik: Vertiefung I. Mathematik: Wahlpflicht		

Lehrveranstaltung L1100: Kombinatorische Strukturen und Algorithmen	
Typ	Vorlesung
SWS	3
LP	4
Arbeitsaufwand in Stunden	Eigenstudium 78, Präsenzstudium 42
Dozenten	Prof. Anusch Taraz, Dr. Dennis Clemens
Sprachen	DE/EN
Zeitraum	WiSe
Inhalt	<ul style="list-style-type: none"> • Zählprobleme • Strukturelle Graphentheorie • Analyse von Algorithmen • Extremale Kombinatorik • Zufällige diskrete Strukturen
Literatur	<ul style="list-style-type: none"> • M. Aigner: Diskrete Mathematik, Vieweg, 6. Aufl., 2006 • J. Matoušek & J. Nešetřil: Diskrete Mathematik - Eine Entdeckungsreise, Springer, 2007 • A. Steger: Diskrete Strukturen - Band 1: Kombinatorik, Graphentheorie, Algebra, Springer, 2. Aufl. 2007 • A. Taraz: Diskrete Mathematik, Birkhäuser, 2012.

Lehrveranstaltung L1101: Kombinatorische Strukturen und Algorithmen	
Typ	Gruppenübung
SWS	1
LP	2
Arbeitsaufwand in Stunden	Eigenstudium 46, Präsenzstudium 14
Dozenten	Prof. Anusch Taraz
Sprachen	DE/EN
Zeitraum	WiSe
Inhalt	Siehe korrespondierende Vorlesung
Literatur	Siehe korrespondierende Vorlesung

Modul M1050: Graphentheorie			
Lehrveranstaltungen			
Titel	Typ	SWS	LP
Graphentheorie (L1311)	Vorlesung	4	6
Graphentheorie (L1314)	Gruppenübung	2	3
Modulverantwortlicher	Prof. Reinhard Diestel		
Zulassungsvoraussetzungen	Keine		
Empfohlene Vorkenntnisse	Lineare Algebra		
Modulziele/ angestrebte Lernergebnisse	Nach erfolgreicher Teilnahme haben die Studierenden die folgenden Lernergebnisse erreicht		
Fachkompetenz	<ul style="list-style-type: none"> Studierende können grundlegende Konzepte der Graphentheorie wie Zusammenhang, Paarungen, Einbettbarkeit, Färbungen, unendliche Graphen, aufspannende Strukturen und Ramseytheorie beschreiben und anhand von Beispielen erklären. Studierende sind in der Lage, logische Zusammenhänge zwischen diesen Konzepten zu diskutieren und anhand von Beispielen zu erläutern. Sie kennen Beweisstrategien und können diese wiedergeben. 		
<i>Wissen</i>			
<i>Fertigkeiten</i>	<ul style="list-style-type: none"> Studierende können Aufgabenstellungen aus der Graphentheorie mit Hilfe der kennengelernten Konzepte modellieren und mit den erlernten Methoden lösen. Studierende sind in der Lage, sich weitere logische Zusammenhänge zwischen den kennengelernten Konzepten selbständig zu erschließen und können diese verifizieren. Studierende können zu gegebenen Problemstellungen einen geeigneten Lösungsansatz entwickeln, diesen verfolgen und die Ergebnisse kritisch auswerten. 		
Personale Kompetenzen	<ul style="list-style-type: none"> Studierende sind in der Lage, in Teams zusammenzuarbeiten und beherrschen die Mathematik als gemeinsame Sprache. Sie können dabei insbesondere neue Konzepte adressatengerecht kommunizieren und anhand von Beispielen das Verständnis der Mitstudierenden überprüfen und vertiefen. 		
<i>Sozialkompetenz</i>			
<i>Selbstständigkeit</i>	<ul style="list-style-type: none"> Studierende können eigenständig ihr Verständnis komplexer Konzepte überprüfen, noch offene Fragen auf den Punkt bringen und sich gegebenenfalls gezielt Hilfe holen. Studierende haben eine genügend hohe Ausdauer entwickelt, um auch über längere Zeiträume zielgerichtet an schwierigen Problemstellungen zu arbeiten. 		
Arbeitsaufwand in Stunden	Eigenstudium 186, Präsenzstudium 84		
Leistungspunkte	9		
Studienleistung	Keine		
Prüfung	Mündliche Prüfung		
Prüfungsdauer und -umfang	30 min		
Zuordnung zu folgenden Curricula	Technomathematik: Vertiefung I. Mathematik: Wahlpflicht		

Lehrveranstaltung L1311: Graphentheorie	
Typ	Vorlesung
SWS	4
LP	6
Arbeitsaufwand in Stunden	Eigenstudium 124, Präsenzstudium 56
Dozenten	Dozenten des Fachbereiches Mathematik der UHH
Sprachen	DE
Zeitraum	WiSe
Inhalt	<p>Grundbegriffe der Graphentheorie, ihrer wichtigsten Invarianten und deren Beziehungen</p> <p>Themen:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Paarungen • Zusammenhang • Graphen in der Ebene • Färbungen • Teilstrukturen und ihre Erzwingung unendlicher Graphen • Ramseytheorie • Hamiltonkreise • Zufallsgraphen
Literatur	<ul style="list-style-type: none"> • R.Diestel, Graphentheorie (4. Auflage), Springer 2010 • R.Diestel, Graph Theory (4th ed'n), GTM 173, Springer 2010/12

Lehrveranstaltung L1314: Graphentheorie	
Typ	Gruppenübung
SWS	2
LP	3
Arbeitsaufwand in Stunden	Eigenstudium 62, Präsenzstudium 28
Dozenten	Dozenten des Fachbereiches Mathematik der UHH
Sprachen	DE
Zeitraum	WiSe
Inhalt	Siehe korrespondierende Vorlesung
Literatur	Siehe korrespondierende Vorlesung

Modul M1051: Kombinatorische Optimierung			
Lehrveranstaltungen			
Titel	Typ	SWS	LP
Kombinatorische Optimierung (L1315)	Vorlesung	4	6
Kombinatorische Optimierung (L1316)	Gruppenübung	2	3
Modulverantwortlicher	Prof. Matthias Schacht		
Zulassungsvoraussetzungen	Keine		
Empfohlene Vorkenntnisse	Lineare Algebra, Diskrete Mathematik		
Modulziele/ angestrebte Lernergebnisse	Nach erfolgreicher Teilnahme haben die Studierenden die folgenden Lernergebnisse erreicht		
Fachkompetenz	<ul style="list-style-type: none"> Studierende können grundlegende Konzepte der Kombinatorischen Optimierung wie Netzwerkalgorithmen, lineare Programmierung und Dualität, polyedrische Kombinatorik und NP-Komplexitätstheorie beschreiben und anhand von Beispielen erklären. Studierende sind in der Lage, logische Zusammenhänge zwischen diesen Konzepten zu diskutieren und anhand von Beispielen zu erläutern. Sie kennen Beweisstrategien und können diese wiedergeben. 		
<i>Wissen</i>			
<i>Fertigkeiten</i>			
Personale Kompetenzen			
<i>Sozialkompetenz</i>	<ul style="list-style-type: none"> Studierende sind in der Lage, in Teams zusammenzuarbeiten und beherrschen die Mathematik als gemeinsame Sprache. Sie können dabei insbesondere neue Konzepte adressatengerecht kommunizieren und anhand von Beispielen das Verständnis der Mitstudierenden überprüfen und vertiefen. 		
<i>Selbstständigkeit</i>	<ul style="list-style-type: none"> Studierende können eigenständig ihr Verständnis komplexer Konzepte überprüfen, noch offene Fragen auf den Punkt bringen und sich gegebenenfalls gezielt Hilfe holen. Studierende haben eine genügend hohe Ausdauer entwickelt, um auch über längere Zeiträume zielgerichtet an schwierigen Problemstellungen zu arbeiten. 		
Arbeitsaufwand in Stunden	Eigenstudium 186, Präsenzstudium 84		
Leistungspunkte	9		
Studienleistung	Keine		
Prüfung	Mündliche Prüfung		
Prüfungsdauer und -umfang	30 min		
Zuordnung zu folgenden Curricula	Technomathematik: Vertiefung I. Mathematik: Wahlpflicht		

Lehrveranstaltung L1315: Kombinatorische Optimierung	
Typ	Vorlesung
SWS	4
LP	6
Arbeitsaufwand in Stunden	Eigenstudium 124, Präsenzstudium 56
Dozenten	Dozenten des Fachbereiches Mathematik der UHH
Sprachen	DE
Zeitraum	WiSe/SoSe
Inhalt	<p>Einführung in die Kombinatorische Optimierung</p> <p>Themen:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Lineare Optimierung: Polyeder und LP Dualität • Komplexität von Algorithmen • Polynomiale Algorithmen für <ul style="list-style-type: none"> ◦ Minimal aufspannende Bäume ◦ kürzeste Wege ◦ Maximalfluss und kostenminimale Flüsse ◦ maximales Matching und ihr Bezug zur Linearen Programmierung • Polyhedrale Kombinatorik zur Behandlung NP-schwerer Probleme (Knapsack, TSP, Clique Partitioning)
Literatur	<ul style="list-style-type: none"> • William J. Cook, William H. Cunningham, William R. Pulleyblank, Alexander Schrijver: Combinatorial Optimization. John Wiley & Sons, 1997 • Christos H. Papadimitriou, Kenneth Steiglitz: Combinatorial Optimization: Algorithms and Complexity. Dover Publications, 1998 • Eugene Lawler: Combinatorial Optimization: Networks and Matroids, Oxford University Press 1995

Lehrveranstaltung L1316: Kombinatorische Optimierung	
Typ	Gruppenübung
SWS	2
LP	3
Arbeitsaufwand in Stunden	Eigenstudium 62, Präsenzstudium 28
Dozenten	Dozenten des Fachbereiches Mathematik der UHH
Sprachen	DE
Zeitraum	WiSe/SoSe
Inhalt	Siehe korrespondierende Vorlesung
Literatur	Siehe korrespondierende Vorlesung

Modul M0720: Matrix Algorithms			
Lehrveranstaltungen			
Titel	Typ	SWS	LP
Matrixalgorithmen (L0984)	Vorlesung	2	3
Matrixalgorithmen (L0985)	Gruppenübung	2	3
Modulverantwortlicher	Dr. Jens-Peter Zemke		
Zulassungsvoraussetzungen	None		
Empfohlene Vorkenntnisse	<ul style="list-style-type: none"> • Mathematics I - III • Numerical Mathematics 1/ Numerics • Basic knowledge of the programming language Python 		
Modulziele/ angestrebte Lernergebnisse	Nach erfolgreicher Teilnahme haben die Studierenden die folgenden Lernergebnisse erreicht		
Fachkompetenz	<p><i>Wissen</i> Students are able to</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. name, state and classify state-of-the-art Krylov subspace methods for the solution of the core problems of the engineering sciences, namely, eigenvalue problems, solution of linear systems, and model reduction; 2. state approaches for the solution of matrix equations (Sylvester, Lyapunov, Riccati). <p><i>Fertigkeiten</i> Students are capable to</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. implement and assess basic Krylov subspace methods for the solution of eigenvalue problems, linear systems, and model reduction; 2. assess methods used in modern software with respect to computing time, stability, and domain of applicability; 3. adapt the approaches learned to new, unknown types of problem. <p>Personale Kompetenzen</p> <p><i>Sozialkompetenz</i> Students can</p> <ul style="list-style-type: none"> • develop and document joint solutions in small teams; • form groups to further develop the ideas and transfer them to other areas of applicability; • form a team to develop, build, and advance a software library. <p><i>Selbstständigkeit</i> Students are able to</p> <ul style="list-style-type: none"> • correctly assess the time and effort of self-defined work; • assess whether the supporting theoretical and practical exercises are better solved individually or in a team; • define test problems for testing and expanding the methods; • assess their individual progress and, if necessary, to ask questions and seek help. 		
Arbeitsaufwand in Stunden	Eigenstudium 124, Präsenzstudium 56		
Leistungspunkte	6		
Studienleistung	Keine		
Prüfung	Mündliche Prüfung		
Prüfungsdauer und -umfang	25 min		
Zuordnung zu folgenden Curricula	Data Science: Vertiefung IV. Special Focus Area: Wahlpflicht Data Science: Vertiefung I. Mathematics: Wahlpflicht Mechatronics: Kernqualifikation: Wahlpflicht Mechatronics: Technischer Ergänzungskurs: Wahlpflicht Technomathematik: Vertiefung I. Mathematik: Wahlpflicht Theoretischer Maschinenbau: Vertiefung Simulationstechnik: Wahlpflicht		

Lehrveranstaltung L0984: Matrix Algorithms	
Typ	Vorlesung
SWS	2
LP	3
Arbeitsaufwand in Stunden	Eigenstudium 62, Präsenzstudium 28
Dozenten	Dr. Jens-Peter Zemke
Sprachen	EN
Zeitraum	WiSe
Inhalt	<ul style="list-style-type: none"> • Part A: Krylov Subspace Methods: <ul style="list-style-type: none"> ◦ Basics (derivation, basis, Ritz, OR, MR) ◦ Arnoldi-based methods (Arnoldi, GMRes) ◦ Lanczos-based methods (Lanczos, CG, BiCG, QMR, SymmLQ, PVL) ◦ Sonneveld-based methods (IDR, BiCGstab, TFQMR, IDR(s)) • Part B: Matrix Equations: <ul style="list-style-type: none"> ◦ Sylvester Equation ◦ Lyapunov Equation ◦ Algebraic Riccati Equation
Literatur	Skript (224 Seiten) Ergänzend können die folgenden Lehrbücher herangezogen werden: <ol style="list-style-type: none"> 1. Saad, Yousef. Numerical methods for large eigenvalue problems: revised edition. Society for Industrial and Applied Mathematics, 2011. 2. Saad, Yousef. Iterative methods for sparse linear systems. Society for Industrial and Applied Mathematics, 2003. 3. Van der Vorst, Henk A. Iterative Krylov methods for large linear systems. No. 13. Cambridge University Press, 2003. 4. Liesen, Jörg, and Zdenek Strakos. Krylov subspace methods: principles and analysis. Oxford University Press, 2013.

Lehrveranstaltung L0985: Matrix Algorithms	
Typ	Gruppenübung
SWS	2
LP	3
Arbeitsaufwand in Stunden	Eigenstudium 62, Präsenzstudium 28
Dozenten	Dr. Jens-Peter Zemke
Sprachen	EN
Zeitraum	WiSe
Inhalt	Siehe korrespondierende Vorlesung
Literatur	Siehe korrespondierende Vorlesung

Modul M1592: Statistik			
Lehrveranstaltungen			
Titel	Typ	SWS	LP
Statistik (L2430)	Vorlesung	3	4
Statistik (L3229)	Projekt-/problembasierte Lehrveranstaltung	1	1
Statistik (L2431)	Gruppenübung	1	1
Modulverantwortlicher	Prof. Matthias Schulte		
Zulassungsvoraussetzungen	Keine		
Empfohlene Vorkenntnisse	Stochastik (oder eine vergleichbare Lehrveranstaltung)		
Modulziele/ angestrebte Lernergebnisse	Nach erfolgreicher Teilnahme haben die Studierenden die folgenden Lernergebnisse erreicht		
Fachkompetenz <i>Wissen</i>	<ul style="list-style-type: none"> Studierende können die grundlegenden Begriffe der Statistik benennen und anhand von Beispielen erklären. Studierende sind in der Lage, logische Zusammenhänge zwischen diesen Konzepten zu diskutieren und anhand von Beispielen zu erläutern. 		
<i>Fertigkeiten</i>	<ul style="list-style-type: none"> Studierende können statistische Probleme mit Hilfe der kennengelernten Konzepte mathematisch modellieren und mit den erlernten Methoden lösen. Hierfür können sie die statische Software R einsetzen. Studierende sind in der Lage, sich weitere einfache logische Zusammenhänge zwischen den kennengelernten Konzepten selbstständig zu erschließen und können diese verifizieren. Studierende können zu gegebenen Problemstellungen einen geeigneten Lösungsansatz entwickeln, diesen verfolgen und die Ergebnisse kritisch auswerten. 		
Personale Kompetenzen <i>Sozialkompetenz</i>	<ul style="list-style-type: none"> Studierende können in heterogen zusammengesetzten Teams (z.B. an Hausaufgaben) zusammenarbeiten und ihre Ergebnisse vor der Gruppe präsentieren. Sie können sich dabei insbesondere gegenseitig neue Konzepte erklären und anhand von Beispielen das Verständnis der Mits Studierenden überprüfen und vertiefen. 		
<i>Selbstständigkeit</i>	<ul style="list-style-type: none"> Studierende können eigenständig ihr Verständnis mathematischer Konzepte überprüfen, noch offene Fragen auf den Punkt bringen und sich gegebenenfalls gezielt Hilfe holen. Studierende können ihr Wissen mit den Inhalten anderer Veranstaltungen in Verbindung bringen. Studierende haben eine genügend hohe Ausdauer entwickelt, um auch über längere Zeiträume an schwierigen Problemstellungen zu arbeiten. 		
Arbeitsaufwand in Stunden	Eigenstudium 110, Präsenzstudium 70		
Leistungspunkte	6		
Studienleistung	Verpflichtend Bonus	Art der Studienleistung	Beschreibung
	Nein	10 %	Übungsaufgaben
Prüfung	Klausur		
Prüfungsdauer und -umfang	90 min		
Zuordnung zu folgenden Curricula	Allgemeine Ingenieurwissenschaften (7 Semester): Vertiefung Advanced Materials: Wahlpflicht Allgemeine Ingenieurwissenschaften (7 Semester): Vertiefung Informatik: Wahlpflicht Allgemeine Ingenieurwissenschaften (7 Semester): Vertiefung Data Science: Pflicht Computer Science: Vertiefung II. Mathematik und Ingenieurwissenschaften: Wahlpflicht Data Science: Kernqualifikation: Pflicht Engineering Science: Vertiefung Advanced Materials: Wahlpflicht Engineering Science: Vertiefung Data Science: Pflicht Engineering Science: Vertiefung Information and Communication Systems: Pflicht Logistik und Mobilität: Vertiefung Informationstechnologie: Wahlpflicht Technomathematik: Vertiefung I. Mathematik: Wahlpflicht Theoretischer Maschinenbau: Vertiefung Robotik und Informatik: Wahlpflicht Wirtschaftsingenieurwesen - Fachrichtung Logistik und Mobilität: Vertiefung II. Informationstechnologie: Wahlpflicht		

Lehrveranstaltung L2430: Statistik	
Typ	Vorlesung
SWS	3
LP	4
Arbeitsaufwand in Stunden	Eigenstudium 78, Präsenzstudium 42
Dozenten	Prof. Matthias Schulte
Sprachen	DE/EN
Zeitraum	WiSe
Inhalt	<ul style="list-style-type: none"> • Multivariate Verteilungen und stochastische Konvergenz • Punktschätzer • Konfidenzintervalle • Hypothesentests • Nichtparametrische Statistik • Lineare Regression • Statistische Software (R)
Literatur	<ul style="list-style-type: none"> • L. Dümbgen (2016): Einführung in die Statistik, Birkhäuser. • L. Dümbgen (2003): Stochastik für Informatiker, Springer. • H.-O. Georgii (2012): Stochastics: Introduction to Probability and Statistics, 2nd edition, De Gruyter. • N. Henze (2018): Stochastik für Einsteiger, 12th edition, Springer. • A. Klenke (2014): Probability Theory: A Comprehensive Course, 2nd edition, Springer. • U. Krengel (2005): Einführung in die Wahrscheinlichkeitstheorie und Statistik, 8th edition, Vieweg.

Lehrveranstaltung L3229: Statistik	
Typ	Projekt-/problembasierte Lehrveranstaltung
SWS	1
LP	1
Arbeitsaufwand in Stunden	Eigenstudium 16, Präsenzstudium 14
Dozenten	Prof. Matthias Schulte
Sprachen	DE/EN
Zeitraum	WiSe
Inhalt	Siehe korrespondierende Vorlesung
Literatur	Siehe korrespondierende Vorlesung

Lehrveranstaltung L2431: Statistik	
Typ	Gruppenübung
SWS	1
LP	1
Arbeitsaufwand in Stunden	Eigenstudium 16, Präsenzstudium 14
Dozenten	Prof. Matthias Schulte
Sprachen	DE/EN
Zeitraum	WiSe
Inhalt	Siehe korrespondierende Vorlesung
Literatur	Siehe korrespondierende Vorlesung

Modul M0711: Numerische Mathematik II			
Lehrveranstaltungen			
Titel		Typ	SWS LP
Numerische Mathematik II (L0568)		Vorlesung	2 3
Numerische Mathematik II (L0569)		Gruppenübung	2 3
Modulverantwortlicher	Dr. Jens-Peter Zemke		
Zulassungsvoraussetzungen	Keine		
Empfohlene Vorkenntnisse	<ul style="list-style-type: none"> • Numerische Mathematik I • Python-Kenntnisse 		
Modulziele/ angestrebte Lernergebnisse	Nach erfolgreicher Teilnahme haben die Studierenden die folgenden Lernergebnisse erreicht		
Fachkompetenz	<p><i>Wissen</i> Studierende können</p> <ul style="list-style-type: none"> • weiterführende numerische Verfahren zur Interpolation, Approximation, Integration, Lösung von Eigenwertaufgaben, Lösung von Eigenwertproblemen und nichtlinearen Nullstellenproblemen benennen und deren Kernideen erläutern, • Konvergenzbeweise skizzieren, • Aspekte der praktischen Durchführung numerischer Verfahren im Hinblick auf Rechenzeit und Speicherbedarf erklären. • Konvergenzaussagen zu den numerischen Methoden wiedergeben <p><i>Fertigkeiten</i> Studierende sind in der Lage,</p> <ul style="list-style-type: none"> • vertiefende numerische Methoden in Python zu implementieren, anzuwenden und zu vergleichen, • das Konvergenzverhalten numerischen Methoden in Abhängigkeit vom gestellten Problem und des verwendeten Lösungsalgorithmus zu begründen und auf verwandte Problemstellungen zu übertragen • zu gegebener Problemstellung einen geeigneten Lösungsansatz zu entwickeln, gegebenenfalls durch Zusammensetzen mehrerer Algorithmen, diesen durchzuführen und die Ergebnisse kritisch auszuwerten. <p>Personale Kompetenzen</p> <p><i>Sozialkompetenz</i> Studierende können</p> <ul style="list-style-type: none"> • in heterogen zusammengesetzten Teams (d.h. aus unterschiedlichen Studiengängen und mit unterschiedlichem Hintergrundwissen) zusammenarbeiten, sich theoretische Grundlagen erklären sowie bei praktischen Implementierungsaspekten der Algorithmen unterstützen. <p><i>Selbstständigkeit</i> Studierende sind fähig,</p> <ul style="list-style-type: none"> • selbst einzuschätzen, ob sie die begleitenden theoretischen und praktischen Übungsaufgaben besser allein oder im Team lösen, • ihren Lernstand konkret zu beurteilen und gegebenenfalls gezielt Fragen zu stellen und Hilfe zu suchen. 		
Arbeitsaufwand in Stunden	Eigenstudium 124, Präsenzstudium 56		
Leistungspunkte	6		
Studienleistung	Keine		
Prüfung	Mündliche Prüfung		
Prüfungsdauer und -umfang	25 min		
Zuordnung zu folgenden Curricula	Computer Science: Vertiefung III. Mathematik: Wahlpflicht Data Science: Vertiefung I. Mathematics: Wahlpflicht Data Science: Vertiefung IV. Special Focus Area: Wahlpflicht Informatik-Ingenieurwesen: Vertiefung III. Mathematik: Wahlpflicht Technomathematik: Vertiefung I. Mathematik: Wahlpflicht Theoretischer Maschinenbau: Kernqualifikation: Wahlpflicht		

Lehrveranstaltung L0568: Numerische Mathematik II	
Typ	Vorlesung
SWS	2
LP	3
Arbeitsaufwand in Stunden	Eigenstudium 62, Präsenzstudium 28
Dozenten	Dr. Jens-Peter Zemke
Sprachen	DE/EN
Zeitraum	SoSe
Inhalt	<ol style="list-style-type: none"> 1. Fehler und Stabilität: Begriffe und Abschätzungen 2. Rationale Interpolation und Approximation 3. Mehrdimensionale Interpolation (RBF) und Approximation (neuronale Netze) 4. Quadratur: Gauß-Quadratur, Orthogonalpolynome 5. Lineare Systeme: Perturbationstheorie von Zerlegungen, strukturierte Matrizen 6. Eigenwertaufgaben: LR-, QD-, QR-Algorithmus 7. Nichtlineare Gleichungssysteme: Newton- und Quasi-Newton-Verfahren, Liniensuche (optional) 8. Krylovraum-Verfahren: Arnoldi-, Lanczos-Verfahren (optional)
Literatur	<ul style="list-style-type: none"> • Skript • Stoer/Bulirsch: Numerische Mathematik 1, Springer • Dahmen, Reusken: Numerik für Ingenieure und Naturwissenschaftler, Springer

Lehrveranstaltung L0569: Numerische Mathematik II	
Typ	Gruppenübung
SWS	2
LP	3
Arbeitsaufwand in Stunden	Eigenstudium 62, Präsenzstudium 28
Dozenten	Dr. Jens-Peter Zemke
Sprachen	DE/EN
Zeitraum	SoSe
Inhalt	Siehe korrespondierende Vorlesung
Literatur	Siehe korrespondierende Vorlesung

Modul M1053: Elementare Zahlentheorie			
Lehrveranstaltungen			
Titel		Typ	SWS
Elementare Zahlentheorie (L1319)		Vorlesung	4
Elementare Zahlentheorie (L1320)		Gruppenübung	2
Modulverantwortlicher	Prof. Ulf Kühn		
Zulassungsvoraussetzungen	Keine		
Empfohlene Vorkenntnisse	Lineare Algebra		
Modulziele/ angestrebte Lernergebnisse	Nach erfolgreicher Teilnahme haben die Studierenden die folgenden Lernergebnisse erreicht		
Fachkompetenz	<ul style="list-style-type: none"> Studierende können grundlegende Konzepte der Elementaren Zahlentheorie wie Kongruenzen, quadratische Reste, Ring der ganzen Zahlen und diophantische Probleme beschreiben und anhand von Beispielen erklären. Studierende sind in der Lage, logische Zusammenhänge zwischen diesen Konzepten zu diskutieren und anhand von Beispielen zu erläutern. Sie kennen Beweisstrategien und können diese wiedergeben. 		
<i>Wissen</i>			
<i>Fertigkeiten</i>			
Personale Kompetenzen			
<i>Sozialkompetenz</i>	<ul style="list-style-type: none"> Studierende sind in der Lage, in Teams zusammenzuarbeiten und beherrschen die Mathematik als gemeinsame Sprache. Sie können dabei insbesondere neue Konzepte adressatengerecht kommunizieren und anhand von Beispielen das Verständnis der Mitstudierenden überprüfen und vertiefen. 		
<i>Selbstständigkeit</i>	<ul style="list-style-type: none"> Studierende können eigenständig ihr Verständnis komplexer Konzepte überprüfen, noch offene Fragen auf den Punkt bringen und sich gegebenenfalls gezielt Hilfe holen. Studierende haben eine genügend hohe Ausdauer entwickelt, um auch über längere Zeiträume zielgerichtet an schwierigen Problemstellungen zu arbeiten. 		
Arbeitsaufwand in Stunden	Eigenstudium 186, Präsenzstudium 84		
Leistungspunkte	9		
Studienleistung	Keine		
Prüfung	Mündliche Prüfung		
Prüfungsdauer und -umfang	30 min		
Zuordnung zu folgenden Curricula	Technomathematik: Vertiefung I. Mathematik: Wahlpflicht		

Lehrveranstaltung L1319: Elementare Zahlentheorie	
Typ	Vorlesung
SWS	4
LP	6
Arbeitsaufwand in Stunden	Eigenstudium 124, Präsenzstudium 56
Dozenten	Dozenten des Fachbereiches Mathematik der UHH
Sprachen	DE
Zeitraum	WiSe/SoSe
Inhalt	<ul style="list-style-type: none"> Rechnen mit Kongruenzen(chinesischer Restsatz, kleiner Fermatscher Satz, Anwendung auf asymmetrische Verschlüsselung) Quadratische Reste (Legendre-Symbol, quadratisches Reziprozitätsgesetz) Eigenschaften des Rings der ganzen Zahlen (Einheitssatz, Rechnen mit Idealen, Idealklassen) Anwendung auf diophantische Probleme
Literatur	<ul style="list-style-type: none"> A. Beutelspacher, M.-A. Zschiegner: Diskrete Mathematik für Einsteiger. Vieweg F. Ischebeck: Einladung zur Zahlentheorie. BI J. Kramer: Zahlen für Einsteiger. Vieweg K. Reiss, G. Schmieder: Basiswissen Zahlentheorie. Springer

Lehrveranstaltung L1320: Elementare Zahlentheorie	
Typ	Gruppenübung
SWS	2
LP	3
Arbeitsaufwand in Stunden	Eigenstudium 62, Präsenzstudium 28
Dozenten	Dozenten des Fachbereiches Mathematik der UHH
Sprachen	DE
Zeitraum	WiSe/SoSe
Inhalt	Siehe korrespondierende Vorlesung
Literatur	Siehe korrespondierende Vorlesung

Modul M1086: Praktische Statistik			
Lehrveranstaltungen			
Titel		Typ	SWS
Praktische Statistik (L1394)		Vorlesung	2
Praktische Statistik (L1395)		Gruppenübung	1
Modulverantwortlicher	Prof. Natalie Neumeyer		
Zulassungsvoraussetzungen	Keine		
Empfohlene Vorkenntnisse	<ul style="list-style-type: none"> • Mathematische Stochastik • Mathematische Statistik 		
Modulziele/ angestrebte Lernergebnisse	Nach erfolgreicher Teilnahme haben die Studierenden die folgenden Lernergebnisse erreicht		
Fachkompetenz	<ul style="list-style-type: none"> • Studierende können grundlegende Konzepte der Praktischen Statistik wie nichtparametrische Verfahren, lineare Modelle und multivariate Verfahren beschreiben und anhand von Beispielen erklären. • Studierende sind in der Lage, logische Zusammenhänge zwischen diesen Konzepten zu diskutieren und anhand von Beispielen zu erläutern. • Sie kennen Beweisstrategien und können diese wiedergeben. 		
<i>Wissen</i>			
<i>Fertigkeiten</i>	<ul style="list-style-type: none"> • Studierende können Aufgabenstellungen aus der Praktischen Statistik mit Hilfe der kennengelernten Konzepte modellieren und mit den erlernten Methoden lösen. • Studierende sind in der Lage, sich weitere logische Zusammenhänge zwischen den kennengelernten Konzepten selbständig zu erschließen und können diese verifizieren. • Studierende können zu gegebenen Problemstellungen einen geeigneten Lösungsansatz entwickeln, diesen verfolgen und die Ergebnisse kritisch auswerten. 		
Personale Kompetenzen	<ul style="list-style-type: none"> • Studierende sind in der Lage, in Teams zusammenzuarbeiten und beherrschen die Mathematik als gemeinsame Sprache. • Sie können dabei insbesondere neue Konzepte adressatengerecht kommunizieren und anhand von Beispielen das Verständnis der Mits Studierenden überprüfen und vertiefen. 		
<i>Sozialkompetenz</i>			
<i>Selbstständigkeit</i>	<ul style="list-style-type: none"> • Studierende können eigenständig ihr Verständnis komplexer Konzepte überprüfen, noch offene Fragen auf den Punkt bringen und sich gegebenenfalls gezielt Hilfe holen. • Studierende haben eine genügend hohe Ausdauer entwickelt, um auch über längere Zeiträume zielgerichtet an schwierigen Problemstellungen zu arbeiten. 		
Arbeitsaufwand in Stunden	Eigenstudium 108, Präsenzstudium 42		
Leistungspunkte	5		
Studienleistung	Keine		
Prüfung	Mündliche Prüfung		
Prüfungsdauer und -umfang	30 min		
Zuordnung zu folgenden Curricula	Technomathematik: Vertiefung I. Mathematik: Wahlpflicht		

Lehrveranstaltung L1394: Praktische Statistik	
Typ	Vorlesung
SWS	2
LP	3
Arbeitsaufwand in Stunden	Eigenstudium 62, Präsenzstudium 28
Dozenten	Dozenten des Fachbereiches Mathematik der UHH
Sprachen	DE
Zeitraum	WiSe/SoSe
Inhalt	<ul style="list-style-type: none"> • Nichtparametrische Verfahren • Lineare Modelle • Multivariate Verfahren
Literatur	<ul style="list-style-type: none"> • P. Dalgaard, Introductory Statistics with R, Springer • J. Verzani, Using R for introductory statistics, Chapman & Hall • U. Ligges, Programmieren mit R, Springer

Lehrveranstaltung L1395: Praktische Statistik	
Typ	Gruppenübung
SWS	1
LP	2
Arbeitsaufwand in Stunden	Eigenstudium 46, Präsenzstudium 14
Dozenten	Dozenten des Fachbereiches Mathematik der UHH
Sprachen	DE
Zeitraum	WiSe/SoSe
Inhalt	Siehe korrespondierende Vorlesung
Literatur	Siehe korrespondierende Vorlesung

Modul M1054: Topologie			
Lehrveranstaltungen			
Titel	Typ	SWS	LP
Topologie (L1322)	Vorlesung	4	6
Topologie (L1323)	Gruppenübung	2	3
Modulverantwortlicher	Prof. Birgit Richter		
Zulassungsvoraussetzungen	Keine		
Empfohlene Vorkenntnisse	<ul style="list-style-type: none"> • Lineare Algebra • Analysis • Höhere Analysis 		
Modulziele/ angestrebte Lernergebnisse	Nach erfolgreicher Teilnahme haben die Studierenden die folgenden Lernergebnisse erreicht		
Fachkompetenz	<ul style="list-style-type: none"> • Studierende können grundlegende Konzepte der Topologie wie metrische und topologische Räume, Trennungssaxiome, Unterraum-, Produkt- und Quotiententopologie, Zusammenhang, Kompaktheit, Homotopiebegriff, Fundamentalgruppe und Überlagerungen beschreiben und anhand von Beispielen erklären. • Studierende sind in der Lage, logische Zusammenhänge zwischen diesen Konzepten zu diskutieren und anhand von Beispielen zu erläutern. • Sie kennen Beweisstrategien und können diese wiedergeben. 		
<i>Wissen</i>			
<i>Fertigkeiten</i>			
Personale Kompetenzen			
<i>Sozialkompetenz</i>	<ul style="list-style-type: none"> • Studierende sind in der Lage, in Teams zusammenzuarbeiten und beherrschen die Mathematik als gemeinsame Sprache. • Sie können dabei insbesondere neue Konzepte adressatengerecht kommunizieren und anhand von Beispielen das Verständnis der Mitstudierenden überprüfen und vertiefen. 		
<i>Selbstständigkeit</i>	<ul style="list-style-type: none"> • Studierende können eigenständig ihr Verständnis komplexer Konzepte überprüfen, noch offene Fragen auf den Punkt bringen und sich gegebenenfalls gezielt Hilfe holen. • Studierende haben eine genügend hohe Ausdauer entwickelt, um auch über längere Zeiträume zielgerichtet an schwierigen Problemstellungen zu arbeiten. 		
Arbeitsaufwand in Stunden	Eigenstudium 186, Präsenzstudium 84		
Leistungspunkte	9		
Studienleistung	Keine		
Prüfung	Mündliche Prüfung		
Prüfungsdauer und -umfang	30 min		
Zuordnung zu folgenden Curricula	Technomathematik: Vertiefung I. Mathematik: Wahlpflicht		

Lehrveranstaltung L1322: Topologie	
Typ	Vorlesung
SWS	4
LP	6
Arbeitsaufwand in Stunden	Eigenstudium 124, Präsenzstudium 56
Dozenten	Dozenten des Fachbereiches Mathematik der UHH
Sprachen	DE
Zeitraum	SoSe
Inhalt	<ul style="list-style-type: none"> • Mengentheoretische Topologie <ul style="list-style-type: none"> ◦ metrische und topologische Räume ◦ Trennungsaxiome ◦ Unterraum-, Produkt- und Quotiententopologie ◦ Zusammenhang ◦ Kompaktheit • Algebraische Topologie <ul style="list-style-type: none"> ◦ Homotopiebegriff ◦ Fundamentalgruppe ◦ Überlagerungen
Literatur	<ul style="list-style-type: none"> • J. Munkres, Topology - a first course, Publisher: Prentice Hall College Div (June 1974) • B. v. Querenburg, Mengentheoretische Topologie, Verlag: Springer; Auflage: 3 (4. Oktober 2013) • G. Laures, M. Szymik, Grundkurs Topologie, Verlag: Spektrum Akademischer Verlag; Auflage: 2009 • K. Jänich, Topologie, Verlag: Springer; Auflage: 8. Aufl. 2005. 4., korr. Nachdruck 2008 • L.A. Steen, J.A. Seebach, Jr., Counterexamples in Topology, Publisher: Dover Publications (September 22, 1995) • O. Viro, O. Ivanov, N. Netsvetaev, V. Kharlamov, Elementary Topology - Problem Textbook, Publisher: American Mathematical Society (September 17, 2008) • A. Hatcher, Algebraic Topology, Verlag: Cambridge University Press (2002)

Lehrveranstaltung L1323: Topologie	
Typ	Gruppenübung
SWS	2
LP	3
Arbeitsaufwand in Stunden	Eigenstudium 62, Präsenzstudium 28
Dozenten	Dozenten des Fachbereiches Mathematik der UHH
Sprachen	DE
Zeitraum	SoSe
Inhalt	Siehe korrespondierende Vorlesung
Literatur	Siehe korrespondierende Vorlesung

Modul M1556: Mengenlehre und mathematische Logik			
Lehrveranstaltungen			
Titel		Typ	SWS
Mengenlehre und mathematische Logik (L2332)		Vorlesung	4
Mengenlehre und mathematische Logik (L2333)		Gruppenübung	2
Modulverantwortlicher	Prof. Benedikt Loewe		
Zulassungsvoraussetzungen	Keine		
Empfohlene Vorkenntnisse	Lineare Algebra		
Modulziele/ angestrebte Lernergebnisse	Nach erfolgreicher Teilnahme haben die Studierenden die folgenden Lernergebnisse erreicht		
Fachkompetenz	<ul style="list-style-type: none"> Studierende können grundlegende Konzepte der Mathematischen Logik und der naiven Mengenlehre wie formale Sprachen, Prädikatenlogik, den Vollständigkeitssatz, den Kompaktheitssatz und die Löwenheim-Skolem-Sätze, sowie Zermelo-Fraenkel Axiome, Ordinal- und Kardinalzahlen und das Auswahlaxiom beschreiben und anhand von Beispielen erklären. Studierende sind in der Lage, logische Zusammenhänge zwischen diesen Konzepten zu diskutieren und anhand von Beispielen zu erläutern. Sie kennen Beweisstrategien und können diese wiedergeben. 		
<i>Wissen</i>			
<i>Fertigkeiten</i>			
Personale Kompetenzen	<ul style="list-style-type: none"> Studierende können Aufgabenstellungen aus der Mathematischen Logik und der Mengenlehre mit Hilfe der kennengelernten Konzepte modellieren und mit den erlernten Methoden lösen. Studierende sind in der Lage, sich weitere logische Zusammenhänge zwischen den kennengelernten Konzepten selbstständig zu erschließen und können diese verifizieren. Studierende können zu gegebenen Problemstellungen einen geeigneten Lösungsansatz entwickeln, diesen verfolgen und die Ergebnisse kritisch auswerten. 		
<i>Sozialkompetenz</i>			
<i>Selbstständigkeit</i>			
Arbeitsaufwand in Stunden	Eigenstudium 186, Präsenzstudium 84		
Leistungspunkte	9		
Studienleistung	Keine		
Prüfung	Klausur		
Prüfungsdauer und -umfang	120 min		
Zuordnung zu folgenden Curricula	Technomathematik: Vertiefung I. Mathematik: Wahlpflicht		

Lehrveranstaltung L2332: Mengenlehre und mathematische Logik	
Typ	Vorlesung
SWS	4
LP	6
Arbeitsaufwand in Stunden	Eigenstudium 124, Präsenzstudium 56
Dozenten	Dozenten des Fachbereiches Mathematik der UHH
Sprachen	DE
Zeitraum	SoSe
Inhalt	<ul style="list-style-type: none"> Grundbegriffe der Mathematischen Logik und Modelltheorie Syntax & Semantik der Prädikatenlogik der ersten Stufe Gödelscher Vollständigkeitssatz & Kompaktheitssatz Löwenheim-Skolem-Sätze Grundbegriffe der Mengenlehre & Zermelo-Fraenkel Axiome Ordinalzahlen & Kardinalzahlen Auswahlaxiom & seine Äquivalenzen
Literatur	Heinz-Dieter Ebbinghaus, Einführung in die Mengenlehre.

Lehrveranstaltung L2333: Mengenlehre und mathematische Logik	
Typ	Gruppenübung
SWS	2
LP	3
Arbeitsaufwand in Stunden	Eigenstudium 62, Präsenzstudium 28
Dozenten	Dozenten des Fachbereiches Mathematik der UHH
Sprachen	DE
Zeitraum	SoSe
Inhalt	Siehe korrespondierende Vorlesung
Literatur	Siehe korrespondierende Vorlesung

Modul M1668: Probability Theory			
Lehrveranstaltungen			
Titel	Typ	SWS	LP
Wahrscheinlichkeitstheorie (L2643)	Vorlesung	3	4
Wahrscheinlichkeitstheorie (L2644)	Gruppenübung	1	2
Modulverantwortlicher	Prof. Matthias Schulte		
Zulassungsvoraussetzungen	None		
Empfohlene Vorkenntnisse	Familiarity with the basic concepts of probability		
Modulziele/ angestrebte Lernergebnisse	Nach erfolgreicher Teilnahme haben die Studierenden die folgenden Lernergebnisse erreicht		
Fachkompetenz	<ul style="list-style-type: none"> • Students can name the basic concepts in probability theory. They are able to explain them using appropriate examples. • Students can discuss logical connections between these concepts. They are capable of illustrating these connections with the help of examples. • They know proof strategies and can reproduce them. <ul style="list-style-type: none"> • Students can model problems from probability theory with the help of the concepts studied in this course. Moreover, they are capable of solving them by applying established methods. • Students are able to explore and verify further logical connections between the concepts studied in the course. • For a given problem, the students can develop and execute a suitable technique, and are able to critically evaluate the results. <ul style="list-style-type: none"> • Students are able to work together (e.g. on their regular home work) and to present their results appropriately (e.g. during exercise class). • In doing so, they can communicate new concepts according to the needs of their cooperating partners. Moreover, they can design examples to check and deepen the understanding of their peers. <ul style="list-style-type: none"> • Students are capable of checking their understanding of complex concepts on their own. They can specify open questions precisely and know where to get help in solving them. • Students can put their knowledge in relation to the contents of other lectures. • Students have developed sufficient persistence to be able to work for longer periods in a goal-oriented manner on hard problems. 		
<i>Wissen</i>			
<i>Fertigkeiten</i>			
Personale Kompetenzen			
<i>Sozialkompetenz</i>			
<i>Selbstständigkeit</i>			
Arbeitsaufwand in Stunden	Eigenstudium 124, Präsenzstudium 56		
Leistungspunkte	6		
Studienleistung	Verpflichtend Bonus	Art der Studienleistung	Beschreibung
	Nein 5 %	Übungsaufgaben	
Prüfung	Mündliche Prüfung		
Prüfungsdauer und -umfang	30 min		
Zuordnung zu folgenden Curricula	Computer Science: Vertiefung III. Mathematik: Wahlpflicht Data Science: Vertiefung IV. Special Focus Area: Wahlpflicht Data Science: Vertiefung I. Mathematics: Wahlpflicht Interdisciplinary Mathematics: Vertiefung II. Numerical - Modelling Training: Pflicht Technomathematik: Vertiefung I. Mathematik: Wahlpflicht		

Lehrveranstaltung L2643: Probability Theory	
Typ	Vorlesung
SWS	3
LP	4
Arbeitsaufwand in Stunden	Eigenstudium 78, Präsenzstudium 42
Dozenten	Prof. Matthias Schulte
Sprachen	EN
Zeitraum	SoSe
Inhalt	<ul style="list-style-type: none"> • Measure and probability spaces • Integration and expectation • Types of stochastic convergence • Law of large numbers • Central limit theorem • Radon-Nikodym theorem • Conditional expectation • Martingales • Markov chains • Poisson processes
Literatur	<p>H. Bauer, Probability theory and elements of measure theory, second edition, Academic Press, 1981.</p> <p>A. Klenke, Probability Theory: A Comprehensive Course, second edition, Springer, 2014.</p> <p>G. F. Lawler, Introduction to Stochastic Processes, second edition, Chapman & Hall/CRC, 2006.</p> <p>A. N. Shiryaev, Probability, second edition, Springer, 1996.</p>

Lehrveranstaltung L2644: Probability Theory	
Typ	Gruppenübung
SWS	1
LP	2
Arbeitsaufwand in Stunden	Eigenstudium 46, Präsenzstudium 14
Dozenten	Prof. Matthias Schulte
Sprachen	EN
Zeitraum	SoSe
Inhalt	Siehe korrespondierende Vorlesung
Literatur	Siehe korrespondierende Vorlesung

Fachmodule der Vertiefung II. Informatik

Modul M0732: Software Engineering			
Lehrveranstaltungen			
Titel	Typ	SWS	LP
Software-Engineering (L0627)	Vorlesung	2	3
Software-Engineering (L0628)	Gruppenübung	2	3
Modulverantwortlicher	Prof. Sibylle Schupp		
Zulassungsvoraussetzungen	None		
Empfohlene Vorkenntnisse	<ul style="list-style-type: none"> Automata theory and formal languages Procedural programming or Functional programming Object-oriented programming, algorithms, and data structures 		
Modulziele/ angestrebte Lernergebnisse	Nach erfolgreicher Teilnahme haben die Studierenden die folgenden Lernergebnisse erreicht		
Fachkompetenz	<p><i>Wissen</i> Students explain the phases of the software life cycle, describe the fundamental terminology and concepts of software engineering, and paraphrase the principles of structured software development. They give examples of software-engineering tasks of existing large-scale systems. They write test cases for different test strategies and devise specifications or models using different notations, and critique both. They explain simple design patterns and the major activities in requirements analysis, maintenance, and project planning.</p> <p><i>Fertigkeiten</i> For a given task in the software life cycle, students identify the corresponding phase and select an appropriate method. They choose the proper approach for quality assurance. They design tests for realistic systems, assess the quality of the tests, and find errors at different levels. They apply and modify non-executable artifacts. They integrate components based on interface specifications.</p> <p>Personale Kompetenzen</p> <p><i>Sozialkompetenz</i> Students practice peer programming. They explain problems and solutions to their peer. They communicate in English.</p> <p><i>Selbstständigkeit</i> Using on-line quizzes and accompanying material for self study, students can assess their level of knowledge continuously and adjust it appropriately. Working on exercise problems, they receive additional feedback.</p>		
Arbeitsaufwand in Stunden	Eigenstudium 124, Präsenzstudium 56		
Leistungspunkte	6		
Studienleistung	Verpflichtend Bonus	Art der Studienleistung	Beschreibung
	Ja	15 %	Übungsaufgaben
Prüfung	Klausur		
Prüfungsdauer und -umfang	90 min		
Zuordnung zu folgenden Curricula	Allgemeine Ingenieurwissenschaften (7 Semester): Vertiefung Informatik: Wahlpflicht Computer Science: Kernqualifikation: Pflicht Data Science: Vertiefung I. Mathematik/Informatik: Wahlpflicht Informatik-Ingenieurwesen: Vertiefung I. Informatik: Wahlpflicht Technomathematik: Vertiefung II. Informatik: Wahlpflicht		

Lehrveranstaltung L0627: Software Engineering	
Typ	Vorlesung
SWS	2
LP	3
Arbeitsaufwand in Stunden	Eigenstudium 62, Präsenzstudium 28
Dozenten	Prof. Sibylle Schupp
Sprachen	EN
Zeitraum	SoSe
Inhalt	<ul style="list-style-type: none"> Model-based software engineering <ul style="list-style-type: none"> Information modeling (use case diagrams) Behavioral modeling (finite state machines, Petri Nets, behavioral UML diagrams) Structural modeling (OOA, UML class diagrams, OCL) Model-based testing Engineering software products <ul style="list-style-type: none"> Agile processes Architecture Code-based testing System-level testing Software management <ul style="list-style-type: none"> Maintenance Project management Software processes
Literatur	Ian Sommerville, Engineering Software Products: An Introduction to Modern Software Engineering, Pearson 2020. Kassem A. Saleh, Software Engineering, J. Ross Publishing 2009.

Lehrveranstaltung L0628: Software Engineering	
Typ	Gruppenübung
SWS	2
LP	3
Arbeitsaufwand in Stunden	Eigenstudium 62, Präsenzstudium 28
Dozenten	Prof. Sibylle Schupp
Sprachen	EN
Zeitraum	SoSe
Inhalt	Siehe korrespondierende Vorlesung
Literatur	Siehe korrespondierende Vorlesung

Modul M1595: Maschinelles Lernen I			
Lehrveranstaltungen			
Titel		Typ	SWS LP
Maschinelles Lernen I (L2432)		Vorlesung	2 3
Maschinelles Lernen I (L2433)		Gruppenübung	3 3
Modulverantwortlicher	Prof. Nihat Ay		
Zulassungsvoraussetzungen	Keine		
Empfohlene Vorkenntnisse	Lineare Algebra, Analysis, Grundlagen der Programmierung		
Modulziele/ angestrebte Lernergebnisse	Nach erfolgreicher Teilnahme haben die Studierenden die folgenden Lernergebnisse erreicht		
Fachkompetenz	Die Studierenden kennen		
<i>Wissen</i>	<ul style="list-style-type: none"> • Grundlegende Prinzipien maschineller Lernverfahren: überwachtes/unüberwachtes Lernen, generative/deskriptives Lernen, parametrischer/nicht-parametrisches Lernen • verschiedene Lernmethoden: Neuronale Netze, Support-Vektor-Maschinen, Clustering, Dimensionsreduzierung, Kernel-Methoden • Grundlagen der statistischen Lerntheorie • Fortgeschrittene Techniken wie Transfer Learning, Bestärkendes Lernen, Generative Adversarial Networks und Adaptive Control 		
<i>Fertigkeiten</i>	Die Studierenden können		
	<ul style="list-style-type: none"> • maschinelle Lernverfahren auf konkrete Probleme anwenden • für konkrete Problemstellungen geeignete Verfahren auswählen und bewerten • die Güte eines trainierten datengetriebenen Modells evaluieren • mit bekannten Softwareframeworks für das maschinelle Lernen umgehen • bei neuronalen Netzen die Architektur und Kostenfunktion an konkrete Problemstellungen anpassen • die Grenzen maschineller Lernverfahren aufzeigen 		
Personale Kompetenzen	Die Studierenden können in sowohl selbstständig als auch in Teams an komplexen Problemen arbeiten. Sie können sich untereinander austauschen und ihre individuellen Stärken zur Lösung des Problems einbringen.		
<i>Sozialkompetenz</i>			
<i>Selbstständigkeit</i>	Die Studierenden sind in der Lage ein komplexes Problem eigenständig zu untersuchen und einzuschätzen, welche Kompetenzen zur Lösung des Problems benötigt werden.		
Arbeitsaufwand in Stunden	Eigenstudium 110, Präsenzstudium 70		
Leistungspunkte	6		
Studienleistung	Verpflichtend	Bonus	Art der Studienleistung Beschreibung
	Nein	20 %	Übungsaufgaben
Prüfung	Klausur		
Prüfungsdauer und -umfang	90 min		
Zuordnung zu folgenden Curricula	Allgemeine Ingenieurwissenschaften (7 Semester): Vertiefung Maschinenbau, Schwerpunkt Theoretischer Maschinenbau: Wahlpflicht Allgemeine Ingenieurwissenschaften (7 Semester): Vertiefung Data Science: Pflicht Computer Science: Vertiefung I. Computer- und Software-Engineering: Wahlpflicht Data Science: Kernqualifikation: Pflicht Engineering Science: Vertiefung Advanced Materials: Wahlpflicht Engineering Science: Vertiefung Mechatronics: Wahlpflicht Engineering Science: Vertiefung Data Science: Pflicht Engineering Science: Vertiefung Maschinenbau: Wahlpflicht Informatik-Ingenieurwesen: Vertiefung I. Informatik: Wahlpflicht Logistik und Mobilität: Vertiefung Informationstechnologie: Wahlpflicht Maschinenbau: Vertiefung Theoretischer Maschinenbau: Wahlpflicht Mechatronik: Vertiefung Dynamische Systeme und AI: Pflicht Technomathematik: Vertiefung II. Informatik: Wahlpflicht Wirtschaftsingenieurwesen - Fachrichtung Logistik und Mobilität: Vertiefung Informationstechnologie: Wahlpflicht		

Lehrveranstaltung L2432: Maschinelles Lernen I	
Typ	Vorlesung
SWS	2
LP	3
Arbeitsaufwand in Stunden	Eigenstudium 62, Präsenzstudium 28
Dozenten	Prof. Nihat Ay
Sprachen	DE/EN
Zeitraum	SoSe
Inhalt	<ul style="list-style-type: none"> • Geschichte der Neurowissenschaften und des maschinellen Lernens (insbesondere des tiefen Lernens) • McCulloch-Pitts-Neuronen und binäre neuronale Netze • Boolesche Funktionen und Schellwert-Funktionen • Universalität von neuronalen McCulloch-Pitts-Netzwerken • Lernen und das Perzeptron-Konvergenz-Theorem • Support-Vektor-Maschinen • Harmonische Analyse von Booleschen Funktionen • Kontinuierliche künstliche neuronale Netze • Kolmogorovsches Superpositions-Theorem • Universelle Approximation mit kontinuierlichen neuronalen Netzen • Approximationsfehler und die Gradienten-Abstiegs-Methode: die allgemeine Idee • Die stochastische Gradienten-Abstiegs-Methode (Robbins-Monro- und Kiefer-Wolfowitz-Fälle) • Mehrschichtige Netzwerke und der Backpropagation-Algorithmus • Statistische Lerntheorie
Literatur	<ul style="list-style-type: none"> • Martin Anthony and Peter L. Bartlett. Neural Network Learning: Theoretical Foundations. Cambridge University Press, 1999. • Martin Anthony. Discrete Mathematics of Neural Networks: Selected Topics. SIAM Monographs on Discrete Mathematics & Applications, 1987. • Mehryar Mohri, Afshin Rostamizadeh and Ameet Talwalkar. Foundations of Machine Learning, Second Edition. MIT Press, 2018. • Christopher M. Bishop. Pattern Recognition and Machine Learning. Information Science and Statistics. Springer-Verlag, 2008. • Bernhard Schölkopf, Alexander Smola. Learning with Kernels: Support Vector Machines, Regularization, Optimization, and Beyond. Adaptive Computation and Machine Learning series. MIT Press, Cambridge, MA, 2002. • Luc Devroye, László Györfi, Gábor Lugosi. A Probabilistic Theory of Pattern Recognition. Springer, 1996. • Vladimir Vapnik. The Nature of Statistical Learning Theory. Springer-Verlag: New York, Berlin, Heidelberg, 1995.

Lehrveranstaltung L2433: Maschinelles Lernen I	
Typ	Gruppenübung
SWS	3
LP	3
Arbeitsaufwand in Stunden	Eigenstudium 48, Präsenzstudium 42
Dozenten	Prof. Nihat Ay
Sprachen	DE/EN
Zeitraum	SoSe
Inhalt	Siehe korrespondierende Vorlesung
Literatur	Siehe korrespondierende Vorlesung

Modul M0624: Automata Theory and Formal Languages			
Lehrveranstaltungen			
Titel		Typ	SWS LP
Automatentheorie und Formale Sprachen (L0332)		Vorlesung	2 4
Automatentheorie und Formale Sprachen (L0507)		Gruppenübung	2 2
Modulverantwortlicher	Prof. Matthias Mnich		
Zulassungsvoraussetzungen	None		
Empfohlene Vorkenntnisse	Participating students should be able to - specify algorithms for simple data structures (such as, e.g., arrays) to solve computational problems - apply propositional logic and predicate logic for specifying and understanding mathematical proofs - apply the knowledge and skills taught in the module Discrete Algebraic Structures		
Modulziele/ angestrebte Lernergebnisse	Nach erfolgreicher Teilnahme haben die Studierenden die folgenden Lernergebnisse erreicht		
Fachkompetenz	<p><i>Wissen</i> Students can explain syntax, semantics, and decision problems of propositional logic, and they are able to give algorithms for solving decision problems. Students can show correspondences to Boolean algebra. Students can describe which application problems are hard to represent with propositional logic, and therefore, the students can motivate predicate logic, and define syntax, semantics, and decision problems for this representation formalism. Students can explain unification and resolution for solving the predicate logic SAT decision problem. Students can also describe syntax, semantics, and decision problems for various kinds of temporal logic, and identify their application areas. The participants of the course can define various kinds of finite automata and can identify relationships to logic and formal grammars. The spectrum that students can explain ranges from deterministic and nondeterministic finite automata and pushdown automata to Turing machines. Students can name those formalism for which nondeterminism is more expressive than determinism. They are also able to demonstrate which decision problems require which expressivity, and, in addition, students can transform decision problems w.r.t. one formalism into decision problems w.r.t. other formalisms. They understand that some formalisms easily induce algorithms whereas others are best suited for specifying systems and their properties. Students can describe the relationships between formalisms such as logic, automata, or grammars.</p> <p><i>Fertigkeiten</i> Students can apply propositional logic as well as predicate logic resolution to a given set of formulas. Students analyze application problems in order to derive propositional logic, predicate logic, or temporal logic formulas to represent them. They can evaluate which formalism is best suited for a particular application problem, and they can demonstrate the application of algorithms for decision problems to specific formulas. Students can also transform nondeterministic automata into deterministic ones, or derive grammars from automata and vice versa. They can show how parsers work, and they can apply algorithms for the language emptiness problem in case of infinite words.</p> <p>Personale Kompetenzen</p> <p><i>Sozialkompetenz</i></p> <ul style="list-style-type: none"> • Students are able to work together in teams. They are capable to use mathematics as a common language. • In doing so, they can communicate new concepts according to the needs of their cooperating partners. Moreover, they can design examples to check and deepen the understanding of their peers. <p><i>Selbstständigkeit</i></p> <ul style="list-style-type: none"> • Students are capable of checking their understanding of complex concepts on their own. They can specify open questions precisely and know where to get help in solving them. • Students have developed sufficient persistence to be able to work for longer periods in a goal-oriented manner on hard problems. 		
Arbeitsaufwand in Stunden	Eigenstudium 124, Präsenzstudium 56		
Leistungspunkte	6		
Studienleistung	Verpflichtend Bonus	Art der Studienleistung	Beschreibung
	Nein 20 %	Übungsaufgaben	
Prüfung	Klausur		
Prüfungsdauer und -umfang	90 min		
Zuordnung zu folgenden Curricula	Allgemeine Ingenieurwissenschaften (7 Semester): Vertiefung Informatik: Pflicht Allgemeine Ingenieurwissenschaften (7 Semester): Vertiefung Data Science: Pflicht Computer Science: Kernqualifikation: Pflicht Data Science: Kernqualifikation: Pflicht Engineering Science: Vertiefung Mechatronics: Wahlpflicht Engineering Science: Vertiefung Mechatronics: Wahlpflicht Engineering Science: Vertiefung Data Science: Pflicht General Engineering Science (7 Semester): Vertiefung Mechatronics: Wahlpflicht Informatik-Ingenieurwesen: Kernqualifikation: Pflicht Orientierungsstudium: Kernqualifikation: Wahlpflicht Technomathematik: Vertiefung II. Informatik: Wahlpflicht		

Lehrveranstaltung L0332: Automata Theory and Formal Languages	
Typ	Vorlesung
SWS	2
LP	4
Arbeitsaufwand in Stunden	Eigenstudium 92, Präsenzstudium 28
Dozenten	Prof. Matthias Mnich
Sprachen	EN
Zeitraum	SoSe
Inhalt	<ol style="list-style-type: none"> 1. Propositional logic, Boolean algebra, propositional resolution, SAT-2KNF 2. Predicate logic, unification, predicate logic resolution 3. Temporal Logics (LTL, CTL) 4. Deterministic finite automata, definition and construction 5. Regular languages, closure properties, word problem, string matching 6. Nondeterministic automata: Rabin-Scott transformation of nondeterministic into deterministic automata 7. Epsilon automata, minimization of automata, elimination of e-edges, uniqueness of the minimal automaton (modulo renaming of states) 8. Myhill-Nerode Theorem: Correctness of the minimization procedure, equivalence classes of strings induced by automata 9. Pumping Lemma for regular languages: provision of a tool which, in some cases, can be used to show that a finite automaton principally cannot be expressive enough to solve a word problem for some given language 10. Regular expressions vs. finite automata: Equivalence of formalisms, systematic transformation of representations, reductions 11. Pushdown automata and context-free grammars: Definition of pushdown automata, definition of context-free grammars, derivations, parse trees, ambiguities, pumping lemma for context-free grammars, transformation of formalisms (from pushdown automata to context-free grammars and back) 12. Chomsky normal form 13. CYK algorithm for deciding the word problem for context-free grammars 14. Deterministic pushdown automata 15. Deterministic vs. nondeterministic pushdown automata: Application for parsing, LL(k) or LR(k) grammars and parsers vs. deterministic pushdown automata, compiler compiler 16. Regular grammars 17. Outlook: Turing machines and linear bounded automata vs general and context-sensitive grammars 18. Chomsky hierarchy 19. Mealy- and Moore automata: Automata with output (w/o accepting states), infinite state sequences, automata networks 20. Omega automata: Automata for infinite input words, Büchi automata, representation of state transition systems, verification w.r.t. temporal logic specifications (in particular LTL) 21. LTL safety conditions and model checking with Büchi automata, relationships between automata and logic 22. Fixed points, propositional mu-calculus 23. Characterization of regular languages by monadic second-order logic (MSO)
Literatur	<ol style="list-style-type: none"> 1. Logik für Informatiker Uwe Schöning, Spektrum, 5. Aufl. 2. Logik für Informatiker Martin Kreuzer, Stefan Kühling, Pearson Studium, 2006 3. Grundkurs Theoretische Informatik, Gottfried Vossen, Kurt-Ulrich Witt, Vieweg-Verlag, 2010. 4. Principles of Model Checking, Christel Baier, Joost-Pieter Katoen, The MIT Press, 2007

Lehrveranstaltung L0507: Automata Theory and Formal Languages	
Typ	Gruppenübung
SWS	2
LP	2
Arbeitsaufwand in Stunden	Eigenstudium 32, Präsenzstudium 28
Dozenten	Prof. Matthias Mnich
Sprachen	EN
Zeitraum	SoSe
Inhalt	Siehe korrespondierende Vorlesung
Literatur	Siehe korrespondierende Vorlesung

Modul M1586: Wissenschaftliche Programmierung			
Lehrveranstaltungen			
Titel		Typ	SWS
Wissenschaftliche Programmierung (L2405)		Vorlesung	3
Wissenschaftliche Programmierung (L2406)		Gruppenübung	2
Modulverantwortlicher	Prof. Tobias Knopp		
Zulassungsvoraussetzungen	Keine		
Empfohlene Vorkenntnisse	Prozedurale Programmierung, Lineare Algebra		
Modulziele/ angestrebte Lernergebnisse	Nach erfolgreicher Teilnahme haben die Studierenden die folgenden Lernergebnisse erreicht		
Fachkompetenz	Die Studierenden		
<i>Wissen</i>	<ul style="list-style-type: none"> können wissenschaftliche Probleme in einer modernen Programmiersprache effizient lösen. sind mit dem Konzept der reproduzierbaren Wissenschaft vertraut. können mit mehrdimensionalen Arrays, sparse Arrays, Data Frames (tabellenförmige Daten) und Missing Data umgehen. Sie kennen sie Vor- und Nachteile spezifischer Datenstrukturen. kennen verschiedene Möglichkeiten um Daten, Datenbeziehungen und Fehlermaße geeignet darzustellen. Sie kennen bekannte Datenformate zur Speicherung von wissenschaftlichen Daten und können für spezifische Daten ein geeignetes Format auswählen. 		
<i>Fertigkeiten</i>	Sie sind in der Lage <ul style="list-style-type: none"> komplexe Probleme aus einer mathematischen Formulierung in eine geeignetes Programm zu übersetzen. ein komplexes Problem in Teilprobleme aufzuteilen welche modular umgesetzt werden können. numerische Standardprobleme zu identifizieren und hierfür geeignete Standardalgorithmen nutzen, die in Bibliotheken vorhanden sind. wartbaren Programmcode zu schreiben, dessen Korrektheit durch geeignete Tests überprüft wird. die Laufzeit von Programmen zu messen, Flaschenhalse zu identifizieren und geeignete Beschleunigungstechniken anzuwenden. 		
Personale Kompetenzen			
<i>Sozialkompetenz</i>	Die Studierenden können in sowohl selbstständig als auch in Teams an komplexen Problemen arbeiten. Sie können sich untereinander austauschen und ihre individuellen Stärken zur Lösung des Problems einbringen.		
<i>Selbstständigkeit</i>	Die Studierenden sind in der Lage ein komplexes Problem eigenständig zu untersuchen und einzuschätzen, welche Kompetenzen zur Lösung des Problems benötigt werden.		
Arbeitsaufwand in Stunden	Eigenstudium 110, Präsenzstudium 70		
Leistungspunkte	6		
Studienleistung	Keine		
Prüfung	Fachtheoretisch-fachpraktische Arbeit		
Prüfungsdauer und -umfang	Übungsaufgaben, Gruppenprojekt mit Präsentation, schriftlicher Test		
Zuordnung zu folgenden Curricula	Allgemeine Ingenieurwissenschaften (7 Semester): Vertiefung Data Science: Wahlpflicht Computer Science: Vertiefung I. Computer- und Software-Engineering: Wahlpflicht Data Science: Kernqualifikation: Pflicht Engineering Science: Vertiefung Data Science: Wahlpflicht Mechatronik: Vertiefung Dynamische Systeme und AI: Pflicht Technomathematik: Vertiefung II. Informatik: Wahlpflicht		

Lehrveranstaltung L2405: Wissenschaftliche Programmierung	
Typ	Vorlesung
SWS	3
LP	4
Arbeitsaufwand in Stunden	Eigenstudium 78, Präsenzstudium 42
Dozenten	Prof. Tobias Knopp
Sprachen	DE/EN
Zeitraum	SoSe
Inhalt	<ul style="list-style-type: none"> Elementare Datentypen und der Zusammenhang zur Mathematik Wissenschaftliche Datentypen: Mehrdimensionale Arrays, sparse Arrays, Data Frames, Missing Data Multiple Dispatch als effizientes Paradigma für die wissenschaftliche Programmierung Literate Programming Profiling und Benchmarks Beschleunigungstechniken: Caching, Multi-threading, SIMD, GPGPU Wissenschaftliche Datenformate: CSV, TOML, HDF5, und ausgewählte Beispiele Datenvisualisierung Numerische Standardtechniken und effiziente Programmbibliotheken (BLAS, LAPACK, FFTW, ...) Tests, Codeverwaltung, Dokumentation Reproduzierbare Wissenschaft
Literatur	Ben Lauwens, Allen Downey: Think Julia: How to Think Like a Computer Scientist

Lehrveranstaltung L2406: Wissenschaftliche Programmierung	
Typ	Gruppenübung
SWS	2
LP	2
Arbeitsaufwand in Stunden	Eigenstudium 32, Präsenzstudium 28
Dozenten	Prof. Tobias Knopp
Sprachen	DE/EN
Zeitraum	SoSe
Inhalt	Siehe korrespondierende Vorlesung
Literatur	Siehe korrespondierende Vorlesung

Modul M0730: Technische Informatik			
Lehrveranstaltungen			
Titel		Typ	SWS LP
Technische Informatik (L0321)		Vorlesung	3 4
Technische Informatik (L0324)		Gruppenübung	1 2
Modulverantwortlicher	Prof. Heiko Falk		
Zulassungsvoraussetzungen	Keine		
Empfohlene Vorkenntnisse	Grundkenntnisse der Elektrotechnik		
Modulziele/ angestrebte Lernergebnisse	Nach erfolgreicher Teilnahme haben die Studierenden die folgenden Lernergebnisse erreicht		
Fachkompetenz	Dieses Modul vermittelt Grundkenntnisse der Funktionsweise von Rechensystemen. Abgedeckt werden die Ebenen von der Assemblerprogrammierung bis zur Gatterebene. Das Modul behandelt folgende Inhalte:		
<i>Wissen</i>	<ul style="list-style-type: none"> • Einführung • Kombinatorische Logik: Gatter, Boolesche Algebra, Schaltfunktionen, Synthese von Schaltungen, Schaltnetze • Sequentielle Logik: Flip-Flops, Schaltwerke, systematischer Schaltwerkentwurf • Technologische Grundlagen • Rechnerarithmetik: Ganzzahlige Addition, Subtraktion, Multiplikation und Division • Grundlagen der Rechnerarchitektur: Programmiermodelle, MIPS-Einzelzyklusmaschine, Pipelining • Speicher-Hardware: Speicherhierarchien, SRAM, DRAM, Caches • Ein-/Ausgabe: I/O aus Sicht der CPU, Prinzipien der Datenübergabe, Point-to-Point Verbindungen, Busse 		
<i>Fertigkeiten</i>	<p>Die Studierenden fassen ein Rechensystem aus der Perspektive des Architekten auf, d.h. sie erkennen die interne Struktur und den physischen Aufbau von Rechensystemen. Die Studierenden können analysieren, wie hochspezifische und individuelle Rechner aus einer Sammlung gängiger Einzelkomponenten zusammengesetzt werden. Sie sind in der Lage, die unterschiedlichen Abstraktionsebenen heutiger Rechensysteme - von Gattern und Schaltungen bis hin zu Prozessoren - zu unterscheiden und zu erklären.</p> <p>Nach erfolgreichem Besuch der Veranstaltung sind die Studierenden in der Lage, die Wechselwirkungen zwischen einem physischen Rechensystem und der darauf ausgeführten Software beurteilen zu können. Insbesondere sollen sie die Konsequenzen der Ausführung von Software in den hardwarenahen Schichten von der Assemblersprache bis zu Gattern erkennen können. Sie sollen so in die Lage versetzt werden, Auswirkungen unterer Schichten auf die Leistung des Gesamtsystems abzuschätzen und geeignete Optionen vorzuschlagen.</p>		
Personale Kompetenzen			
<i>Sozialkompetenz</i>	Die Studierenden sind nach Abschluss des Moduls in der Lage, ähnliche Aufgaben alleine oder in einer Gruppe zu bearbeiten und die Resultate geeignet zu präsentieren.		
<i>Selbstständigkeit</i>	Die Studierenden sind nach Abschluss des Moduls in der Lage, sich Teilbereiche des Fachgebietes anhand von Fachliteratur selbstständig zu erarbeiten, das erworbene Wissen zusammenzufassen, zu präsentieren und es mit den Inhalten anderer Lehrveranstaltungen zu verknüpfen.		
Arbeitsaufwand in Stunden	Eigenstudium 124, Präsenzstudium 56		
Leistungspunkte	6		
Studienleistung	Verpflichtend	Bonus	Art der Studienleistung Beschreibung
	Ja	10 %	Übungsaufgaben
Prüfung	Klausur		
Prüfungsdauer und -umfang	90 Minuten, Inhalte der Vorlesung und Übungen		
Zuordnung zu folgenden Curricula	Allgemeine Ingenieurwissenschaften (7 Semester): Vertiefung Informatik: Pflicht Allgemeine Ingenieurwissenschaften (7 Semester): Vertiefung Elektrotechnik: Pflicht Computer Science: Kernqualifikation: Pflicht Data Science: Vertiefung I. Mathematik/Informatik: Wahlpflicht Elektrotechnik: Kernqualifikation: Pflicht Informatik-Ingenieurwesen: Kernqualifikation: Pflicht Mechatronik: Kernqualifikation: Wahlpflicht Technomathematik: Vertiefung II. Informatik: Wahlpflicht		

Lehrveranstaltung L0321: Technische Informatik	
Typ	Vorlesung
SWS	3
LP	4
Arbeitsaufwand in Stunden	Eigenstudium 78, Präsenzstudium 42
Dozenten	Prof. Heiko Falk
Sprachen	DE/EN
Zeitraum	WiSe
Inhalt	<ul style="list-style-type: none"> • Einführung • Kombinatorische Logik • Sequentielle Logik • Technologische Grundlagen • Zahlendarstellungen und Rechnerarithmetik • Grundlagen der Rechnerarchitektur • Speicher-Hardware • Ein-/Ausgabe
Literatur	<ul style="list-style-type: none"> • A. Clements. The Principles of Computer Hardware. 3. Auflage, Oxford University Press, 2000. • A. Tanenbaum, J. Goodman. Computerarchitektur. Pearson, 2001. • D. Patterson, J. Hennessy. Rechnerorganisation und -entwurf. Elsevier, 2005.

Lehrveranstaltung L0324: Technische Informatik	
Typ	Gruppenübung
SWS	1
LP	2
Arbeitsaufwand in Stunden	Eigenstudium 46, Präsenzstudium 14
Dozenten	Prof. Heiko Falk
Sprachen	DE/EN
Zeitraum	WiSe
Inhalt	Siehe korrespondierende Vorlesung
Literatur	Siehe korrespondierende Vorlesung

Modul M0731: Functional Programming			
Lehrveranstaltungen			
Titel		Typ	SWS
Funktionales Programmieren (L0624)		Vorlesung	2
Funktionales Programmieren (L0625)		Hörsaalübung	2
Funktionales Programmieren (L0626)		Gruppenübung	2
Modulverantwortlicher	Prof. Sibylle Schupp		
Zulassungsvoraussetzungen	None		
Empfohlene Vorkenntnisse	Discrete mathematics at high-school level		
Modulziele/ angestrebte Lernergebnisse	Nach erfolgreicher Teilnahme haben die Studierenden die folgenden Lernergebnisse erreicht		
Fachkompetenz			
<i>Wissen</i>	Students apply the principles, constructs, and simple design techniques of functional programming. They demonstrate their ability to read Haskell programs and to explain Haskell syntax as well as Haskell's read-eval-print loop. They interpret warnings and find errors in programs. They apply the fundamental data structures, data types, and type constructors. They employ strategies for unit tests of functions and simple proof techniques for partial and total correctness. They distinguish laziness from other evaluation strategies.		
<i>Fertigkeiten</i>	Students break a natural-language description down in parts amenable to a formal specification and develop a functional program in a structured way. They assess different language constructs, make conscious selections both at specification and implementations level, and justify their choice. They analyze given programs and rewrite them in a controlled way. They design and implement unit tests and can assess the quality of their tests. They argue for the correctness of their program.		
Personale Kompetenzen			
<i>Sozialkompetenz</i>	Students practice peer programming with varying peers. They explain problems and solutions to their peer. They defend their programs orally. They communicate in English.		
<i>Selbstständigkeit</i>	In programming labs, students learn under supervision (a.k.a. "Betreutes Programmieren") the mechanics of programming. In exercises, they develop solutions individually and independently, and receive feedback.		
Arbeitsaufwand in Stunden	Eigenstudium 96, Präsenzstudium 84		
Leistungspunkte	6		
Studienleistung	Verpflichtend Bonus	Art der Studienleistung	Beschreibung
	Ja 15 %	Übungsaufgaben	
Prüfung	Klausur		
Prüfungsdauer und -umfang	90 min		
Zuordnung zu folgenden Curricula	Allgemeine Ingenieurwissenschaften (7 Semester): Vertiefung Informatik: Wahlpflicht Computer Science: Kernqualifikation: Pflicht Data Science: Vertiefung I. Mathematik/Informatik: Wahlpflicht Engineering Science: Vertiefung Information and Communication Systems: Pflicht Engineering Science: Vertiefung Mechatronics: Wahlpflicht General Engineering Science (7 Semester): Vertiefung Mechatronics: Wahlpflicht Informatik-Ingenieurwesen: Vertiefung I. Informatik: Wahlpflicht Technomathematik: Vertiefung II. Informatik: Wahlpflicht		

Lehrveranstaltung L0624: Functional Programming	
Typ	Vorlesung
SWS	2
LP	2
Arbeitsaufwand in Stunden	Eigenstudium 32, Präsenzstudium 28
Dozenten	Prof. Sibylle Schupp
Sprachen	EN
Zeitraum	WiSe
Inhalt	<ul style="list-style-type: none"> • Functions, Currying, Recursive Functions, Polymorphic Functions, Higher-Order Functions • Conditional Expressions, Guarded Expressions, Pattern Matching, Lambda Expressions • Types (simple, composite), Type Classes, Recursive Types, Algebraic Data Type • Type Constructors: Tuples, Lists, Trees, Associative Lists (Dictionaries, Maps) • Modules • Interactive Programming • Lazy Evaluation, Call-by-Value, Strictness • Design Recipes • Testing (axiom-based, invariant-based, against reference implementation) • Reasoning about Programs (equation-based, inductive) • Idioms of Functional Programming • Haskell Syntax and Semantics
Literatur	Graham Hutton, Programming in Haskell, Cambridge University Press 2007.

Lehrveranstaltung L0625: Functional Programming	
Typ	Hörsaalübung
SWS	2
LP	2
Arbeitsaufwand in Stunden	Eigenstudium 32, Präsenzstudium 28
Dozenten	Prof. Sibylle Schupp
Sprachen	EN
Zeitraum	WiSe
Inhalt	<ul style="list-style-type: none"> • Functions, Currying, Recursive Functions, Polymorphic Functions, Higher-Order Functions • Conditional Expressions, Guarded Expressions, Pattern Matching, Lambda Expressions • Types (simple, composite), Type Classes, Recursive Types, Algebraic Data Type • Type Constructors: Tuples, Lists, Trees, Associative Lists (Dictionaries, Maps) • Modules • Interactive Programming • Lazy Evaluation, Call-by-Value, Strictness • Design Recipes • Testing (axiom-based, invariant-based, against reference implementation) • Reasoning about Programs (equation-based, inductive) • Idioms of Functional Programming • Haskell Syntax and Semantics
Literatur	Graham Hutton, Programming in Haskell, Cambridge University Press 2007., 2nd edition 2016.

Lehrveranstaltung L0626: Functional Programming	
Typ	Gruppenübung
SWS	2
LP	2
Arbeitsaufwand in Stunden	Eigenstudium 32, Präsenzstudium 28
Dozenten	Prof. Sibylle Schupp
Sprachen	EN
Zeitraum	WiSe
Inhalt	<ul style="list-style-type: none"> • Functions, Currying, Recursive Functions, Polymorphic Functions, Higher-Order Functions • Conditional Expressions, Guarded Expressions, Pattern Matching, Lambda Expressions • Types (simple, composite), Type Classes, Recursive Types, Algebraic Data Type • Type Constructors: Tuples, Lists, Trees, Associative Lists (Dictionaries, Maps) • Modules • Interactive Programming • Lazy Evaluation, Call-by-Value, Strictness • Design Recipes • Testing (axiom-based, invariant-based, against reference implementation) • Reasoning about Programs (equation-based, inductive) • Idioms of Functional Programming • Haskell Syntax and Semantics
Literatur	Graham Hutton, Programming in Haskell, Cambridge University Press 2007.

Modul M0834: Computernetworks and Internet Security			
Lehrveranstaltungen			
Titel	Typ	SWS	LP
Rechnernetze und Internet-Sicherheit (L1098)	Vorlesung	3	5
Rechnernetze und Internet-Sicherheit (L1099)	Gruppenübung	1	1
Modulverantwortlicher	Prof. Andreas Timm-Giel		
Zulassungsvoraussetzungen	None		
Empfohlene Vorkenntnisse	Basic of Computer Science		
Modulziele/ angestrebte Lernergebnisse	Nach erfolgreicher Teilnahme haben die Studierenden die folgenden Lernergebnisse erreicht		
Fachkompetenz	<p>In this course, an introduction to computer networks with focus on the Internet and its security is given. Basic functionality of complex protocols are introduced. Students learn to understand these and identify common principles. In the exercises and lecture discussions, these basic principles and an introduction to performance modelling are addressed using exercises, homework assignments and labs.□ This comprises of:</p> <ul style="list-style-type: none"> • What's the Internet? • Application layer protocols (HTTP, SMTP, DNS) • Transport layer protocols (TCP, UDP) • Network Layer (Internet Protocol, routing in the Internet) • Data link layer with media access at the example of Ethernet and WLAN • Internet security: IPSec • □Internet security: communication security, security of address resolution, firewalls <p><i>Fertigkeiten</i></p> <ul style="list-style-type: none"> • Students are able to explain Internet protocols in detail and classify them • Students are able to analyze and develop networked systems in further studies and job • Students can apply their hands on experiences gained for networking protocols in real settings in further studies and job <p>Personale Kompetenzen</p> <p><i>Sozialkompetenz</i></p> <ul style="list-style-type: none"> • Students are able to work together in teams for labs and homework assignments. In doing so, they learn how to collaborate according to the needs of other students • Students are asked to explain the exercises and solutions within the team to determine how much content they have understood from the (pre-recorded) lectures. This fosters students' self-confidence and enhances their presentation skills <p><i>Selbstständigkeit</i></p> <ul style="list-style-type: none"> • Students can select relevant parts out of a high amount of professional knowledge and can independently learn and understand it 		
<i>Wissen</i>			
<i>Fertigkeiten</i>			
Personale Kompetenzen			
<i>Sozialkompetenz</i>			
<i>Selbstständigkeit</i>			
Arbeitsaufwand in Stunden	Eigenstudium 124, Präsenzstudium 56		
Leistungspunkte	6		
Studienleistung	Keine		
Prüfung	Klausur		
Prüfungsdauer und -umfang	120 min		
Zuordnung zu folgenden Curricula	Allgemeine Ingenieurwissenschaften (7 Semester): Vertiefung Informatik: Wahlpflicht Computer Science: Kernqualifikation: Pflicht Data Science: Vertiefung I. Mathematik/Informatik: Wahlpflicht Elektrotechnik: Kernqualifikation: Wahlpflicht Engineering Science: Vertiefung Mechatronics: Wahlpflicht Engineering Science: Vertiefung Elektrotechnik: Wahlpflicht Engineering Science: Vertiefung Information and Communication Systems: Pflicht General Engineering Science (7 Semester): Vertiefung Mechatronics: Wahlpflicht Informatik-Ingenieurwesen: Kernqualifikation: Pflicht Technomathematik: Vertiefung II. Informatik: Wahlpflicht		

Lehrveranstaltung L1098: Computer Networks and Internet Security	
Typ	Vorlesung
SWS	3
LP	5
Arbeitsaufwand in Stunden	Eigenstudium 108, Präsenzstudium 42
Dozenten	Dr. Koojana Kuladinithi, Prof. Sibylle Fröschle
Sprachen	EN
Zeitraum	WiSe
Inhalt	<p>In this class an introduction to computer networks with focus on the Internet and its security is given. Basic functionality of complex protocols are introduced. Students learn to understand these and identify common principles. In the exercises these basic principles and an introduction to performance modelling are addressed using computing tasks and physical labs.</p> <p>In the second part of the lecture an introduction to Internet security is given.</p> <p>This class comprises:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Introduction to the Internet (TCP/IP model) • Application layer protocols (HTTP, SMTP, DNS) • Transport layer protocols (TCP, UDP) • Network Layer (Internet Protocol IPv4 & IPv6, routing in the Internet) • Data link layer with media access at the example of WLAN • Introduction to Internet Security • Security Aspects of Address Resolution (DNS/DNSSEC, ARP/SEND) • Communication Security (IPSec) - From Address Resolution to Routing (Securing BGP) • Botnets + Firewalls
Literatur	<ul style="list-style-type: none"> • Kurose, Ross, Computer Networking - A Top-Down Approach, 8th Edition, Addison-Wesley • Kurose, Ross, Computernetzwerke - Der Top-Down-Ansatz, Pearson Studium; Auflage: 8. Auflage • W. Stallings: Cryptography and Network Security: Principles and Practice, 8th edition <p>Further literature is announced at the beginning of the lecture.</p>

Lehrveranstaltung L1099: Computer Networks and Internet Security	
Typ	Gruppenübung
SWS	1
LP	1
Arbeitsaufwand in Stunden	Eigenstudium 16, Präsenzstudium 14
Dozenten	Dr. Koojana Kuladinithi, Prof. Sibylle Fröschle
Sprachen	EN
Zeitraum	WiSe
Inhalt	Siehe korrespondierende Vorlesung
Literatur	Siehe korrespondierende Vorlesung

Modul M1423: Algorithmen und Datenstrukturen			
Lehrveranstaltungen			
Titel	Typ	SWS	LP
Algorithmen und Datenstrukturen (L2046)	Vorlesung	4	4
Algorithmen und Datenstrukturen (L2047)	Gruppenübung	1	2
Modulverantwortlicher	Prof. Matthias Mnich		
Zulassungsvoraussetzungen	Keine		
Empfohlene Vorkenntnisse	<ul style="list-style-type: none"> • Diskrete Algebraische Strukturen • Mathematik I • Mathematik II • Prozedurale Programming • Objectorientierte Programmierung 		
Modulziele/ angestrebte Lernergebnisse	Nach erfolgreicher Teilnahme haben die Studierenden die folgenden Lernergebnisse erreicht		
Fachkompetenz	<ul style="list-style-type: none"> • Studierende können die grundlegenden Begriffe des Algorithmenentwurfs, der Algorithmenanalyse und Problemreduktionen benennen und anhand von Beispielen erklären. • Studierende sind in der Lage, logische Zusammenhänge zwischen diesen Konzepten zu diskutieren und anhand von Beispielen zu erläutern. • Sie kennen Beweisstrategien und können diese wiedergeben. 		
<i>Wissen</i>			
<i>Fertigkeiten</i>	<ul style="list-style-type: none"> • Studierende können diskrete Entscheidungsprobleme, Such- und Optimierungsprobleme mit Hilfe der kennengelernten Konzepte modellieren und mit den erlernten Methoden lösen. • Studierende sind in der Lage, sich weitere einfache logische Zusammenhänge zwischen den kennengelernten Konzepten selbstständig zu erschließen und können diese verifizieren. • Studierende können zu gegebenen Problemstellungen einen geeigneten Lösungsansatz entwickeln, diesen verfolgen und die Ergebnisse kritisch auswerten. 		
Personale Kompetenzen	<ul style="list-style-type: none"> • Studierende sind in der Lage, in Teams zusammenzuarbeiten und die Mathematik als gemeinsame Sprache zu entdecken und beherrschen. • Sie können sich dabei insbesondere gegenseitig neue Konzepte erklären und anhand von Beispielen das Verständnis der Mitstudierenden überprüfen und vertiefen. 		
<i>Sozialkompetenz</i>			
<i>Selbstständigkeit</i>	<ul style="list-style-type: none"> • Studierende können eigenständig ihr Verständnis mathematischer Konzepte überprüfen, noch offene Fragen auf den Punkt bringen und sich gegebenenfalls gezielt Hilfe holen. • Studierende haben eine genügend hohe Ausdauer entwickelt, um auch über längere Zeiträume an schwierigen Problemstellungen zu arbeiten. 		
Arbeitsaufwand in Stunden	Eigenstudium 110, Präsenzstudium 70		
Leistungspunkte	6		
Studienleistung	Verpflichtend Bonus	Art der Studienleistung	Beschreibung
	Nein 20 %	Übungsaufgaben	
Prüfung	Klausur		
Prüfungsdauer und -umfang	90 min		
Zuordnung zu folgenden Curricula	Allgemeine Ingenieurwissenschaften (7 Semester): Vertiefung Informatik: Pflicht Allgemeine Ingenieurwissenschaften (7 Semester): Vertiefung Data Science: Pflicht Computer Science: Kernqualifikation: Pflicht Data Science: Kernqualifikation: Pflicht Engineering Science: Vertiefung Data Science: Pflicht Engineering Science: Vertiefung Information and Communication Systems: Pflicht Informatik-Ingenieurwesen: Kernqualifikation: Pflicht Logistik und Mobilität: Vertiefung Informationstechnologie: Wahlpflicht Technomathematik: Vertiefung II. Informatik: Wahlpflicht Wirtschaftsingenieurwesen - Fachrichtung Logistik und Mobilität: Vertiefung II. Informationstechnologie: Wahlpflicht		

Lehrveranstaltung L2046: Algorithmen und Datenstrukturen	
Typ	Vorlesung
SWS	4
LP	4
Arbeitsaufwand in Stunden	Eigenstudium 64, Präsenzstudium 56
Dozenten	Prof. Matthias Mnich
Sprachen	DE/EN
Zeitraum	WiSe
Inhalt	<ul style="list-style-type: none"> • Sortieren durch Einfügen • Registermaschinen • Asymptotische Analyse, Landau Notation • Polynomialzeit Algorithmen and NP-Vollständigkeit • Divide-and-conquer, Merge sort • Strassens Algorithmus • Greedy Algorithmen • Dynamische Programmierung • Quicksort • AVL-trees, B-trees • Hashing • Tiefensuche und Breitensuche • Kürzeste Wege • Fluss Probleme, Ford-Fulkerson Algorithmus
Literatur	<ul style="list-style-type: none"> • T. Cormen, Ch. Leiserson, R. Rivest, C. Stein: Introduction to Algorithms. MIT Press, 2013 • S. Skiena: The Algorithm Design Manual. Springer, 2008 • J. M. Kleinberg and É. Tardos. Algorithm Design. Addison-Wesley, 2005.

Lehrveranstaltung L2047: Algorithmen und Datenstrukturen	
Typ	Gruppenübung
SWS	1
LP	2
Arbeitsaufwand in Stunden	Eigenstudium 46, Präsenzstudium 14
Dozenten	Prof. Matthias Mnich
Sprachen	DE/EN
Zeitraum	WiSe
Inhalt	Siehe korrespondierende Vorlesung
Literatur	Siehe korrespondierende Vorlesung

Modul M1594: Maschinelles Lernen II			
Lehrveranstaltungen			
Titel		Typ	SWS LP
Maschinelles Lernen II (L2436)		Vorlesung	2 3
Maschinelles Lernen II (L2941)		Gruppenübung	3 3
Modulverantwortlicher	Prof. Nihat Ay		
Zulassungsvoraussetzungen	Keine		
Empfohlene Vorkenntnisse	Erfolgreicher Besuch der Vorlesungen: <ul style="list-style-type: none"> • Wissenschaftliche Programmierung • Algorithmen und Datenstrukturen • Maschinelles Lernen 		
Modulziele/ angestrebte Lernergebnisse	Nach erfolgreicher Teilnahme haben die Studierenden die folgenden Lernergebnisse erreicht		
Fachkompetenz	Studierende lernen Werkzeuge kennen, die von Entwicklungsteams eingesetzt werden, um <ul style="list-style-type: none"> • Entwicklungsabläufe zu planen • Daten zu sammeln, zu verarbeiten und zu analysieren • Lernplattformen zu implementieren und zu validieren • Softwaretechnische Aspekte umzusetzen 		
<i>Wissen</i>			
<i>Fertigkeiten</i>	Studierende arbeiten im Team an einem größeren Datenprojekt. Dabei werden die benötigten Fertigkeiten erlernt und praktisch angewandt. Dies sind zum Beispiel <ul style="list-style-type: none"> • die Projektspezifikation durch nutzerseitige Anforderungen • die Erstellung einer datenorientierten Software-Architektur • das Sammeln und Vorbearbeiten und Analysieren von großen Datensätzen • das gemeinsame Implementieren einer Lernplattform • der Vergleich verschiedener Lernmethoden • die Durchführung statistischer Tests 		
Personale Kompetenzen	Die Teamarbeit birgt eigene Herausforderungen einerseits hinsichtlich der Interaktionen im Team andererseits auch in Bezug auf die notwendigen Absprachen bei der gemeinsamen Entwicklung von Software. Im Rahmen des Projektes erlernen Studierende die hierfür notwendigen Kompetenzen und erleben die praktischen Aspekte.		
<i>Sozialkompetenz</i>			
<i>Selbstständigkeit</i>	Bei der Teamarbeit ist es notwendig, die eigene Position zu vertreten, sowie die zugeteilten Aufgaben selbstständig zu übernehmen und später auch im Team vorzustellen. Ebenso müssen offene Punkte identifiziert und in das Team zurückgetragen werden, die eine gemeinsame Absprache erfordern.		
Arbeitsaufwand in Stunden	Eigenstudium 110, Präsenzstudium 70		
Leistungspunkte	6		
Studienleistung	Verpflichtend	Bonus	Art der Studienleistung Beschreibung
	Nein	20 %	Übungsaufgaben
Prüfung	Klausur		
Prüfungsdauer und -umfang	90 min		
Zuordnung zu folgenden Curricula	Allgemeine Ingenieurwissenschaften (7 Semester): Vertiefung Data Science: Wahlpflicht Data Science: Kernqualifikation: Pflicht Engineering Science: Vertiefung Data Science: Wahlpflicht Mechatronik: Vertiefung Dynamische Systeme und AI: Wahlpflicht Technomathematik: Vertiefung II. Informatik: Wahlpflicht		

Lehrveranstaltung L2436: Maschinelles Lernen II	
Typ	Vorlesung
SWS	2
LP	3
Arbeitsaufwand in Stunden	Eigenstudium 62, Präsenzstudium 28
Dozenten	Prof. Nihat Ay
Sprachen	DE/EN
Zeitraum	WiSe
Inhalt	<ul style="list-style-type: none"> • Überwachtes statistisches Lernen und Generalisierung • Das Prinzip der empirischen Risikominimierung • Das Gesetz der großen Zahlen und das Glivenko-Cantelli-Theorem • Shatter-Koeffizienten, VC-Dimension und Rademacher-Komplexität • Das Schnelle-Konvergenz-Theorem von Vapnik und Chervonenkis • VC-Dimensionen diskreter neuronaler Netze • Das Prinzip der strukturellen Risikominimierung • Lernen von Samples als inverses Problem • Hilbertraum mit reproduzierendem Kern • Moore-Penrose-Inverses • Schlecht gestellte inverse Probleme und Regularisierung • Tikhonov-Regularisierung • Regularisierte empirische Risikominimierung • Überdeckungszahlen • Das Bias-Variance-Problem
Literatur	<ul style="list-style-type: none"> • Martin Anthony and Peter L. Bartlett. Neural Network Learning: Theoretical Foundations. Cambridge University Press, 1999. • Martin Anthony. Discrete Mathematics of Neural Networks: Selected Topics. SIAM Monographs on Discrete Mathematics & Applications, 1987. • Mehryar Mohri, Afshin Rostamizadeh and Ameet Talwalkar. Foundations of Machine Learning, Second Edition. MIT Press, 2018. • Christopher M. Bishop. Pattern Recognition and Machine Learning. Information Science and Statistics. Springer-Verlag, 2008. • Bernhard Schölkopf, Alexander Smola. Learning with Kernels: Support Vector Machines, Regularization, Optimization, and Beyond. Adaptive Computation and Machine Learning series. MIT Press, Cambridge, MA, 2002. • Luc Devroye, László Györfi, Gábor Lugosi. A Probabilistic Theory of Pattern Recognition. Springer, 1996. • Vladimir Vapnik. The Nature of Statistical Learning Theory. Springer-Verlag: New York, Berlin, Heidelberg, 1995.

Lehrveranstaltung L2941: Maschinelles Lernen II	
Typ	Gruppenübung
SWS	3
LP	3
Arbeitsaufwand in Stunden	Eigenstudium 48, Präsenzstudium 42
Dozenten	Prof. Nihat Ay
Sprachen	DE/EN
Zeitraum	WiSe
Inhalt	Siehe korrespondierende Vorlesung
Literatur	Siehe korrespondierende Vorlesung

Modul M1593: Data Mining			
Lehrveranstaltungen			
Titel		Typ	SWS LP
Data Mining (L2434)		Vorlesung	2 3
Data Mining (L2435)		Projekt-/problembasierte Lehrveranstaltung	2 3
Modulverantwortlicher	Prof. Stefan Schulte		
Zulassungsvoraussetzungen	None		
Empfohlene Vorkenntnisse	<ul style="list-style-type: none"> • Databases • Machine learning 		
Modulziele/ angestrebte Lernergebnisse	Nach erfolgreicher Teilnahme haben die Studierenden die folgenden Lernergebnisse erreicht		
Fachkompetenz	<p><i>Wissen</i> After successful completion of the course, students know:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Basic concepts for data preparation • Similarity and distance measures • Methods to mine data patterns • Procedures to analyse clusters • Approaches to identify outliers • Data mining for different types of data, e.g., data streams, text data, time series data <p><i>Fertigkeiten</i> Students are able to analyze large, heterogeneous volumes of data. They know methods and their application to recognize patterns in data sets and data clusters. The students are able to apply the studied methods in different domains, e.g., for data streams, text data, or time series data.</p> <p>Personale Kompetenzen</p> <p><i>Sozialkompetenz</i> Students can work on complex problems both independently and in teams. They can exchange ideas with each other and use their individual strengths to solve the problem.</p> <p><i>Selbstständigkeit</i> Students are able to independently investigate a complex problem and assess which competencies are required to solve it.</p>		
Arbeitsaufwand in Stunden	Eigenstudium 124, Präsenzstudium 56		
Leistungspunkte	6		
Studienleistung	Verpflichtend Bonus	Art der Studienleistung	Beschreibung
	Ja 20 %	Fachtheoretisch- fachpraktische Studienleistung	Praktische Arbeiten zu bestimmten Themen aus dem Bereich Data Mining
Prüfung	Klausur		
Prüfungsdauer und -umfang	90 min		
Zuordnung zu folgenden Curricula	Allgemeine Ingenieurwissenschaften (7 Semester): Vertiefung Data Science: Pflicht Computer Science: Vertiefung I. Computer- und Software-Engineering: Wahlpflicht Data Science: Kernqualifikation: Pflicht Engineering Science: Vertiefung Data Science: Pflicht Logistik und Mobilität: Vertiefung Informationstechnologie: Wahlpflicht Mechatronik: Vertiefung Dynamische Systeme und AI: Wahlpflicht Technomathematik: Vertiefung II. Informatik: Wahlpflicht Wirtschaftsingenieurwesen - Fachrichtung Logistik und Mobilität: Vertiefung II. Informationstechnologie: Wahlpflicht		

Lehrveranstaltung L2434: Data Mining	
Typ	Vorlesung
SWS	2
LP	3
Arbeitsaufwand in Stunden	Eigenstudium 62, Präsenzstudium 28
Dozenten	Prof. Stefan Schulte, Dr. Dominik Schallmoser
Sprachen	EN
Zeitraum	WiSe
Inhalt	<ul style="list-style-type: none"> • Data preparation • Similarity and distance measures • Pattern mining • Cluster analysis • Outliers detection • Data mining for different types of data, e.g., data streams, text data, time series data
Literatur	Charu C. Aggarwal: Text Mining - The Textbook, Springer, 2015. Available at https://link.springer.com/book/10.1007/978-3-319-14142-8

Lehrveranstaltung L2435: Data Mining	
Typ	Projekt-/problembasierte Lehrveranstaltung
SWS	2
LP	3
Arbeitsaufwand in Stunden	Eigenstudium 62, Präsenzstudium 28
Dozenten	Prof. Stefan Schulte, Dr. Dominik Schallmoser
Sprachen	EN
Zeitraum	WiSe
Inhalt	Siehe korrespondierende Vorlesung
Literatur	Siehe korrespondierende Vorlesung

Modul M1249: Medical Imaging			
Lehrveranstaltungen			
Titel		Typ	SWS
Medizinische Bildgebung (L1694)		Vorlesung	2
Medizinische Bildgebung (L1695)		Gruppenübung	3
Modulverantwortlicher	Prof. Tobias Knopp		
Zulassungsvoraussetzungen	None		
Empfohlene Vorkenntnisse	Basic knowledge in linear algebra, numerics, and signal processing		
Modulziele/ angestrebte Lernergebnisse	Nach erfolgreicher Teilnahme haben die Studierenden die folgenden Lernergebnisse erreicht		
Fachkompetenz	<p><i>Wissen</i> After successful completion of the module, students are able to describe reconstruction methods for different tomographic imaging modalities such as computed tomography and magnetic resonance imaging. They know the necessary basics from the fields of signal processing and inverse problems and are familiar with both analytical and iterative image reconstruction methods. The students have a deepened knowledge of the imaging operators of computed tomography and magnetic resonance imaging.</p> <p><i>Fertigkeiten</i> The students are able to implement reconstruction methods and test them using tomographic measurement data. They can visualize the reconstructed images and evaluate the quality of their data and results. In addition, students can estimate the temporal complexity of imaging algorithms.</p>		
Personale Kompetenzen	<p><i>Sozialkompetenz</i> Students can work on complex problems both independently and in teams. They can exchange ideas with each other and use their individual strengths to solve the problem.</p> <p><i>Selbstständigkeit</i> Students are able to independently investigate a complex problem and assess which competencies are required to solve it.</p>		
Arbeitsaufwand in Stunden	Eigenstudium 124, Präsenzstudium 56		
Leistungspunkte	6		
Studienleistung	Keine		
Prüfung	Klausur		
Prüfungsdauer und -umfang	90 min		
Zuordnung zu folgenden Curricula	Computer Science: Vertiefung II. Intelligenz-Engineering: Wahlpflicht Data Science: Vertiefung IV. Special Focus Area: Wahlpflicht Data Science: Vertiefung III. Applications: Wahlpflicht Elektrotechnik: Vertiefung Medizintechnik: Wahlpflicht Informatik-Ingenieurwesen: Vertiefung I. Informatik: Wahlpflicht Interdisciplinary Mathematics: Vertiefung III. Computational Methods in Biomedical Imaging: Pflicht Microelectronics and Microsystems: Vertiefung Communication and Signal Processing: Wahlpflicht Technomathematik: Vertiefung II. Informatik: Wahlpflicht Theoretischer Maschinenbau: Vertiefung Bio- und Medizintechnik: Wahlpflicht		

Lehrveranstaltung L1694: Medical Imaging	
Typ	Vorlesung
SWS	2
LP	3
Arbeitsaufwand in Stunden	Eigenstudium 62, Präsenzstudium 28
Dozenten	Prof. Tobias Knopp
Sprachen	EN
Zeitraum	WiSe
Inhalt	<ul style="list-style-type: none"> • Overview about different imaging methods • Signal processing • Inverse problems • Computed tomography • Magnetic resonance imaging • Compressed Sensing • Magnetic particle imaging
Literatur	<p>Bildgebende Verfahren in der Medizin; O. Dössel; Springer, Berlin, 2000</p> <p>Bildgebende Systeme für die medizinische Diagnostik; H. Morneburg (Hrsg.); Publicis MCD, München, 1995</p> <p>Introduction to the Mathematics of Medical Imaging; C. L. Epstein; Siam, Philadelphia, 2008</p> <p>Medical Image Processing, Reconstruction and Restoration; J. Jan; Taylor and Francis, Boca Raton, 2006</p> <p>Principles of Magnetic Resonance Imaging; Z.-P. Liang and P. C. Lauterbur; IEEE Press, New York, 1999</p>

Lehrveranstaltung L1695: Medical Imaging	
Typ	Gruppenübung
SWS	2
LP	3
Arbeitsaufwand in Stunden	Eigenstudium 62, Präsenzstudium 28
Dozenten	Prof. Tobias Knopp
Sprachen	EN
Zeitraum	WiSe
Inhalt	Siehe korrespondierende Vorlesung
Literatur	Siehe korrespondierende Vorlesung

Modul M0625: Databases			
Lehrveranstaltungen			
Titel	Typ	SWS	LP
Datenbanken (L0337)	Vorlesung	3	4
Datenbanken-Gruppenübung (L1150)	Gruppenübung	2	2
Modulverantwortlicher	Prof. Stefan Schulte		
Zulassungsvoraussetzungen	None		
Empfohlene Vorkenntnisse	Students should have basic knowledge in the following areas: <ul style="list-style-type: none"> • Discrete Algebraic Structures • Procedural Programming • Automata Theory and Formal Languages • Programming Paradigms 		
Modulziele/ angestrebte Lernergebnisse	Nach erfolgreicher Teilnahme haben die Studierenden die folgenden Lernergebnisse erreicht		
Fachkompetenz	After successful completion of the course, students know: <ul style="list-style-type: none"> • Introduction to database systems • Design instruments for relational databases, especially entity-relationship • The relational model • Relational query languages, especially SQL • Normalization • Physical data organization • Transaction management • Query optimization • Data representation • Object-oriented and object-relational databases • Paradigms and concepts of current technologies for data modelling and database systems 		
<i>Wissen</i>			
<i>Fertigkeiten</i>	The students acquire the ability to model a database and to work with it. This comprises especially the application of design methodologies and query and definition languages. Furthermore, students are able to apply basic functionalities needed to run a database.		
Personale Kompetenzen			
<i>Sozialkompetenz</i>	Students can work on complex problems both independently and in teams. They can exchange ideas with each other and use their individual strengths to solve the problem.		
<i>Selbstständigkeit</i>	Students are able to independently investigate a complex problem and assess which competencies are required to solve it.		
Arbeitsaufwand in Stunden	Eigenstudium 110, Präsenzstudium 70		
Leistungspunkte	6		
Studienleistung	Keine		
Prüfung	Klausur		
Prüfungsdauer und -umfang	90 min		
Zuordnung zu folgenden Curricula	Allgemeine Ingenieurwissenschaften (7 Semester): Vertiefung Data Science: Pflicht Computer Science: Kernqualifikation: Pflicht Data Science: Kernqualifikation: Pflicht Engineering Science: Vertiefung Data Science: Pflicht Engineering Science: Vertiefung Information and Communication Systems: Wahlpflicht Informatik-Ingenieurwesen: Vertiefung I. Informatik: Wahlpflicht Technomathematik: Vertiefung II. Informatik: Wahlpflicht		

Lehrveranstaltung L0337: Databases	
Typ	Vorlesung
SWS	3
LP	4
Arbeitsaufwand in Stunden	Eigenstudium 78, Präsenzstudium 42
Dozenten	Prof. Stefan Schulte
Sprachen	EN
Zeitraum	WiSe
Inhalt	<ul style="list-style-type: none"> • Introduction to database systems • Design instruments for relational databases, especially entity-relationship • The relational model • Relational query languages, especially SQL • Normalization • Physical data organization • Transaction management • Query optimization • Data representation • Object-oriented and object-relational databases • Paradigms and concepts of current technologies for data modelling and database systems
Literatur	<ul style="list-style-type: none"> • A. Kemper, A. Eickler, Datenbanksysteme, 10. Auflage, De Gruyter, Oldenbourg, 2015 • R. Elmasri, S. B. Navathe, Fundamentals of Database Systems, 7th edition, Pearson, 2016

Lehrveranstaltung L1150: Databases - Exercise	
Typ	Gruppenübung
SWS	2
LP	2
Arbeitsaufwand in Stunden	Eigenstudium 32, Präsenzstudium 28
Dozenten	Prof. Stefan Schulte
Sprachen	EN
Zeitraum	WiSe
Inhalt	<ul style="list-style-type: none"> • Introduction to database systems • Design instruments for relational databases, especially entity-relationship • The relational model • Relational query languages, especially SQL • Normalization • Physical data organization • Transaction management • Query optimization • Data representation • Object-oriented and object-relational databases • Paradigms and concepts of current technologies for data modelling and database systems
Literatur	<ul style="list-style-type: none"> • A. Kemper, A. Eickler, Datenbanksysteme, 10. Auflage, De Gruyter, Oldenbourg, 2015 • R. Elmasri, S. B. Navathe, Fundamentals of Database Systems, 7th edition, Pearson, 2016

Modul M2046: Introduction to Quantum Computing			
Lehrveranstaltungen			
Titel		Typ	SWS LP
Introduction to Quantum Computing (L3109)		Vorlesung	2 3
Introduction to Quantum Computing (L3110)		Hörsaalübung	2 3
Modulverantwortlicher	Prof. Martin Kliesch		
Zulassungsvoraussetzungen	None		
Empfohlene Vorkenntnisse	<ul style="list-style-type: none"> • Linear algebra and very good mathematical skills • Prior knowledge in theoretical computer science or quantum mechanics is helpful but not required 		
Modulziele/ angestrebte Lernergebnisse	Nach erfolgreicher Teilnahme haben die Studierenden die folgenden Lernergebnisse erreicht		
Fachkompetenz	<p><i>Wissen</i> Quantum computing is among the most exciting applications of quantum mechanics. Quantum algorithms can efficiently solve computational problems that have a prohibitive runtime on traditional computers. Such problems include, for instance, factoring of integer numbers or energy estimation problems from quantum chemistry and material science.</p> <p>This course provides an introduction to the topic. An emphasis will be put on conceptual and mathematical aspects.</p> <p><i>Fertigkeiten</i></p> <ul style="list-style-type: none"> • Rigorous understanding of how quantum algorithms work and the ability to analyze them • Connection of concepts in quantum mechanics and computer science • Basic knowledge required to start programming a quantum computer • Ability to solve exercises related to quantum algorithms 		
Personale Kompetenzen	<p><i>Sozialkompetenz</i> After completing this module, students are expected to be able to work on subject-specific tasks alone or in a group and to present the results appropriately. Moreover, students will be trained to identify and defuse misleading statements related to quantum computing, which can often be found in popular media.</p> <p><i>Selbstständigkeit</i> After completion of this module, students are able to work out sub-areas of the subject independently using textbooks and other literature, to summarize and present the acquired knowledge and to link it to the contents of other courses.</p>		
Arbeitsaufwand in Stunden	Eigenstudium 124, Präsenzstudium 56		
Leistungspunkte	6		
Studienleistung	Verpflichtend Bonus	Art der Studienleistung	Beschreibung
	Nein 15 %	Übungsaufgaben	
Prüfung	Klausur		
Prüfungsdauer und -umfang	120 min		
Zuordnung zu folgenden Curricula	Allgemeine Ingenieurwissenschaften (7 Semester): Vertiefung Informatik: Wahlpflicht Allgemeine Ingenieurwissenschaften (7 Semester): Vertiefung Data Science: Wahlpflicht Computer Science: Vertiefung II. Mathematik und Ingenieurwissenschaften: Wahlpflicht Data Science: Vertiefung I. Mathematik/Informatik: Wahlpflicht Engineering Science: Vertiefung Data Science: Wahlpflicht Engineering Science: Vertiefung Information and Communication Systems: Wahlpflicht Engineering Science: Vertiefung Mechatronics: Wahlpflicht Informatik-Ingenieurwesen: Vertiefung I. Informatik: Wahlpflicht Technomathematik: Vertiefung II. Informatik: Wahlpflicht		

Lehrveranstaltung L3109: Introduction to Quantum Computing	
Typ	Vorlesung
SWS	2
LP	3
Arbeitsaufwand in Stunden	Eigenstudium 62, Präsenzstudium 28
Dozenten	Prof. Martin Kliesch
Sprachen	EN
Zeitraum	WiSe
Inhalt	Quantum computing is among the most exciting applications of quantum mechanics. Quantum algorithms can efficiently solve computational problems that have a prohibitive runtime on traditional computers. Such problems include, for instance, factoring of integer numbers or energy estimation problems from quantum chemistry and material science. This course provides an introduction to the topic. An emphasis will be put on conceptual and mathematical aspects.
Literatur	<ul style="list-style-type: none"> • Course specific lecture notes will be provided • Nielsen and Chuang, Quantum Computation and Quantum Information • Sevag Gharibian's lecture notes, Introduction to Quantum Computation

Lehrveranstaltung L3110: Introduction to Quantum Computing	
Typ	Hörsaalübung
SWS	2
LP	3
Arbeitsaufwand in Stunden	Eigenstudium 62, Präsenzstudium 28
Dozenten	Prof. Martin Kliesch
Sprachen	EN
Zeitraum	WiSe
Inhalt	Siehe korrespondierende Vorlesung
Literatur	Siehe korrespondierende Vorlesung

Modul M1977: Logic in Computer Science			
Lehrveranstaltungen			
Titel		Typ	SWS
Logic in Computer Science (L3225)		Vorlesung	2
Logic in Computer Science (L3232)		Gruppenübung	3
Modulverantwortlicher	Prof. Antoine Mottet		
Zulassungsvoraussetzungen	None		
Empfohlene Vorkenntnisse	Automata theory and formal languages		
Modulziele/ angestrebte Lernergebnisse	Nach erfolgreicher Teilnahme haben die Studierenden die folgenden Lernergebnisse erreicht		
Fachkompetenz <i>Wissen</i>	The students know: <ul style="list-style-type: none"> propositional logic and its applications, the declarative languages Datalog and Prolog, the classical modal and temporal logics and their semantics. 		
<i>Fertigkeiten</i>	Students are able to employ the language of logic to formalize specifications of information systems.		
Personale Kompetenzen <i>Sozialkompetenz</i>	Students are able to solve specific problems alone or in a group and to present the results accordingly.		
<i>Selbstständigkeit</i>	Students are able to acquire new knowledge from specific standard books and to associate the acquired knowledge to other classes.		
Arbeitsaufwand in Stunden	Eigenstudium 124, Präsenzstudium 56		
Leistungspunkte	6		
Studienleistung	Keine		
Prüfung	Mündliche Prüfung		
Prüfungsdauer und -umfang	30 min		
Zuordnung zu folgenden Curricula	Computer Science: Vertiefung II. Mathematik und Ingenieurwissenschaften: Wahlpflicht Data Science: Vertiefung I. Mathematik/Informatik: Wahlpflicht Informatik-Ingenieurwesen: Vertiefung I. Informatik: Wahlpflicht Technomathematik: Vertiefung II. Informatik: Wahlpflicht		

Lehrveranstaltung L3225: Logic in Computer Science	
Typ	Vorlesung
SWS	2
LP	3
Arbeitsaufwand in Stunden	Eigenstudium 62, Präsenzstudium 28
Dozenten	Prof. Antoine Mottet
Sprachen	EN
Zeitraum	SoSe
Inhalt	This course will cover some topics from mathematical logic that are relevant for computer scientists. These topics include for example: <ul style="list-style-type: none"> Logic programming, a logical paradigm used to write programs in a declarative form instead of the typical imperative or functional programming paradigms, Modal logics, the logic of possibility and necessity. These logics are used for example to formally describe the states of a system that can evolve, Temporal logics (LTL, CTL), close relatives to modal logics and which are for examples used to describe specifications that a system should satisfy at every point in time.
Literatur	<ul style="list-style-type: none"> Logik für Informatiker, Martin Kreuzer u. Stefan Kühling

Lehrveranstaltung L3232: Logic in Computer Science	
Typ	Gruppenübung
SWS	2
LP	3
Arbeitsaufwand in Stunden	Eigenstudium 62, Präsenzstudium 28
Dozenten	Prof. Antoine Mottet
Sprachen	EN
Zeitraum	SoSe
Inhalt	Siehe korrespondierende Vorlesung
Literatur	Siehe korrespondierende Vorlesung

Modul M1965: Mathematics of Constraint Satisfaction			
Lehrveranstaltungen			
Titel		Typ	SWS
Mathematics of Constraint Satisfaction (L3209)		Vorlesung	2
Mathematics of Constraint Satisfaction (L3210)		Gruppenübung	2
			LP
			3
Modulverantwortlicher	Prof. Antoine Mottet		
Zulassungsvoraussetzungen	None		
Empfohlene Vorkenntnisse	The students should have followed the courses Computability and Complexity Theory, Discrete Algebraic Structures.		
Modulziele/ angestrebte Lernergebnisse	Nach erfolgreicher Teilnahme haben die Studierenden die folgenden Lernergebnisse erreicht		
Fachkompetenz	<i>Wissen</i>		
	<i>Fertigkeiten</i>		
Personale Kompetenzen	<i>Sozialkompetenz</i>		
	<i>Selbstständigkeit</i>		
Arbeitsaufwand in Stunden	Eigenstudium 124, Präsenzstudium 56		
Leistungspunkte	6		
Studienleistung	Keine		
Prüfung	Mündliche Prüfung		
Prüfungsdauer und -umfang	30 min		
Zuordnung zu folgenden Curricula	Computer Science: Vertiefung III. Mathematik: Wahlpflicht Technomathematik: Vertiefung II. Informatik: Wahlpflicht		

Lehrveranstaltung L3209: Mathematics of Constraint Satisfaction	
Typ	Vorlesung
SWS	2
LP	3
Arbeitsaufwand in Stunden	Eigenstudium 62, Präsenzstudium 28
Dozenten	Prof. Antoine Mottet
Sprachen	EN
Zeitraum	SoSe
Inhalt	<p>This course gives an introduction to the topic of constraint satisfaction problems and their complexity. A constraint satisfaction problem (CSP) is a computational problem of the form "Given variables and constraints on the variables, does there exist an assignment of the variables to some concrete domain that satisfies all the constraints?" The framework of CSPs is very general and captures a variety of problems from boolean satisfiability to graph coloring problems, including linear programming or even solving Sudokus. In fact, every computational problem is equivalent to a CSP. The study of CSPs has been very prolific in the past, both in practice (e.g., with SAT solvers) and in complexity theory, a prominent field of theoretical computer science. The research of the last three decades has shown an intimate connection between CSPs and various fields of mathematics, in particular with universal algebra.</p> <p>In this course, we will review the theoretical aspects of CSPs. The course will cover the basics of the theory such as the universal-algebraic approach to constraint satisfaction and several classical algorithms such as local consistency checking and the Bulatov-Dalmau algorithm.</p> <p>Basic knowledge in predicate logic and an affinity to abstract mathematical thinking are highly recommended in order to follow this course.</p>
Literatur	<ul style="list-style-type: none"> • A script for the lecture • Polymorphisms and How to Use Them, Barto, Krokhn, Willard.

Lehrveranstaltung L3210: Mathematics of Constraint Satisfaction	
Typ	Gruppenübung
SWS	2
LP	3
Arbeitsaufwand in Stunden	Eigenstudium 62, Präsenzstudium 28
Dozenten	Prof. Antoine Mottet
Sprachen	EN
Zeitraum	SoSe
Inhalt	Siehe korrespondierende Vorlesung
Literatur	Siehe korrespondierende Vorlesung

Modul M0668: Algebraische Methoden in der Regelungstechnik			
Lehrveranstaltungen			
Titel		Typ	SWS LP
Algebraische Methoden in der Regelungstechnik (L0428)		Vorlesung	2 4
Algebraische Methoden in der Regelungstechnik (L0429)		Gruppenübung	2 2
Modulverantwortlicher	Dr. Prashant Batra		
Zulassungsvoraussetzungen	Keine		
Empfohlene Vorkenntnisse	Mathe I-III (Reelle Analysis, Lineare Algebra,) und entweder: Einführung in die Regelungstechnik (Beschreibung u. gewünschte Eigenschaften von Systemen, Zeitbereich/Frequenzbereich) oder: Diskrete Mathematik (Gruppen, Ringe, Ideale, Körper, Euklidischer Algorithmus)		
Modulziele/ angestrebte Lernergebnisse	Nach erfolgreicher Teilnahme haben die Studierenden die folgenden Lernergebnisse erreicht		
Fachkompetenz	Studierende können <ul style="list-style-type: none"> • Input-Output-Systeme polynomial beschreiben, • Faktorisierungsansätze für Übertragungsfunktionen erklären, • Stabilisierungsbedingungen für Systeme in coprimer stabiler Faktorisierung benennen. 		
<i>Wissen</i>			
<i>Fertigkeiten</i>	Studierende sind in der Lage <ul style="list-style-type: none"> • eine Synthese stabiler Regelkreise durchzuführen, • geeignete Analyse und Synthesemethoden zur Beschreibung aller stabilen Regelkreise anzuwenden sowie • die Erfüllung vorgegebener Leistungsmaße sicher zu stellen. 		
Personale Kompetenzen	Die Studierenden sind nach Abschluss des Moduls in der Lage, fachspezifische Aufgaben alleine zu bearbeiten und die Resultate geeignet zu präsentieren.		
<i>Sozialkompetenz</i>			
<i>Selbstständigkeit</i>	Die Studierenden können ihren Wissensstand mit Hilfe klausurnaher Aufgaben kontinuierlich überprüfen und auf dieser Basis ihre Lernprozesse steuern.		
Arbeitsaufwand in Stunden	Eigenstudium 124, Präsenzstudium 56		
Leistungspunkte	6		
Studienleistung	Keine		
Prüfung	Mündliche Prüfung		
Prüfungsdauer und -umfang	30 min		
Zuordnung zu folgenden Curricula	Computer Science: Vertiefung II. Mathematik und Ingenieurwissenschaften: Wahlpflicht Technomathematik: Vertiefung II. Informatik: Wahlpflicht		

Lehrveranstaltung L0428: Algebraische Methoden in der Regelungstechnik	
Typ	Vorlesung
SWS	2
LP	4
Arbeitsaufwand in Stunden	Eigenstudium 92, Präsenzstudium 28
Dozenten	Dr. Prashant Batra
Sprachen	DE/EN
Zeitraum	SoSe
Inhalt	<p>- Algebraische Methoden der Regelungstechnik, polynomialer Ansatz, Faktorisierungsbeschreibung</p> <p>- Beschreibung 1-dimensionaler Regelsysteme, Synthese von (minimalen) Regelsystemen durch algebraische Interpolationsmethoden,</p> <p>- Simultane Stabilisierbarkeit</p> <p>- Parametrisierung sämtlicher stabilisierenden Regler</p> <p>- Reglerentwurf bei Polvorgabe</p> <p>- Berücksichtigung von Systemeigenschaften: Störanfälligkeit, Sensitivität.</p> <p>- Polynomiale Matrizen, Beschreibung durch Links-Faktorisierungen.</p> <p>- Euklidischer Algorithmus u. Diophantische Gleichungen über Ringen</p> <p>- Smith-McMillan Normal Form</p> <p>- Synthese von Mehrgrößensystemen durch polynomiale Methoden</p>
Literatur	<ul style="list-style-type: none"> • Vidyasagar, M.: Control system synthesis: a factorization approach. The MIT Press, Cambridge/Mass. - London, 1985. • Vardulakis, A.I.G.: Linear multivariable control. Algebraic analysis and synthesis methods, John Wiley & Sons, Chichester, UK, 1991. • Chen, Chi-Tsong: Analog and digital control system design. Transfer-function, state-space, and algebraic methods. Oxford Univ. Press, 1995. • Kučera, V.: Analysis and Design of Discrete Linear Control Systems. Praha: Academia, 1991.

Lehrveranstaltung L0429: Algebraische Methoden in der Regelungstechnik	
Typ	Gruppenübung
SWS	2
LP	2
Arbeitsaufwand in Stunden	Eigenstudium 32, Präsenzstudium 28
Dozenten	Dr. Prashant Batra
Sprachen	DE/EN
Zeitraum	SoSe
Inhalt	Siehe korrespondierende Vorlesung
Literatur	Siehe korrespondierende Vorlesung

Modul M0754: Compiler Construction			
Lehrveranstaltungen			
Titel		Typ	SWS
Compilerbau (L0703)		Vorlesung	2
Compilerbau (L0704)		Gruppenübung	4
Modulverantwortlicher	Prof. Sibylle Schupp		
Zulassungsvoraussetzungen	None		
Empfohlene Vorkenntnisse	<ul style="list-style-type: none"> • Practical programming experience • Automata theory and formal languages • Functional programming or procedural programming • Object-oriented programming, algorithms, and data structures • Basic knowledge of software engineering 		
Modulziele/ angestrebte Lernergebnisse	Nach erfolgreicher Teilnahme haben die Studierenden die folgenden Lernergebnisse erreicht		
Fachkompetenz			
<i>Wissen</i>	Students explain the workings of a compiler and break down a compilation task in different phases. They apply and modify the major algorithms for compiler construction and code improvement. They can re-write those algorithms in a programming language, run and test them. They choose appropriate internal languages and representations and justify their choice. They explain and modify implementations of existing compiler frameworks and experiment with frameworks and tools.		
<i>Fertigkeiten</i>	Students design and implement arbitrary compilation phases. They integrate their code in existing compiler frameworks. They organize their compiler code properly as a software project. They generalize algorithms for compiler construction to algorithms that analyze or synthesize software.		
Personale Kompetenzen			
<i>Sozialkompetenz</i>	Students develop the software in a team. They explain problems and solutions to their team members. They present and defend their software in class. They communicate in English.		
<i>Selbstständigkeit</i>	Students develop their software independently and define milestones by themselves. They receive feedback throughout the entire project. They organize the software project so that they can assess their progress themselves.		
Arbeitsaufwand in Stunden	Eigenstudium 124, Präsenzstudium 56		
Leistungspunkte	6		
Studienleistung	Keine		
Prüfung	Fachtheoretisch-fachpraktische Arbeit		
Prüfungsdauer und -umfang	Software (Compiler)		
Zuordnung zu folgenden Curricula	Computer Science: Vertiefung I. Computer- und Software-Engineering: Wahlpflicht Informatik-Ingenieurwesen: Vertiefung I. Informatik: Wahlpflicht Technomathematik: Vertiefung II. Informatik: Wahlpflicht		

Lehrveranstaltung L0703: Compiler Construction	
Typ	Vorlesung
SWS	2
LP	2
Arbeitsaufwand in Stunden	Eigenstudium 32, Präsenzstudium 28
Dozenten	Prof. Sibylle Schupp
Sprachen	EN
Zeitraum	SoSe
Inhalt	<ul style="list-style-type: none"> • Lexical and syntactic analysis • Semantic analysis • High-level optimization • Intermediate languages and code generation • Compilation pipeline
Literatur	Alfred Aho, Jeffrey Ullman, Ravi Sethi, and Monica S. Lam, Compilers: Principles, Techniques, and Tools, 2nd edition Aarne Ranta, Implementing Programming Languages, An Introduction to Compilers and Interpreters, with an appendix coauthored by Markus Forsberg, College Publications, London, 2012

Lehrveranstaltung L0704: Compiler Construction	
Typ	Gruppenübung
SWS	2
LP	4
Arbeitsaufwand in Stunden	Eigenstudium 92, Präsenzstudium 28
Dozenten	Prof. Sibylle Schupp
Sprachen	EN
Zeitraum	SoSe
Inhalt	Siehe korrespondierende Vorlesung
Literatur	Siehe korrespondierende Vorlesung

Modul M0562: Computability and Complexity Theory			
Lehrveranstaltungen			
Titel		Typ	SWS LP
Computability and Complexity Theory (L0166)		Vorlesung	2 3
Computability and Complexity Theory (L0167)		Gruppenübung	2 3
Modulverantwortlicher	Prof. Martin Kliesch		
Zulassungsvoraussetzungen	None		
Empfohlene Vorkenntnisse	Discrete Algebraic Structures, Automata Theory, Logic, and Formal Language Theory		
Modulziele/ angestrebte Lernergebnisse	Nach erfolgreicher Teilnahme haben die Studierenden die folgenden Lernergebnisse erreicht		
Fachkompetenz	To goal is this course is to gain some basic understanding of the limits of computation and, in particular, knowledge and understanding of the topics of the associated Lehrveranstaltungen.		
<i>Wissen</i>			
<i>Fertigkeiten</i>	After completing this module, students are able to		
	<ul style="list-style-type: none"> reproduce the knowledge taught in the course, reproduce simpler proofs of the course and reproduce the ideas of the more complicated ones, establish connections between the concepts taught, and apply the learned knowledge to concrete problems. 		
Personale Kompetenzen	After completing this module, students are able to work on subject-specific tasks alone or in a group and to present the results appropriately.		
<i>Sozialkompetenz</i>			
<i>Selbstständigkeit</i>	After completion of this module, students are able to work out sub-areas of the subject area independently on the basis of textbooks and other literature, to summarize and present the acquired knowledge and to link it to the contents of other courses.		
Arbeitsaufwand in Stunden	Eigenstudium 124, Präsenzstudium 56		
Leistungspunkte	6		
Studienleistung	Verpflichtend Bonus	Art der Studienleistung	Beschreibung
	Ja 15 %	Übungsaufgaben	
Prüfung	Klausur		
Prüfungsdauer und -umfang	120 min		
Zuordnung zu folgenden Curricula	Allgemeine Ingenieurwissenschaften (7 Semester): Vertiefung Informatik: Wahlpflicht Allgemeine Ingenieurwissenschaften (7 Semester): Vertiefung Data Science: Wahlpflicht Computer Science: Kernqualifikation: Pflicht Data Science: Vertiefung I. Mathematik/Informatik: Wahlpflicht Informatik-Ingenieurwesen: Vertiefung I. Informatik: Wahlpflicht Technomathematik: Vertiefung II. Informatik: Wahlpflicht		

Lehrveranstaltung L0166: Computability and Complexity Theory	
Typ	Vorlesung
SWS	2
LP	3
Arbeitsaufwand in Stunden	Eigenstudium 62, Präsenzstudium 28
Dozenten	Prof. Martin Kliesch
Sprachen	EN
Zeitraum	SoSe
Inhalt	<ul style="list-style-type: none"> Basic models of computation (finite state machines, Turing machines) Decision problems and formal languages Church Turing thesis Decidability of problems related to computational models (acceptance, emptiness and equivalence problems for DFAs, CFGs, LBAs, TMs) Undecidable problems such as the halting problem, diagonalization (Mapping) reducibility The computation history method and the Post correspondence problem Time complexity, model dependence, class P, example graph problems in P Class NP (2 definitions + equivalence) Polynomial time mapping reductions, NP-completeness Problems: Hamiltonian path, k-clique, SAT, 3SAT Cook-Levin theorem (SAT and 3SAT) Probabilistic Turing machines, class BPP Read once branching programs (ROBPs), arithmetization, the equivalence problem of ROBPs Space complexity, classes PSPACE True quantified Boolean formulae are PSPACE-complete NPSPACE and Savitch's theorem with proof idea The generalized geography game
Literatur	Michael Sipser, Introduction to the Theory of Computation

Lehrveranstaltung L0167: Computability and Complexity Theory	
Typ	Gruppenübung
SWS	2
LP	3
Arbeitsaufwand in Stunden	Eigenstudium 62, Präsenzstudium 28
Dozenten	Prof. Martin Kliesch
Sprachen	EN
Zeitraum	SoSe
Inhalt	Siehe korrespondierende Vorlesung
Literatur	Siehe korrespondierende Vorlesung

Fachmodule der Vertiefung III. Ingenieurwissenschaften

Modul M0706: Geotechnik I			
Lehrveranstaltungen			
Titel	Typ	SWS	LP
Bodenmechanik (L0550)	Vorlesung	2	2
Bodenmechanik (L0551)	Hörsaalübung	2	2
Bodenmechanik (L1493)	Gruppenübung	2	2
Modulverantwortlicher	Prof. Jürgen Grabe		
Zulassungsvoraussetzungen	Keine		
Empfohlene Vorkenntnisse	Module aus dem B.Sc. Bau- und Umweltingenieurwesen: <ul style="list-style-type: none"> • Mechanik I-II 		
Modulziele/ angestrebte Lernergebnisse	Nach erfolgreicher Teilnahme haben die Studierenden die folgenden Lernergebnisse erreicht		
Fachkompetenz	<p><i>Wissen</i> Die Studierenden können die bodenmechanischen Grundlagen wie den Aufbau und die Eigenschaften des Bodens, die Spannungsverteilung infolge von Eigengewicht, Wasser oder Strukturen, die Konsolidierung und Setzung sowie das Versagen des Bodens infolge von Grund- und Böschungsbruch beschreiben.</p> <p><i>Fertigkeiten</i> Die Studierenden sind in der Lage,</p> <ul style="list-style-type: none"> • die mechanischen Eigenschaften eines Bodens zu bewerten, • Bodenmechanische Standardversuche auszuwerten, • Spannungs-, Verformungs- und Bruchzustände im Boden zu berechnen • und die Gebrauchstauglichkeit (Setzungen) für Flachgründungen nachzuweisen. 		
Personale Kompetenzen	<p><i>Sozialkompetenz</i> Die Studierenden können in Gruppen zu Arbeitsergebnissen kommen und sich gegenseitig bei der Lösungsfindung unterstützen.</p> <p><i>Selbstständigkeit</i> Die Studierenden sind in der Lage, ihre eigenen Stärken und Schwächen einzuschätzen und darauf basierend ihr Zeit- und Lernmanagement zu organisieren.</p>		
Arbeitsaufwand in Stunden	Eigenstudium 96, Präsenzstudium 84		
Leistungspunkte	6		
Studienleistung	Verpflichtend Bonus	Art der Studienleistung	Beschreibung
	Nein 20 %	Testate	
Prüfung	Klausur		
Prüfungsdauer und -umfang	90 Minuten		
Zuordnung zu folgenden Curricula	Allgemeine Ingenieurwissenschaften (7 Semester): Vertiefung Bauingenieurwesen: Pflicht Bau- und Umweltingenieurwesen: Kernqualifikation: Pflicht Logistik und Mobilität: Vertiefung Verkehrsplanung und -systeme: Wahlpflicht Technomathematik: Vertiefung III. Ingenieurwissenschaften: Wahlpflicht Wirtschaftsingenieurwesen - Fachrichtung Logistik und Mobilität: Vertiefung Verkehrsplanung und -systeme: Wahlpflicht		

Lehrveranstaltung L0550: Bodenmechanik	
Typ	Vorlesung
SWS	2
LP	2
Arbeitsaufwand in Stunden	Eigenstudium 32, Präsenzstudium 28
Dozenten	Prof. Jürgen Grabe
Sprachen	DE
Zeitraum	WiSe
Inhalt	<ul style="list-style-type: none"> • Aufbau des Bodens • Bodenerkundungen • Zusammensetzung und Eigenschaften von Boden • Grundwasser • Eindimensionale Kompression • Spannungsausbreitung • Setzungsberechnung • Konsolidation • Scherfestigkeit • Erddruck • Böschungsbruch • Grundbruch • Suspensionsgestützte Erdschlitzte
Literatur	<ul style="list-style-type: none"> • Vorlesungsumdruck, s. www.tu-harburg.de/gbt • Grabe, J. (2004): Bodenmechanik und Grundbau • Gudehus, G. (1981): Bodenmechanik • Kolymbas, D. (1998): Geotechnik - Bodenmechanik und Grundbau • Grundbau-Taschenbuch, Teil 1, aktuelle Auflage

Lehrveranstaltung L0551: Bodenmechanik	
Typ	Hörsaalübung
SWS	2
LP	2
Arbeitsaufwand in Stunden	Eigenstudium 32, Präsenzstudium 28
Dozenten	Prof. Jürgen Grabe
Sprachen	DE
Zeitraum	WiSe
Inhalt	Siehe korrespondierende Vorlesung
Literatur	Siehe korrespondierende Vorlesung

Lehrveranstaltung L1493: Bodenmechanik	
Typ	Gruppenübung
SWS	2
LP	2
Arbeitsaufwand in Stunden	Eigenstudium 32, Präsenzstudium 28
Dozenten	Prof. Jürgen Grabe
Sprachen	DE
Zeitraum	WiSe
Inhalt	Siehe korrespondierende Vorlesung
Literatur	Siehe korrespondierende Vorlesung

Modul M0536: Grundlagen der Strömungsmechanik			
Lehrveranstaltungen			
Titel	Typ	SWS	LP
Grundlagen der Strömungsmechanik (L0091)	Vorlesung	2	2
Grundlagen der Strömungsmechanik (L2933)	Gruppenübung	2	2
Strömungsmechanik für die Verfahrenstechnik (L0092)	Hörsaalübung	2	2
Modulverantwortlicher	Prof. Michael Schlüter		
Zulassungsvoraussetzungen	Keine		
Empfohlene Vorkenntnisse	<ul style="list-style-type: none"> • Mathematik I+II+III • Technische Mechanik I+II • Technische Thermodynamik I+II • Arbeiten mit Kräftebilanzen • Vereinfachen und Lösen von partiellen Differentialgleichungen • Integralrechnung 		
Modulziele/ angestrebte Lernergebnisse	Nach erfolgreicher Teilnahme haben die Studierenden die folgenden Lernergebnisse erreicht		
Fachkompetenz	<p><i>Wissen</i> Studierende können:</p> <ul style="list-style-type: none"> • die Unterschiede verschiedener Strömungsformen erklären, • einen Überblick über die verschiedenen Anwendungen des Reynold'schen Transporttheorems in der Verfahrenstechnik geben, • die Vereinfachungen der Kontinuitäts- und Navier-Stokes-Gleichungen unter Einbeziehung der physikalischen Randbedingungen erläutern. <p><i>Fertigkeiten</i> Die Studierenden sind in der Lage</p> <ul style="list-style-type: none"> • Inkompressible Strömungen physikalisch zu beschreiben und mathematisch zu modellieren • Unter Nutzung von Vereinfachungen die Grundgleichungen der Strömungsmechanik so weit zu reduzieren, dass eine quantitative Lösung z.B. durch Integration möglich ist. • In einer technischen Aufgabenstellung zu beurteilen, welche theoretischen Modelle zur Beschreibung der auftretenden Strömungsphänomene anzuwenden sind. • Das erlernte Wissen auf verschiedene ingenieurwissenschaftlich relevante Strömungsformen anzuwenden <p>Personale Kompetenzen</p> <p><i>Sozialkompetenz</i> Die Studierenden</p> <ul style="list-style-type: none"> • sind in der Lage, selbstständig in einer interdisziplinären Kleingruppe Lösungsansätze und Probleme im Bereich der Strömungsmechanik zu diskutieren und • können in kleinen Gruppen fachspezifische Aufgaben gemeinsam bearbeiten und Ergebnisse innerhalb der Gruppe in geeigneter Weise präsentieren (z.B. während Kleintruppenübungen) sowie • sind in der Lage, Lösungen zu Übungsaufgaben, die sie eigenständig erarbeitet haben, mündlich zu erläutern und zu präsentieren und auch selbst weitergehende Fragen zu entwickeln und zu stellen. <p><i>Selbstständigkeit</i> Die Studierenden</p> <ul style="list-style-type: none"> • sind in der Lage, selbstständig weitführende Literatur zum Thema zu beschaffen sich Wissen daraus zu erschließen, • sind in der Lage, selbstständig Aufgaben zum Thema zu lösen und anhand des gegebenen Feedbacks ihren Lernstand einzuschätzen. 		
Arbeitsaufwand in Stunden	Eigenstudium 96, Präsenzstudium 84		
Leistungspunkte	6		
Studienleistung	Verpflichtend Bonus	Art der Studienleistung	Beschreibung
	Nein 5 %	Midterm	
Prüfung	Klausur		
Prüfungsdauer und -umfang	3 Stunden		
Zuordnung zu folgenden Curricula	Allgemeine Ingenieurwissenschaften (7 Semester): Vertiefung Green Technologies: Pflicht Allgemeine Ingenieurwissenschaften (7 Semester): Vertiefung Chemie- und Bioingenieurwesen: Pflicht Bioverfahrenstechnik: Kernqualifikation: Pflicht Chemie- und Bioingenieurwesen: Kernqualifikation: Pflicht Green Technologies: Energie, Wasser, Klima: Kernqualifikation: Pflicht Integrierte Gebäudetechnik: Kernqualifikation: Pflicht Logistik und Mobilität: Vertiefung Verkehrsplanung und -systeme: Wahlpflicht Technomathematik: Vertiefung III. Ingenieurwissenschaften: Wahlpflicht Verfahrenstechnik: Kernqualifikation: Pflicht Wirtschaftsingenieurwesen - Fachrichtung Logistik und Mobilität: Vertiefung Verkehrsplanung und -systeme: Wahlpflicht		

Lehrveranstaltung L0091: Grundlagen der Strömungsmechanik	
Typ	Vorlesung
SWS	2
LP	2
Arbeitsaufwand in Stunden	Eigenstudium 32, Präsenzstudium 28
Dozenten	Prof. Michael Schlüter
Sprachen	DE
Zeitraum	SoSe
Inhalt	<ul style="list-style-type: none"> • Stoffgrößen und physikalische Eigenschaften • Hydrostatik • Integrale Bilanzen - Stromfadentheorie • Integrale Bilanzen - Erhaltungssätze • Differentielle Bilanzen - Navier Stokes Gleichungen • Wirbelfreie Strömungen - Potenzialströmungen • Umströmung von Körpern - Ähnlichkeitstheorie • Turbulente Strömungen • Kompressible Strömungen • Rohrhydraulik • Turbomaschinen
Literatur	<ol style="list-style-type: none"> 1. Crowe, C. T.: Engineering fluid mechanics. Wiley, New York, 2009. 2. Durst, F.: Strömungsmechanik: Einführung in die Theorie der Strömungen von Fluiden. Springer-Verlag, Berlin, Heidelberg, 2006. 3. Fox, R.W.; et al.: Introduction to Fluid Mechanics. J. Wiley & Sons, 1994 4. Herwig, H.: Strömungsmechanik: Eine Einführung in die Physik und die mathematische Modellierung von Strömungen. Springer Verlag, Berlin, Heidelberg, New York, 2006 5. Herwig, H.: Strömungsmechanik: Einführung in die Physik von technischen Strömungen: Vieweg+Teubner Verlag / GWV Fachverlage GmbH, Wiesbaden, 2008 6. Kuhlmann, H.C.: Strömungsmechanik. München, Pearson Studium, 2007 7. Oertl, H.: Strömungsmechanik: Grundlagen, Grundgleichungen, Lösungsmethoden, Softwarebeispiele. Vieweg+ Teubner Verlag / GWV Fachverlage GmbH, Wiesbaden, 2009 8. Schade, H.; Kunz, E.: Strömungslehre. Verlag de Gruyter, Berlin, New York, 2007 9. Truckenbrodt, E.: Fluidmechanik 1: Grundlagen und elementare Strömungsvorgänge dichtebeständiger Fluide. Springer-Verlag, Berlin, Heidelberg, 2008 10. Schlichting, H. : Grenzschicht-Theorie. Springer-Verlag, Berlin, 2006 11. van Dyke, M.: An Album of Fluid Motion. The Parabolic Press, Stanford California, 1882. 12. White, F.: Fluid Mechanics, Mcgraw-Hill, ISBN-10: 0071311211, ISBN-13: 978-0071311212, 2011

Lehrveranstaltung L2933: Grundlagen der Strömungsmechanik	
Typ	Gruppenübung
SWS	2
LP	2
Arbeitsaufwand in Stunden	Eigenstudium 32, Präsenzstudium 28
Dozenten	Prof. Michael Schlüter
Sprachen	DE
Zeitraum	SoSe
Inhalt	In der Gruppenübung werden die Inhalte der Vorlesung aufgegriffen und anhand von Übungsaufgaben vertieft. Die Übungsaufgaben entsprechen in Qualität und Umfang den Aufgaben der Klausur. Themen: Reynoldssches Transporttheorem, Rohrdurchströmung, Freistrah, Drehimpuls, Navier-Stokes-Gleichungen, Potentialtheorie, Probeklausur, Rohrhydraulik, Pumpenauslegung.
Literatur	<p>Heinz Herwig: Strömungsmechanik, Eine Einführung in die Physik und die mathematische Modellierung von Strömungen, Springer Verlag, Berlin, 978-3-540-32441-6 (ISBN)</p> <p>Herbert Oertel, Martin Böhle, Thomas Reviol: Strömungsmechanik für Ingenieure und Naturwissenschaftler, Springer Verlag, Berlin, ISBN: 978-3-658-07786-0</p> <p>Joseph Spurk, Nuri Aksel: Strömungslehre, Einführung in die Theorie der Strömungen, Springer Verlag, Berlin, ISBN: 978-3-642-13143-1.</p>

Lehrveranstaltung L0092: Strömungsmechanik für die Verfahrenstechnik	
Typ	Hörsaalübung
SWS	2
LP	2
Arbeitsaufwand in Stunden	Eigenstudium 32, Präsenzstudium 28
Dozenten	Prof. Michael Schlüter
Sprachen	DE
Zeitraum	SoSe
Inhalt	In der Hörsaalübung werden die Inhalte der Vorlesung weiter vertieft und in die praktische Anwendung überführt. Dies geschieht anhand von Beispielaufgaben aus der Praxis, die den Studierenden nach der Vorlesung zum Download bereitgestellt werden. Die Studierenden sollen diese Aufgaben mit Hilfe des Vorlesungsstoffes eigenständig oder in Gruppen lösen. Die Lösung wird dann mit Studierenden unter wissenschaftlicher Anleitung diskutiert, wobei Aufgabenteile an der Tafel präsentiert werden. Am Ende der Hörsaalübung wird die Aufgabe an der Tafel korrekt vorgerechnet. Parallel zur Hörsaalübung finden Tutorien statt, bei denen die Studierenden in Kleingruppen Klausuraufgaben unter Zeitvorgabe rechnen und die Lösung anschließend diskutieren
Literatur	<ol style="list-style-type: none"> 1. Crowe, C. T.: Engineering fluid mechanics. Wiley, New York, 2009. 2. Durst, F.: Strömungsmechanik: Einführung in die Theorie der Strömungen von Fluiden. Springer-Verlag, Berlin, Heidelberg, 2006. 3. Fox, R.W.; et al.: Introduction to Fluid Mechanics. J. Wiley & Sons, 1994 4. Herwig, H.: Strömungsmechanik: Eine Einführung in die Physik und die mathematische Modellierung von Strömungen. Springer Verlag, Berlin, Heidelberg, New York, 2006 5. Herwig, H.: Strömungsmechanik: Einführung in die Physik von technischen Strömungen: Vieweg+Teubner Verlag / GWV Fachverlage GmbH, Wiesbaden, 2008 6. Kuhlmann, H.C.: Strömungsmechanik. München, Pearson Studium, 2007 7. Oertl, H.: Strömungsmechanik: Grundlagen, Grundgleichungen, Lösungsmethoden, Softwarebeispiele. Vieweg+ Teubner Verlag / GWV Fachverlage GmbH, Wiesbaden, 2009 8. Schade, H.; Kunz, E.: Strömungslehre. Verlag de Gruyter, Berlin, New York, 2007 9. Truckenbrodt, E.: Fluidmechanik 1: Grundlagen und elementare Strömungsvorgänge dichtebeständiger Fluide. Springer-Verlag, Berlin, Heidelberg, 2008 10. Schlichting, H. : Grenzschicht-Theorie. Springer-Verlag, Berlin, 2006 11. van Dyke, M.: An Album of Fluid Motion. The Parabolic Press, Stanford California, 1882. 12. White, F.: Fluid Mechanics, Mcgraw-Hill, ISBN-10: 0071311211, ISBN-13: 978-0071311212, 2011

Modul M0634: Einführung in Medizintechnische Systeme			
Lehrveranstaltungen			
Titel		Typ	SWS LP
Einführung in Medizintechnische Systeme (L0342)		Vorlesung	2 3
Einführung in Medizintechnische Systeme (L0343)		Projektseminar	2 2
Einführung in Medizintechnische Systeme (L1876)		Hörsaalübung	1 1
Modulverantwortlicher	Prof. Alexander Schlaefer		
Zulassungsvoraussetzungen	Keine		
Empfohlene Vorkenntnisse	Grundlagen Mathematik (Algebra, Analysis) Grundlagen Stochastik Grundlagen Programmierung, R/Matlab		
Modulziele/ angestrebte Lernergebnisse	Nach erfolgreicher Teilnahme haben die Studierenden die folgenden Lernergebnisse erreicht		
Fachkompetenz			
<i>Wissen</i>	Die Studierenden können Funktionsprinzipien ausgewählter medizintechnischer Systeme (beispielsweise bildgebende Systeme, Assistenzsysteme im OP, medizintechnische Informationssysteme) erklären. Sie können einen Überblick über regulatorische Rahmenbedingungen und Standards in der Medizintechnik geben.		
<i>Fertigkeiten</i>	Die Studierenden sind in der Lage, die Funktion eines medizintechnischen Systems im Anwendungskontext zu bewerten.		
Personale Kompetenzen			
<i>Sozialkompetenz</i>	Die Studierenden können in Gruppen ein medizintechnisches Thema als Projekt beschreiben, in Teilaufgaben untergliedern und gemeinsam bearbeiten. Die Studierenden können die Ergebnisse anderer Gruppen kritisch reflektieren und konstruktive Verbesserungsvorschläge unterbreiten.		
<i>Selbstständigkeit</i>	Die Studierenden können ihren Wissensstand einschätzen und ihre Arbeitsergebnisse dokumentieren. Sie können die erzielten Ergebnisse kritisch bewerten und in geeigneter Weise präsentieren.		
Arbeitsaufwand in Stunden	Eigenstudium 110, Präsenzstudium 70		
Leistungspunkte	6		
Studienleistung	Verpflichtend Bonus	Art der Studienleistung	Beschreibung
	Ja 10 %	Schriftliche Ausarbeitung	
	Ja 10 %	Referat	
Prüfung	Klausur		
Prüfungsdauer und -umfang	90 Minuten		
Zuordnung zu folgenden Curricula	Allgemeine Ingenieurwissenschaften (7 Semester): Vertiefung Medizingenieurwesen: Pflicht Computer Science: Vertiefung II. Mathematik und Ingenieurwissenschaften: Wahlpflicht Data Science: Vertiefung II. Anwendung: Wahlpflicht Data Science: Kernqualifikation: Wahlpflicht Elektrotechnik: Kernqualifikation: Wahlpflicht Engineering Science: Vertiefung Medizingenieurwesen: Pflicht General Engineering Science (7 Semester): Vertiefung Medizingenieurwesen: Pflicht Informatik-Ingenieurwesen: Vertiefung II. Mathematik & Ingenieurwissenschaften: Wahlpflicht Mechatronik: Vertiefung Medizintechnik: Pflicht Medizingenieurwesen: Vertiefung Künstliche Organe und Regenerative Medizin: Wahlpflicht Medizingenieurwesen: Vertiefung Implantate und Endoprothesen: Wahlpflicht Medizingenieurwesen: Vertiefung Medizin- und Regelungstechnik: Wahlpflicht Medizingenieurwesen: Vertiefung Management und Administration: Wahlpflicht Technomathematik: Vertiefung III. Ingenieurwissenschaften: Wahlpflicht		

Lehrveranstaltung L0342: Einführung in Medizintechnische Systeme	
Typ	Vorlesung
SWS	2
LP	3
Arbeitsaufwand in Stunden	Eigenstudium 62, Präsenzstudium 28
Dozenten	Prof. Alexander Schlaefer
Sprachen	DE
Zeitraum	SoSe
Inhalt	<ul style="list-style-type: none"> - Bildgebende Systeme - Assistenzsysteme im OP - Medizintechnische Sensorsysteme - Medizintechnische Informationssysteme - Regulatorische Rahmenbedingungen - Standards in der Medizintechnik <p>Durch problembasiertes Lernen erfolgt die Vertiefung der Methoden aus der Vorlesung. Dies erfolgt in Form von Gruppenarbeit.</p>
Literatur	<p>Bernhard Priem, "Visual Computing for Medicine", 2014 Heinz Handels, "Medizinische Bildverarbeitung", 2009 (https://katalog.tub.tuhh.de/Record/745558097) Valery Tuchin, "Tissue Optics - Light Scattering Methods and Instruments for Medical Diagnosis", 2015 Olaf Drössel, "Biomedizinische Technik - Medizinische Bildgebung", 2014 H. Gross, "Handbook of Optical Systems", 2008 (https://katalog.tub.tuhh.de/Record/856571687) Wolfgang Drexler, "Optical Coherence Tomography", 2008 Kramme, "Medizintechnik", 2011 Thorsten M. Buzug, "Computed Tomography", 2008 Otmar Scherzer, "Handbook of Mathematical Methods in Imaging", 2015 Weishaupt, "Wie funktioniert MRI?", 2014 Paul Suetens, "Fundamentals of Medical Imaging", 2009 Vorlesungsunterlagen</p>

Lehrveranstaltung L0343: Einführung in Medizintechnische Systeme	
Typ	Projektseminar
SWS	2
LP	2
Arbeitsaufwand in Stunden	Eigenstudium 32, Präsenzstudium 28
Dozenten	Prof. Alexander Schlaefer
Sprachen	DE
Zeitraum	SoSe
Inhalt	Siehe korrespondierende Vorlesung
Literatur	Siehe korrespondierende Vorlesung

Lehrveranstaltung L1876: Einführung in Medizintechnische Systeme	
Typ	Hörsaalübung
SWS	1
LP	1
Arbeitsaufwand in Stunden	Eigenstudium 16, Präsenzstudium 14
Dozenten	Prof. Alexander Schlaefer
Sprachen	DE
Zeitraum	SoSe
Inhalt	Siehe korrespondierende Vorlesung
Literatur	Siehe korrespondierende Vorlesung

Modul M0680: Strömungsmechanik			
Lehrveranstaltungen			
Titel	Typ	SWS	LP
Strömungsmechanik (L0454)	Vorlesung	3	4
Strömungsmechanik (L0455)	Hörsaalübung	2	2
Modulverantwortlicher	Prof. Thomas Rung		
Zulassungsvoraussetzungen	Keine		
Empfohlene Vorkenntnisse	Studierende sollten über profunde Kenntnisse der höheren Mathematik (Differential-, Integral-, Vektorrechnung), technischen Mechanik und technischen Thermodynamik verfügen.		
Modulziele/ angestrebte Lernergebnisse	Nach erfolgreicher Teilnahme haben die Studierenden die folgenden Lernergebnisse erreicht		
Fachkompetenz			
<i>Wissen</i>	Studierende können aufgrund ihrer fundierten strömungsphysikalischen Kenntnisse allgemeine strömungstechnische und strömungsphysikalische Prinzipien erklären. Sie kennen deren Zusammenhänge und Abgrenzungen zu Nachbargebieten (Thermodynamik, Strukturmechanik). Studierende sind in der Lage die physikalischen Grundlagen unter Verwendung von mathematischen Modellen wissenschaftlich zu erläutern. Sie kennen die Mehrzahl der Analyse- und Berechnungsverfahren - insbesondere deren Grenzen- zur Prognose der Funktionstüchtigkeit strömungstechnischer Apparate.		
<i>Fertigkeiten</i>	Die Vorlesung befähigt den Studierende, strömungsmechanische Prinzipien bzw. strömungsphysikalische Modelle zur Analyse technischer Systeme anzuwenden. Studierende können die physikalischen Zusammenhänge strömungsmechanischer Systeme und Apparate erklären. Studierende können theoretische Berechnungen auf wissenschaftlichem Niveau für strömungsmechanische Entwurfs- und Konstruktionsaufgaben durchzuführen.		
Personale Kompetenzen			
<i>Sozialkompetenz</i>	Die Studierenden können Probleme diskutieren, ihre eigenen Analysen darstellen und gemeinsam mit anderen Beitragenden einen Lösungsweg erarbeiten, der die gesetzten technischen Ziel adressiert.		
<i>Selbstständigkeit</i>	Die Studierenden können eine komplexe Aufgabenstellung selbstständig bearbeiten. Sie sind in der Lage, die eignen Ergebnisse und die Daten anderer kritisch in Bezug auf deren Plausibilität und Belastbarkeit zu analysieren.		
Arbeitsaufwand in Stunden	Eigenstudium 110, Präsenzstudium 70		
Leistungspunkte	6		
Studienleistung	Keine		
Prüfung	Klausur		
Prüfungsdauer und -umfang	180 min		
Zuordnung zu folgenden Curricula	Allgemeine Ingenieurwissenschaften (7 Semester): Vertiefung Maschinenbau: Pflicht Allgemeine Ingenieurwissenschaften (7 Semester): Vertiefung Mediziningenieurwesen: Pflicht Allgemeine Ingenieurwissenschaften (7 Semester): Vertiefung Schiffbau: Pflicht Maschinenbau: Kernqualifikation: Pflicht Schiffbau: Kernqualifikation: Pflicht Technomathematik: Vertiefung III. Ingenieurwissenschaften: Wahlpflicht		

Lehrveranstaltung L0454: Strömungsmechanik	
Typ	Vorlesung
SWS	3
LP	4
Arbeitsaufwand in Stunden	Eigenstudium 78, Präsenzstudium 42
Dozenten	Prof. Thomas Rung
Sprachen	DE/EN
Zeitraum	SoSe
Inhalt	<ul style="list-style-type: none"> • Definition von Fluiden & Physikalische Eigenschaften von Fluiden • Dimensionsanalyse • Fluidkräfte & Fluidstatik • Transport und Erhaltung von Masse, Impuls & Energie (Navier-Stokes-Fourier Gleichungen) • Kinematik von Fluiden • Spezielle technisch wichtige Strömungsmodelle für inkompressible Fluide <ul style="list-style-type: none"> ◦ Stromfadentheorie & Kontrollraumbilanzen ◦ Wirbelströmungen und Wirbelmodelle ◦ Potenzialströmungen ◦ Grenzschichtströmungen ◦ Gleichungsbezogene Darstellungen und deren Gültigkeitsgrenzen (Navier-Stokes/Euler-/Bernoulli-Gleichung) ◦ Analytische Lösungen der Navier-Stokes Gleichungen • Technische Behandlung von Innenströmungen (Rohr-, Kanal- bzw. Gerinneströmungen), Körperumströmungen und elementare Tragflügeltheorie • Turbulente Strömungen • Grundlagen der Gasdynamik (kompressible Stromfadentheorie)
Literatur	<ul style="list-style-type: none"> • the course primarily refers to / das Modul stützt sich bevorzugt auf : Munson, B.R.; Rothmayer, A.P.; Okiishi, T.H.; Huebsch, W.W.: Fundamentals of Fluid Mechanics, John Wiley & Sons. • Spurk, J.; Aksel, N.: Strömungslehre, Springer. • Schade, H.; Kunz, E., Kameier, F.; Paschereit, C.O.: Strömungslehre, De Gruyter. • Herwig, H.: Strömungsmechanik, Springer. • Herwig, H.: Strömungsmechanik von A-Z, Vieweg.

Lehrveranstaltung L0455: Strömungsmechanik	
Typ	Hörsaalübung
SWS	2
LP	2
Arbeitsaufwand in Stunden	Eigenstudium 32, Präsenzstudium 28
Dozenten	Prof. Thomas Rung
Sprachen	DE/EN
Zeitraum	SoSe
Inhalt	Siehe korrespondierende Vorlesung
Literatur	Siehe korrespondierende Vorlesung

Modul M0757: Biochemie und Mikrobiologie			
Lehrveranstaltungen			
Titel	Typ	SWS	LP
Biochemie (L0351)	Vorlesung	2	2
Biochemie (L0728)	Projekt-/problembasierte Lehrveranstaltung	1	1
Mikrobiologie (L0881)	Vorlesung	2	2
Mikrobiologie (L0888)	Projekt-/problembasierte Lehrveranstaltung	1	1
Modulverantwortlicher	Prof. Johannes Gescher		
Zulassungsvoraussetzungen	Keine		
Empfohlene Vorkenntnisse	keine		
Modulziele/ angestrebte Lernergebnisse	Nach erfolgreicher Teilnahme haben die Studierenden die folgenden Lernergebnisse erreicht		
Fachkompetenz	Die Studierenden sind nach Abschluss des Moduls in der Lage,		
<i>Wissen</i>	<ul style="list-style-type: none"> - die Methoden der biologischen und biochemischen Forschung zur Bestimmung der Eigenschaften von Biomolekülen zu erklären, - die grundlegenden Bausteine eines Organismus zu benennen, - die Zusammenhänge des Stoffwechsels zu erklären, - den Aufbau von lebenden Zellen zu beschreiben, - das erworbene Grundlagenwissen in vorgegebenen komplexen Prozessen einzuordnen. 		
<i>Fertigkeiten</i>			
Personale Kompetenzen	Die Studierenden sind in der Lage,		
<i>Sozialkompetenz</i>	<ul style="list-style-type: none"> - in Teams von ca. 10 Studierenden gemeinsam Wissen zu erarbeiten, - im Team ihr eigenes Wissen einzubringen und in Diskussionen zu vertreten, - eine komplexe Aufgabe im Team in Teilaufgaben zu zerlegen, zu lösen und die Ergebnisse zusammenzufassen. 		
<i>Selbstständigkeit</i>	Die Studierenden sind in der Lage, ihre Erkenntnisse aus den bearbeiteten Teilaufgaben in einem Bericht zusammenzufassen.		
Arbeitsaufwand in Stunden	Eigenstudium 96, Präsenzstudium 84		
Leistungspunkte	6		
Studienleistung	Keine		
Prüfung	Klausur		
Prüfungsdauer und -umfang	90 min		
Zuordnung zu folgenden Curricula	Bioverfahrenstechnik: Kernqualifikation: Pflicht Green Technologies: Energie, Wasser, Klima: Vertiefung Biotechnologien: Wahlpflicht Technomathematik: Vertiefung III. Ingenieurwissenschaften: Wahlpflicht		

Lehrveranstaltung L0351: Biochemie	
Typ	Vorlesung
SWS	2
LP	2
Arbeitsaufwand in Stunden	Eigenstudium 32, Präsenzstudium 28
Dozenten	Dr. Paul Bubenheim
Sprachen	DE
Zeitraum	SoSe
Inhalt	1. Die molekulare Logik des Lebens, 2. Biomoleküle: Aminosäuren, Peptide, Proteine; Kohlenhydrate; Fette 3. Protein Funktionen, Enzyme: Michaelis-Menten Kinetik; Enzymregulation; Enzym Nomenklatur 4. Cofaktoren, Cosubstrate, Vitamine 5. Stoffwechsel: Grundprinzipien; Photosynthese; Glykolyse; Zitratzyklus; Atmung; Gärungen; Fettstoffwechsel; Aminosäurestoffwechsel
Literatur	Biochemie, H. Robert Horton, Laurence A. Moran, K. Gray Scrimmeour, Marc D. Perry, J. David Rawn, Pearson Studium, München Prinzipien der Biochemie, A. L. Lehninger, de Gruyter Verlag Berlin

Lehrveranstaltung L0728: Biochemie	
Typ	Projekt-/problembasierte Lehrveranstaltung
SWS	1
LP	1
Arbeitsaufwand in Stunden	Eigenstudium 16, Präsenzstudium 14
Dozenten	Dr. Paul Bubenheim
Sprachen	DE
Zeitraum	SoSe
Inhalt	Siehe korrespondierende Vorlesung
Literatur	Siehe korrespondierende Vorlesung

Lehrveranstaltung L0881: Mikrobiologie	
Typ	Vorlesung
SWS	2
LP	2
Arbeitsaufwand in Stunden	Eigenstudium 32, Präsenzstudium 28
Dozenten	Prof. Johannes Gescher
Sprachen	DE
Zeitraum	SoSe
Inhalt	<p>1. Die prokaryotische Zelle</p> <ul style="list-style-type: none"> • Evolution • Taxonomie und besondere Merkmale von Archaea, Bacteria und Viren • Struktur und Merkmale der Zelle • Wachstum <p>2. Stoffwechsel</p> <ul style="list-style-type: none"> • Gärungen und anaerobe Atmung • Methanogenese und die anaerobe Atmungskette • Polymerabbau • Chemolithotrophie <p>3. Mikroorganismen und ihre Umwelt</p> <ul style="list-style-type: none"> • Chemotaxis und Beweglichkeit • Kreislauf von Kohlenstoff, Stickstoff und Schwefel • Biofilme • Symbiontische Beziehungen • Extremophile • Biotechnologie
Literatur	<ul style="list-style-type: none"> • Allgemeine Mikrobiologie, 8. Aufl., 2007, Fuchs, G. (Hrsg.), Thieme Verlag (54,95 €) • Mikrobiologie, 13 Aufl., 2013, Madigan, M., Martinko, J. M., Stahl, D. A., Clark, D. P. (Hrsg.), ehemals „Brock“, Pearson Verlag (89,95 €) • Taschenlehrbuch Biologie Mikrobiologie, 2008, Munk, K. (Hrsg.), Thieme Verlag • Grundlagen der Mikrobiologie, 4. Aufl., 2010, Cypionka, H., Springer Verlag (29,95 €), http://www.grundlagen-der-mikrobiologie.icbm.de/

Lehrveranstaltung L0888: Mikrobiologie	
Typ	Projekt-/problembasierte Lehrveranstaltung
SWS	1
LP	1
Arbeitsaufwand in Stunden	Eigenstudium 16, Präsenzstudium 14
Dozenten	Prof. Johannes Gescher
Sprachen	DE
Zeitraum	SoSe
Inhalt	<p>1. Die prokaryotische Zelle</p> <ul style="list-style-type: none"> • Evolution • Taxonomie und besondere Merkmale von Archaea, Bacteria und Viren • Struktur und Merkmale der Zelle • Wachstum <p>2. Stoffwechsel</p> <ul style="list-style-type: none"> • Gärungen und anaerobe Atmung • Methanogenese und die anaerobe Atmungskette • Polymerabbau • Chemolithotrophie <p>3. Mikroorganismen und ihre Umwelt</p> <ul style="list-style-type: none"> • Chemotaxis und Beweglichkeit • Kreislauf von Kohlenstoff, Stickstoff und Schwefel • Biofilme • Symbiotische Beziehungen • Extremophile • Biotechnologie <p>Die Studierenden erarbeiten sich in Kleingruppen im Laufe des Semesters Problemaufgaben zum Grundlagenwissen der Mikrobiologie/Biochemie oder wenden das Grundlagenwissen auf ein aktuelles Problem an. Dazu erstellen die Gruppen Protokolle nach wissenschaftlichen Standards. Begleitet werden sie dabei durch ein veranstaltungsspezifisches Arbeitsbuch, in dem sich sowohl theoretische Hintergründe als auch Übungsaufgaben zu den verschiedenen Bereichen für das Selbststudium finden.</p>
Literatur	<ul style="list-style-type: none"> • Allgemeine Mikrobiologie, 8. Aufl., 2007, Fuchs, G. (Hrsg.), Thieme Verlag (54,95 €) • Mikrobiologie, 13 Aufl., 2013, Madigan, M., Martinko, J. M., Stahl, D. A., Clark, D. P. (Hrsg.), ehemals „Brock“, Pearson Verlag (89,95 €) • Taschenlehrbuch Biologie Mikrobiologie, 2008, Munk, K. (Hrsg.), Thieme Verlag • Grundlagen der Mikrobiologie, 4. Aufl., 2010, Cypionka, H., Springer Verlag (29,95 €), http://www.grundlagen-der-mikrobiologie.icbm.de/

Modul M0938: Bioverfahrenstechnik - Grundlagen			
Lehrveranstaltungen			
Titel		Typ	SWS LP
Bioverfahrenstechnik - Grundlagen (L0841)		Vorlesung	2 3
Bioverfahrenstechnik - Grundlagen (L0842)		Hörsaalübung	2 1
Bioverfahrenstechnik - Grundpraktikum (L0843)		Laborpraktikum	2 2
Modulverantwortlicher	Prof. Andreas Liese		
Zulassungsvoraussetzungen	Keine		
Empfohlene Vorkenntnisse	Modul "Organische Chemie", Modul "Grundlagen für die Verfahrenstechnik"		
Modulziele/ angestrebte Lernergebnisse	Nach erfolgreicher Teilnahme haben die Studierenden die folgenden Lernergebnisse erreicht		
Fachkompetenz	<p><i>Wissen</i> Die Studierenden sind in der Lage, Grundprozesse der Bioverfahrenstechnik zu beschreiben. Sie können verschiedene Typen von Kinetik Enzymen und Mikroorganismen zuordnen und Inhibierungstypen unterscheiden. Die Parameter der Stöchiometrie und der Rheologie können sie benennen und die Stofftransportprozesse in Bioreaktoren grundlegend erläutern. Die Studierenden sind in der Lage, die Grundlagen der Bioprozessführung, Sterilisationstechnik und Aufarbeitung in großer Detailtiefe wiederzugeben.</p> <p><i>Fertigkeiten</i> Studierende sind nach der erfolgreichen Teilnahme am Modul in der Lage</p> <ul style="list-style-type: none"> • verschiedene kinetische Ansätze für Wachstum zu beschreiben und deren Parameter zu ermitteln, • die Auswirkungen der Energiegenerierung, der Regenerierung des Reduktionsäquivalenten und der Wachstumshemmung auf das Verhalten von Mikroorganismen und auf den Gesamtfermentationsprozess qualitativ vorherzusagen, • Bioprozesse auf Basis der Stöchiometrie des Reaktionssystems zu analysieren, metabolische Stoffflussbilanzgleichungen aufzustellen und zu lösen • scale-up Kriterien für verschiedene Bioreaktoren und Bioprozesse (anaerob, aerob bzw. mikroaerob) zu formulieren, sie gegenüber zu stellen und zu beurteilen, sowie auf ein bestimmtes bioverfahrenstechnisches Problem anzuwenden • Fragestellungen für die Analyse und Optimierung realer Bioproduktionsprozesse zu formulieren und die korrespondierenden Lösungsansätze abzuleiten • sich selbstständig neue Wissensquellen zu erschließen und das daraus Erlernte auf neue Fragestellungen zu übertragen. • für konkrete industrielle Anwendungen Probleme zu identifizieren und Lösungsansätze zu formulieren. • ihre Versuchsdurchführung und ihre Ergebnisse auf wissenschaftliche Art und Weise zu protokollieren 		
Personale Kompetenzen	<p><i>Sozialkompetenz</i> Nach Abschluss des Moduls sind die Teilnehmer*innen in der Lage, in fachlich gemischten Teams gegebene Aufgabenstellungen zu diskutieren, ihre Meinungen zu vertreten und konstruktiv an gegebenen ingenieurtechnischen und wissenschaftlichen Projektaufgaben zu arbeiten.</p> <p><i>Selbstständigkeit</i> Nach Abschluss des Moduls sind die Teilnehmer*innen in der Lage, gemeinsam im Team eine technische Problemlösung eigenständig zu erarbeiten, ihre Arbeitsabläufe selbst zu organisieren und ihre Ergebnisse im Plenum (vor einem Fachpublikum) zu präsentieren.</p>		
Arbeitsaufwand in Stunden	Eigenstudium 96, Präsenzstudium 84		
Leistungspunkte	6		
Studienleistung	Verpflichtend Bonus	Art der Studienleistung	Beschreibung
	Ja 5 %	Fachtheoretisch- fachpraktische Studienleistung	
Prüfung	Klausur		
Prüfungsdauer und -umfang	90 min		
Zuordnung zu folgenden Curricula	Bioverfahrenstechnik: Kernqualifikation: Pflicht Green Technologies: Energie, Wasser, Klima: Vertiefung Biotechnologien: Wahlpflicht Medizingenieurwesen: Vertiefung Künstliche Organe und Regenerative Medizin: Pflicht Medizingenieurwesen: Vertiefung Implantate und Endoprothesen: Wahlpflicht Medizingenieurwesen: Vertiefung Medizin- und Regelungstechnik: Wahlpflicht Medizingenieurwesen: Vertiefung Management und Administration: Wahlpflicht Technomathematik: Vertiefung III. Ingenieurwissenschaften: Wahlpflicht Verfahrenstechnik: Kernqualifikation: Pflicht		

Lehrveranstaltung L0841: Bioverfahrenstechnik - Grundlagen	
Typ	Vorlesung
SWS	2
LP	3
Arbeitsaufwand in Stunden	Eigenstudium 62, Präsenzstudium 28
Dozenten	Prof. Andreas Liese
Sprachen	DE
Zeitraum	SoSe
Inhalt	<ul style="list-style-type: none"> • Einführung: Status und aktuelle Entwicklung in der Biotechnologie, Vorstellung der Vorlesung • Enzymkinetik: Michaelis Menten, Inhibierungstypen, Linearisierung, Umsatz, Ausbeute und Selektivität (Prof. Liese) • Stoichiometrie: Atmungskoeffizienten, Elektronenbilanz, Reduktionsgrad, Ausbeutekoeffizienten, theoretischer O₂-Bedarf (Prof. Liese) • Mikrobielle Wachstumskinetik: Batch-, und Chemostatkultur (Prof. Zeng) • Kinetik des Substratverbrauchs und der Produktbildung (Prof. Zeng) • Rheologie: Nicht-Newton'sche Flüssigkeiten, Viskosität, Rührorgane, Energieeintrag (Prof. Liese) • Transportprozesse im Bioreaktor (Prof. Zeng) • Sterilisationstechnik (Prof. Zeng) • Grundlagen der Bioprocessführung : Bioreaktoren und Berechnung für Batch, Fed-Batch und kontinuierliche Bioprozesse (Prof. Zeng/Prof. Liese) • Aufarbeitungstechniken: Zellaufschluß, Zentrifugation, Filtration, wäßrige 2-Phasen Systeme (Prof. Liese) <p>In diesem Modul werden VIPS (Online-Quizzes) genutzt, um die Studierenden zum kontinuierlichen Arbeiten anzuregen und deren aktuellen Wissensstand für die Dozierenden sichtbar zu machen.</p>
Literatur	<p>K. Buchholz, V. Kasche, U. Bornscheuer: Biocatalysts and Enzyme Technology, 2. Aufl. Wiley-VCH, 2012</p> <p>H. Chmiel: Bioprozeßtechnik, Elsevier, 2006</p> <p>R.H. Balz et al.: Manual of Industrial Microbiology and Biotechnology, 3. edition, ASM Press, 2010</p> <p>H.W. Blanch, D. Clark: Biochemical Engineering, Taylor & Francis, 1997</p> <p>P. M. Doran: Bioprocess Engineering Principles, 2. edition, Academic Press, 2013</p>

Lehrveranstaltung L0842: Bioverfahrenstechnik - Grundlagen	
Typ	Hörsaalübung
SWS	2
LP	1
Arbeitsaufwand in Stunden	Eigenstudium 2, Präsenzstudium 28
Dozenten	Prof. Andreas Liese
Sprachen	DE
Zeitraum	SoSe
Inhalt	<ol style="list-style-type: none"> 1. Einführung (Prof. Liese, Prof. Zeng) 2. Enzymatische Kinetik (Prof. Liese) 3. Stoichiometrie I + II (Prof. Liese) 4. Mikrobielle Kinetik I+II (Prof. Zeng) 5. Rheologie (Prof. Liese) 6. Stofftransport in Bioprozessen (Prof. Zeng) 7. Kontinuierliche Kultur (Chemostat) (Prof. Zeng) 8. Sterilisation (Prof. Zeng) 9. Aufarbeitung (Prof. Liese) 10. Repetitorium (Reserve) (Prof. Liese, Prof. Zeng) <p>In diesem Modul werden VIPS (Online-Quizzes) genutzt, um die Studierenden zum kontinuierlichen Arbeiten anzuregen und deren aktuellen Wissensstand für die Dozierenden sichtbar zu machen.</p>
Literatur	siehe Vorlesung

Lehrveranstaltung L0843: Bioverfahrenstechnik - Grundpraktikum	
Typ	Laborpraktikum
SWS	2
LP	2
Arbeitsaufwand in Stunden	Eigenstudium 32, Präsenzstudium 28
Dozenten	Prof. Andreas Liese
Sprachen	DE
Zeitraum	SoSe
Inhalt	<p>In diesem Praktikum werden die Kultivierungs- und Aufarbeitungstechniken am Beispiel der Produktion eines Enzyms mit einem rekombinanten Mikroorganismus aufgezeigt. Darüber hinaus werden die Charakterisierung und Simulation der Enzymkinetik sowie die Anwendung des Enzyms in einem Enzymreaktor durchgeführt.</p> <p>Die Studierenden verfassen zu jedem Versuch ein Protokoll.</p>
Literatur	Skript

Modul M1277: MED I: Einführung in die Anatomie			
Lehrveranstaltungen			
Titel	Typ	SWS	LP
Einführung in die Anatomie (L0384)	Vorlesung	2	3
Modulverantwortlicher	Prof. Udo Schumacher		
Zulassungsvoraussetzungen	Keine		
Empfohlene Vorkenntnisse	Die Vorlesung kann auch ohne Vorkenntnisse besucht werden. Hilfreich ist das Schulwissen in den Fächern Biologie, Chemie/Biochemie, Physik und Latein.		
Modulziele/ angestrebte Lernergebnisse	Nach erfolgreicher Teilnahme haben die Studierenden die folgenden Lernergebnisse erreicht		
Fachkompetenz	<p><i>Wissen</i> Die Vorlesung gliedert sich in die mikroskopische Anatomie, welche den Feinaufbau von Geweben und Organen beschreibt, sowie die makroskopische Anatomie, welche sich mit Organen und Organsystemen beschäftigt. Zudem erfolgt eine Einführung zur Zellbiologie, menschlichen Entwicklung und zum Zentralnervensystem. Ebenso werden die Grundlagen der bildgebenden radiologischen Diagnostik vermittelt, welche die Anatomie mit Röntgen-Projektionsaufnahmen und Schnittbildern darstellt. Es werden dabei auch die lateinischen Fachbegriffe vermittelt.</p> <p><i>Fertigkeiten</i> Am Ende der Vorlesung können die Studierenden den mikroskopischen und makroskopischen Aufbau und die Funktionsweise des menschlichen Körpers beschreiben. Durch eine Vermittlung der lateinischen Fachbegriffe sind sie in der Lage, medizinische Texte zu verstehen. Dies ist die grundlegende Voraussetzung, um später medizinische Apparate verstehen und weiterentwickeln zu können.</p> <p>Ebenso ist ein Verständnis der Anatomie die Voraussetzung, um die Bedeutung von Struktur und Funktion bei einigen Volkskrankheiten erläutern und deren Auswirkungen auf den Körper einordnen zu können.</p>		
Personale Kompetenzen	<p><i>Sozialkompetenz</i> Die Studierenden werden in die Lage versetzt, aktuelle Diskussionen in Forschung und Medizin auf fachlicher Ebene zu verfolgen. Die lateinischen Termini sind die Voraussetzung für eine fachliche Kommunikation mit Ärztinnen und Ärzten.</p> <p><i>Selbstständigkeit</i> Die Vorlesung dient als Einführung in die Anatomie und soll dazu anregen, das Fachwissen auf diesem Gebiet selbstständig weiter zu vertiefen. Es werden Hinweise gegeben, welche weiterführende Literatur dafür geeignet ist. Ebenso wird angeregt, biomedizinische Probleme zu erkennen und zu durchdenken.</p>		
Arbeitsaufwand in Stunden	Eigenstudium 62, Präsenzstudium 28		
Leistungspunkte	3		
Studienleistung	Keine		
Prüfung	Klausur		
Prüfungsdauer und -umfang	90 Minuten		
Zuordnung zu folgenden Curricula	Allgemeine Ingenieurwissenschaften (7 Semester): Vertiefung Medizingenieurwesen: Pflicht Allgemeine Ingenieurwissenschaften (7 Semester): Vertiefung Maschinenbau, Schwerpunkt Biomechanik: Pflicht Data Science: Vertiefung II. Anwendung: Wahlpflicht Elektrotechnik: Vertiefung Medizintechnik: Wahlpflicht Engineering Science: Vertiefung Medizingenieurwesen: Pflicht General Engineering Science (7 Semester): Vertiefung Medizingenieurwesen: Pflicht Maschinenbau: Vertiefung Biomechanik: Pflicht Mechatronik: Vertiefung Medizintechnik: Pflicht Medizingenieurwesen: Vertiefung Medizin- und Regelungstechnik: Wahlpflicht Medizingenieurwesen: Vertiefung Management und Administration: Wahlpflicht Medizingenieurwesen: Vertiefung Künstliche Organe und Regenerative Medizin: Wahlpflicht Medizingenieurwesen: Vertiefung Implantate und Endoprothesen: Wahlpflicht Technomathematik: Vertiefung III. Ingenieurwissenschaften: Wahlpflicht		

Lehrveranstaltung L0384: Einführung in die Anatomie	
Typ	Vorlesung
SWS	2
LP	3
Arbeitsaufwand in Stunden	Eigenstudium 62, Präsenzstudium 28
Dozenten	Dr. Thorsten Frenzel
Sprachen	DE
Zeitraum	SoSe
Inhalt	<p>Allgemeine Anatomie</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Woche: Die eukaryote Zelle 2. Woche: Die Gewebe 3. Woche: Zellteilung, Grundzüge der Entwicklung 4. Woche: Bewegungsapparat 5. Woche: Herz-Kreislaufsystem 6. Woche: Atmungssystem 7. Woche: Harnorgane, Geschlechtsorgane 8. Woche: Immunsystem 9. Woche: Verdauungsapparat I 10. Woche: Verdauungsapparat II 11. Woche: Endokrines System 12. Woche: Nervensystem 13. Woche: Abschlussprüfung
Literatur	Adolf Faller/Michael Schünke, Der Körper des Menschen, 18. Auflage , Thieme Verlag Stuttgart, 2020 , 704 Seiten, ISBN 978-3-13-243820-0

Modul M0610: Elektrische Maschinen und Antriebe			
Lehrveranstaltungen			
Titel	Typ	SWS	LP
Elektrische Maschinen und Antriebe (L0293)	Vorlesung	3	4
Elektrische Maschinen und Antriebe (L0294)	Hörsaalübung	2	2
Modulverantwortlicher	Prof. Thorsten Kern		
Zulassungsvoraussetzungen	Keine		
Empfohlene Vorkenntnisse	Grundkenntnisse Mathematik, insbesondere komplexe Zahlen, Integrale, Differenziale Grundlage der Elektrotechnik und Mechanik		
Modulziele/ angestrebte Lernergebnisse	Nach erfolgreicher Teilnahme haben die Studierenden die folgenden Lernergebnisse erreicht		
Fachkompetenz	<p><i>Wissen</i> Studierende können die grundlegenden Zusammenhänge bei elektrischen und magnetischen Feldern skizzieren und erläutern. Sie können die Funktion der Grundtypen elektrischer Maschinen beschreiben und die zugehörigen Gleichungen und Kennlinien darstellen. Für praktisch vorkommende Antriebskonfigurationen können sie die wesentlichen Parameter für die Energieeffizienz des Gesamtsystems von der Versorgung bis zur Arbeitsmaschine erläutern.</p> <p><i>Fertigkeiten</i> Studierende sind fähig, zweidimensionale elektrische Felder und magnetische Felder insbesondere in Eisenkreisen mit Luftspalt zu berechnen. Sie wenden dabei die üblichen Methoden des Elektromaschinenbaus an. Sie können das Betriebsverhalten elektrischer Maschinen aus gegebenen Grunddaten analysieren und ausgewählte Größen und Kennlinien daraus zu berechnen. Dabei wenden sie die üblichen Ersatzschaltbilder und grafische Verfahren an.</p> <p>Personale Kompetenzen</p> <p><i>Sozialkompetenz</i> keine</p> <p><i>Selbstständigkeit</i> Studierende sind fähig, eigenständig anwendungsnahe elektrische und magnetische Felder zu berechnen. Sie können eigenständig das Betriebsverhalten elektrischer Maschinen aus deren Grunddaten zu analysieren und ausgewählte Größen und Kennlinien daraus zu berechnen.</p>		
Arbeitsaufwand in Stunden	Eigenstudium 110, Präsenzstudium 70		
Leistungspunkte	6		
Studienleistung	Keine		
Prüfung	Fachtheoretisch-fachpraktische Arbeit		
Prüfungsdauer und -umfang	Ausarbeitung von vier Antriebs- und Aktorvarianten, Bewertung der Entwurfsdateien		
Zuordnung zu folgenden Curricula	Allgemeine Ingenieurwissenschaften (7 Semester): Vertiefung Maschinenbau, Schwerpunkt Energietechnik: Pflicht Allgemeine Ingenieurwissenschaften (7 Semester): Vertiefung Maschinenbau, Schwerpunkt Mechatronik: Pflicht Allgemeine Ingenieurwissenschaften (7 Semester): Vertiefung Maschinenbau, Schwerpunkt Theoretischer Maschinenbau: Wahlpflicht Allgemeine Ingenieurwissenschaften (7 Semester): Vertiefung Elektrotechnik: Wahlpflicht Digitaler Maschinenbau: Kernqualifikation: Pflicht Elektrotechnik: Kernqualifikation: Wahlpflicht Engineering Science: Vertiefung Elektrotechnik: Wahlpflicht Engineering Science: Vertiefung Elektrotechnik: Wahlpflicht Green Technologies: Energie, Wasser, Klima: Vertiefung Energietechnik: Wahlpflicht Green Technologies: Energie, Wasser, Klima: Vertiefung Maritime Technologien: Wahlpflicht Informatik-Ingenieurwesen: Vertiefung II. Mathematik & Ingenieurwissenschaften: Wahlpflicht Logistik und Mobilität: Vertiefung Verkehrsplanung und -systeme: Wahlpflicht Logistik und Mobilität: Vertiefung Produktionsmanagement und Prozesse: Wahlpflicht Maschinenbau: Kernqualifikation: Wahlpflicht Mechatronik: Vertiefung Schiffstechnik: Pflicht Mechatronik: Kernqualifikation: Pflicht Mechatronik: Vertiefung Roboter- und Maschinensysteme: Pflicht Mechatronik: Vertiefung Elektrische Systeme: Wahlpflicht Technomathematik: Vertiefung III. Ingenieurwissenschaften: Wahlpflicht Wirtschaftsingenieurwesen - Fachrichtung Logistik und Mobilität: Vertiefung Verkehrsplanung und -systeme: Wahlpflicht Wirtschaftsingenieurwesen - Fachrichtung Logistik und Mobilität: Vertiefung Informationstechnologie: Wahlpflicht Wirtschaftsingenieurwesen - Fachrichtung Logistik und Mobilität: Vertiefung Produktionsmanagement und Prozesse: Wahlpflicht Wirtschaftsingenieurwesen - Fachrichtung Logistik und Mobilität: Vertiefung Produktionsmanagement und Prozesse: Wahlpflicht		

Lehrveranstaltung L0293: Elektrische Maschinen und Antriebe	
Typ	Vorlesung
SWS	3
LP	4
Arbeitsaufwand in Stunden	Eigenstudium 78, Präsenzstudium 42
Dozenten	Prof. Thorsten Kern, Dennis Kähler
Sprachen	DE
Zeitraum	SoSe
Inhalt	<p>Elektrisches Feld: Coulomb'sches Gesetz, Potenzial, Kondensator, Kraft und Energie, Kapazitiven Antriebe</p> <p>Magnetisches Feld: Kraft, Fluss, Durchflutungssatz, Feld an Grenzflächen, elektrisches Ersatzschaltbild, Hysterese, Induktion, Transformator, Magnetische Antriebe</p> <p>Synchronmaschine: Funktionsprinzip, Aufbau, Verhalten bei Leerlauf und Kurzschluss, Ersatzschaltbild und Zeigerdiagramm, Schrittantriebe</p> <p>Gleichstrommaschinen: Funktionsprinzip, Aufbau, Drehmomenterzeugung, Betriebskennlinien, Kommutierung, Wendepole und Kompensationswicklung,</p> <p>Asynchronmaschine: Funktionsprinzip, Aufbau, Ersatzschaltbild und Kreisdiagramm, Betriebskennlinien, Auslegung des Läufers, Drehzahlvariable Antrieb mit Frequenzumrichtern, Sonderbauformen elektrischer Maschinen</p>
Literatur	<p>Hermann Linse, Roland Fischer: "Elektrotechnik für Maschinenbauer", Vieweg-Verlag; Signatur der Bibliothek der TUHH: ETB 313</p> <p>Ralf Kories, Heinz Schmitt-Walter: "Taschenbuch der Elektrotechnik"; Verlag Harri Deutsch; Signatur der Bibliothek der TUHH: ETB 122</p> <p>"Grundlagen der Elektrotechnik" - anderer Autoren</p> <p>Fachbücher "Elektrische Maschinen"</p>

Lehrveranstaltung L0294: Elektrische Maschinen und Antriebe	
Typ	Hörsaalübung
SWS	2
LP	2
Arbeitsaufwand in Stunden	Eigenstudium 32, Präsenzstudium 28
Dozenten	Prof. Thorsten Kern, Dennis Kähler
Sprachen	DE
Zeitraum	SoSe
Inhalt	Siehe korrespondierende Vorlesung
Literatur	Siehe korrespondierende Vorlesung

Modul M1278: MED I: Einführung in die Radiologie und Strahlentherapie			
Lehrveranstaltungen			
Titel	Typ	SWS	LP
Einführung in die Radiologie und Strahlentherapie (L0383)	Vorlesung	2	3
Modulverantwortlicher	Prof. Ulrich Carl		
Zulassungsvoraussetzungen	Keine		
Empfohlene Vorkenntnisse	Keine		
Modulziele/ angestrebte Lernergebnisse	Nach erfolgreicher Teilnahme haben die Studierenden die folgenden Lernergebnisse erreicht		
Fachkompetenz			
<i>Wissen</i>	<p>Diagnose</p> <p>Die Studierenden können die Geräte, die derzeit in der Strahlentherapie verwendet werden bezüglich ihrer Einsatzgebiete unterscheiden.</p> <p>Die Studierenden können die Therapieabläufe in der Strahlentherapie erklären. Die Studierenden können die Interdisziplinarität mit anderen Fachgruppen (z. B. Chirurgie/Innere Medizin) nachvollziehen.</p> <p>Die Studierenden können den Durchlauf der Patienten vom Aufnahmetag bis zur Nachsorge skizzieren.</p> <p>Diagnostik</p> <p>Die Studierenden können die technische Basiskonzeption der Projektionsradiographie einschließlich Angiographie und Mammographie sowie der Schnittbildverfahren (CT, MRT, US) darstellen.</p> <p>Der Student kann den diagnostischen sowie den therapeutisch interventionellen Einsatz der bildgebenden Verfahren erklären sowie das technische Prinzip der bildgebenden Verfahren erläutern.</p> <p>Patientenbezogen kann der Student in Abhängigkeit von der klinischen Fragestellung das richtige Verfahren auswählen.</p> <p>Gerätebezogene technische Fehler sowie bildgebenden Resultate kann der Student erklären.</p> <p>Basierend auf den bildgebenden Befunden bzw. dem Fehlerprotokoll kann der Student die richtigen Schlussfolgerungen ziehen.</p>		
<i>Fertigkeiten</i>	<p>Therapie</p> <p>Der Student kann kurative und palliative Situationen abgrenzen und außerdem begründen, warum er sich für diese Einschätzung der Situation entschieden hat.</p> <p>Der Student kann Therapiekonzepte entwickeln, die der Situation angemessen sind und dabei strahlenbiologische Aspekte sauber zuordnen.</p> <p>Der Student kann das therapeutische Prinzip anwenden (Wirkung vs. Nebenwirkung)</p> <p>Der Student kann die Strahlenarten für die verschiedenen Situationen (Tumorsitz) unterscheiden, auswählen und dann die entsprechende Energie wählen, die in der Situation angezeigt ist (Bestrahlungsplan).</p> <p>Der Student kann einschätzen, wie ein psychosoziales Hilfsangebot individuell aussehen sollte [z. B. Anschlussheilbehandlung (AHB), Sport, Sozialhilfegruppen, Selbsthilfegruppen, Sozialdienst, Psychoonkologie]</p> <p>Diagnostik</p> <p>Nach entsprechender Fehleranalyse kann der Student Lösungsvorschläge zur Reparatur von bildgebenden Einheiten unterbreiten. Aufgrund seiner Kenntnisse der Anatomie, Pathologie und Pathophysiologie kann er bildgebende Befunde in die zugehörigen Krankheitsgruppen einordnen.</p>		
Personale Kompetenzen			
<i>Sozialkompetenz</i>	<p>Die Studierenden können die besondere soziale Situation vom Tumorpatienten erfassen und ihnen professionell begegnen.</p> <p>Die Studierenden sind sich dem speziellen häufig angstdominierten Verhalten von kranken Menschen im Rahmen von diagnostischen und therapeutischen Eingriffen bewusst und können darauf angemessen reagieren.</p>		
<i>Selbstständigkeit</i>	<p>Die Studierenden können erlerntes Wissen und Fertigkeiten auf einen konkreten Therapiefall anwenden.</p> <p>Die Studierenden können am Ende ihrer Ausbildung jüngere Studierende ihres Fachgebiets an den klinischen Alltag heranzuführen.</p> <p>Die Studierenden können in diesem Bereich kompetent eine fachliche Konversation führen und sich das dafür benötigte Wissen selbstständig erarbeiten.</p>		
Arbeitsaufwand in Stunden	Eigenstudium 62, Präsenzstudium 28		
Leistungspunkte	3		
Studienleistung	Keine		
Prüfung	Klausur		
Prüfungsdauer und -umfang	90 Minuten - 20 offene Fragen		
Zuordnung zu folgenden Curricula	<p>Allgemeine Ingenieurwissenschaften (7 Semester): Vertiefung Medizingenieurwesen: Pflicht</p> <p>Allgemeine Ingenieurwissenschaften (7 Semester): Vertiefung Maschinenbau, Schwerpunkt Biomechanik: Pflicht</p> <p>Data Science: Vertiefung II. Anwendung: Wahlpflicht</p> <p>Elektrotechnik: Vertiefung Medizintechnik: Wahlpflicht</p> <p>Engineering Science: Vertiefung Medizingenieurwesen: Pflicht</p> <p>General Engineering Science (7 Semester): Vertiefung Medizingenieurwesen: Pflicht</p> <p>Maschinenbau: Vertiefung Biomechanik: Pflicht</p> <p>Mechatronik: Vertiefung Medizintechnik: Pflicht</p> <p>Medizingenieurwesen: Vertiefung Medizin- und Regelungstechnik: Wahlpflicht</p> <p>Medizingenieurwesen: Vertiefung Management und Administration: Wahlpflicht</p>		

Mediziningenieurwesen: Vertiefung Künstliche Organe und Regenerative Medizin: Wahlpflicht
 Mediziningenieurwesen: Vertiefung Implantate und Endoprothesen: Wahlpflicht
 Technomathematik: Vertiefung III. Ingenieurwissenschaften: Wahlpflicht

Lehrveranstaltung L0383: Einführung in die Radiologie und Strahlentherapie	
Typ	Vorlesung
SWS	2
LP	3
Arbeitsaufwand in Stunden	Eigenstudium 62, Präsenzstudium 28
Dozenten	Dr. Thorsten Frenzel
Sprachen	DE
Zeitraum	SoSe
Inhalt	<p>Den Studenten sollen die technischen Möglichkeiten im Bereich der bildgebenden Diagnostik, interventionelle Radiologie und Strahlentherapie/Radioonkologie nahe gebracht werden. Es wird davon ausgegangen, dass der Student zu Beginn der Veranstaltung bestenfalls das Wort "Röntgenstrahlen" gehört hat. Es wird zwischen zwei Armen: - die diagnostische (Prof. Dr. med. Thomas Vestring) und die therapeutische (Prof. Dr. med. Ulrich M. Carl) Anwendung von Röntgenstrahlen differenziert.</p> <p>Beide Arme sind auf spezielle Großgeräte angewiesen, die einen vorgegebenen Ablauf in den jeweiligen Abteilungen bedingen.</p>
Literatur	<ul style="list-style-type: none"> • "Technik der medizinischen Radiologie" von T. + J. Laubenberg - 7. Auflage - Deutscher Ärzteverlag - erschienen 1999 • "Klinische Strahlenbiologie" von Th. Herrmann, M. Baumann und W. Dörr - 4. Auflage - Verlag Urban & Fischer - erschienen 02.03.2006 ISBN: 978-3-437-23960-1 • "Strahlentherapie und Onkologie für MTA-R" von R. Sauer - 5. Auflage 2003 - Verlag Urban & Schwarzenberg - erschienen 08.12.2009 ISBN: 978-3-437-47501-6 • "Taschenatlas der Physiologie" von S. Silbernagel und A. Despopoulos - 8. Auflage - Georg Thieme Verlag - erschienen 19.09.2012 ISBN: 978-3-13-567708-8 • "Der Körper des Menschen " von A. Faller u. M. Schünke - 16. Auflage 2004 - Georg Thieme Verlag - erschienen 18.07.2012 ISBN: 978-3-13-329716-5 • „Praxismanual Strahlentherapie“ von Stöver / Feyer - 1. Auflage - Springer-Verlag GmbH - erschienen 02.06.2000

Modul M0671: Technische Thermodynamik I			
Lehrveranstaltungen			
Titel		Typ	SWS LP
Technische Thermodynamik I (L0437)		Vorlesung	2 4
Technische Thermodynamik I (L0439)		Hörsaalübung	1 1
Technische Thermodynamik I (L0441)		Gruppenübung	1 1
Modulverantwortlicher	Prof. Arne Speerforck		
Zulassungsvoraussetzungen	Keine		
Empfohlene Vorkenntnisse	Grundkenntnisse in Mathematik und Mechanik		
Modulziele/ angestrebte Lernergebnisse	Nach erfolgreicher Teilnahme haben die Studierenden die folgenden Lernergebnisse erreicht		
Fachkompetenz			
<i>Wissen</i>	Studierende sind mit den Hauptsätzen der Thermodynamik vertraut. Sie wissen über die gegenseitige Verknüpfung der einzelnen Energieformen untereinander entsprechend dem 1. Hauptsatz der Thermodynamik und kennen die Grenzen einer Wandlung der verschiedenen Energieformen bei natürlichen und technischen Vorgängen entsprechend dem 2. Hauptsatz der Thermodynamik. Sie sind in der Lage, Zustandsgrößen von Prozessgrößen zu unterscheiden und kennen die Bedeutung der einzelnen Zustandsgrößen wie z. B. Temperatur, Enthalpie oder Entropie sowie der damit verbundenen Begriffe Exergie und Anergie. Sie können den Carnotprozess in den in der Technischen Thermodynamik üblichen Diagrammen darstellen. Sie können den Unterschied zwischen einem idealen und einem realem Gas physikalisch beschreiben und kennen die entsprechenden thermischen Zustandsgleichungen. Sie wissen, was eine Fundamentalgleichung ist und sind mit grundlegenden Zusammenhängen der Zweiphasenthermodynamik vertraut.		
<i>Fertigkeiten</i>	Studierende sind in der Lage, die innere Energie, die Enthalpie, die kinetische und potenzielle Energie sowie Arbeit und Wärme für Zustandsänderungen zu berechnen und diese Berechnungsmöglichkeiten auch auf den Carnotprozess anzuwenden. Darüber hinaus können sie Zustandsgrößen für ideale und reale Gase aus messbaren thermischen Zustandsgrößen berechnen.		
Personale Kompetenzen			
<i>Sozialkompetenz</i>	Die Studierenden können in Kleingruppen diskutieren und einen Lösungsweg erarbeiten. Sie können Verständnisfragen zum Inhalt, die mit dem ClickerOnline Tool "TurningPoint" in der Vorlesung bereit gestellt werden, nach Diskussionen mit anderen Studierenden beantworten.		
<i>Selbstständigkeit</i>	Studierende können die in Aufgaben gestellten Problemstellungen physikalisch verstehen. Sie sind in der Lage, die in der Vorlesung und Übung vermittelten Methoden zur Lösung von Problemstellungen geeignet auszuwählen und eigenständig auf unterschiedliche Aufgabentypen anzuwenden.		
Arbeitsaufwand in Stunden	Eigenstudium 124, Präsenzstudium 56		
Leistungspunkte	6		
Studienleistung	Keine		
Prüfung	Klausur		
Prüfungsdauer und -umfang	90 min		
Zuordnung zu folgenden Curricula	Allgemeine Ingenieurwissenschaften (7 Semester): Kernqualifikation: Pflicht Bioverfahrenstechnik: Kernqualifikation: Pflicht Chemie- und Bioingenieurwesen: Kernqualifikation: Pflicht Digitaler Maschinenbau: Kernqualifikation: Pflicht Engineering Science: Vertiefung Maschinenbau: Pflicht Engineering Science: Vertiefung Mechatronics: Wahlpflicht Engineering Science: Vertiefung Medizingenieurwesen: Pflicht Engineering Science: Vertiefung Advanced Materials: Wahlpflicht Green Technologies: Energie, Wasser, Klima: Kernqualifikation: Pflicht Integrierte Gebäudetechnik: Kernqualifikation: Pflicht Logistik und Mobilität: Vertiefung Verkehrsplanung und -systeme: Wahlpflicht Maschinenbau: Kernqualifikation: Pflicht Mechatronik: Kernqualifikation: Pflicht Mechatronik: Kernqualifikation: Wahlpflicht Orientierungsstudium: Kernqualifikation: Wahlpflicht Schiffbau: Kernqualifikation: Pflicht Technomathematik: Vertiefung III. Ingenieurwissenschaften: Wahlpflicht Verfahrenstechnik: Kernqualifikation: Pflicht Wirtschaftsingenieurwesen - Fachrichtung Logistik und Mobilität: Vertiefung Verkehrsplanung und -systeme: Wahlpflicht		

Lehrveranstaltung L0437: Technische Thermodynamik I	
Typ	Vorlesung
SWS	2
LP	4
Arbeitsaufwand in Stunden	Eigenstudium 92, Präsenzstudium 28
Dozenten	Prof. Arne Speerforck
Sprachen	DE
Zeitraum	SoSe
Inhalt	<ol style="list-style-type: none"> 1. Einführung 2. Grundbegriffe 3. Thermisches Gleichgewicht und Temperatur <ol style="list-style-type: none"> 3.1 Thermische Zustandsgleichung 4. Der erste Hauptsatz <ol style="list-style-type: none"> 4.1 Arbeit und Wärme 4.2 erster Hauptsatz für geschlossene Systeme 4.3 erster Hauptsatz für offene Systeme 4.4 Anwendungsbeispiele 5. Zustandsgleichungen & Zustandsänderungen <ol style="list-style-type: none"> 5.1 Zustandsänderungen 5.2 Kreisprozess 6. Der zweite Hauptsatz <ol style="list-style-type: none"> 6.1 Verallgemeinerung des Carnotprozesses 6.2 Entropie 6.3 Anwendungsbeispiele zum 2. Hauptsatz 6.4 Entropie- und Energiebilanzen; Exergie 7. Thermodynamische Eigenschaften reiner Fluide <ol style="list-style-type: none"> 7.1 Hauptgleichungen der Thermodynamik 7.2 Thermodynamische Potentiale 7.3 Kalorische Zustandsgrößen für beliebige Stoffe 7.4 Zustandsgleichungen (van der Waals u.a.) <p>In der Vorlesung werden Funk-Abstimmungsgeräte („Clicker“) eingesetzt. Die Studierenden können hierdurch das Verständnis des Vorlesungsstoffes direkt überprüfen und dadurch gezielte Fragen an den Dozenten richten. Außerdem erhält der Dozent ein unmittelbares Feedback zum Kenntnisstand der Studierenden und zu Schwächen der eigenen Darstellung des Vorlesungsstoffes.</p>
Literatur	<ul style="list-style-type: none"> • Schmitz, G.: Technische Thermodynamik, TuTech Verlag, Hamburg, 2009 • Baehr, H.D.; Kabelac, S.: Thermodynamik, 15. Auflage, Springer Verlag, Berlin 2012 • Potter, M.; Somerton, C.: Thermodynamics for Engineers, Mc GrawHill, 1993

Lehrveranstaltung L0439: Technische Thermodynamik I	
Typ	Hörsaalübung
SWS	1
LP	1
Arbeitsaufwand in Stunden	Eigenstudium 16, Präsenzstudium 14
Dozenten	Prof. Arne Speerforck
Sprachen	DE
Zeitraum	SoSe
Inhalt	Siehe korrespondierende Vorlesung
Literatur	Siehe korrespondierende Vorlesung

Lehrveranstaltung L0441: Technische Thermodynamik I	
Typ	Gruppenübung
SWS	1
LP	1
Arbeitsaufwand in Stunden	Eigenstudium 16, Präsenzstudium 14
Dozenten	Prof. Arne Speerforck
Sprachen	DE
Zeitraum	SoSe
Inhalt	Siehe korrespondierende Vorlesung
Literatur	Siehe korrespondierende Vorlesung

Modul M0567: Theoretische Elektrotechnik I: Zeitunabhängige Felder			
Lehrveranstaltungen			
Titel	Typ	SWS	LP
Theoretische Elektrotechnik I: Zeitunabhängige Felder (L0180)	Vorlesung	3	5
Theoretische Elektrotechnik I: Zeitunabhängige Felder (L0181)	Gruppenübung	2	1
Modulverantwortlicher	Prof. Christian Schuster		
Zulassungsvoraussetzungen	Keine		
Empfohlene Vorkenntnisse	Grundlagen der Elektrotechnik und der höheren Mathematik (Elektrotechnik I, Elektrotechnik II, Mathematik I, Mathematik II, Mathematik III)		
Modulziele/ angestrebte Lernergebnisse	Nach erfolgreicher Teilnahme haben die Studierenden die folgenden Lernergebnisse erreicht		
Fachkompetenz	<p><i>Wissen</i> Die Studierenden können die grundlegenden Formeln, Zusammenhänge und Methoden der Theorie zeitunabhängiger elektromagnetischer Felder erklären. Sie können das prinzipielle Verhalten von elektrostatischen, magnetostatischen und elektrischen Strömungsfeldern in Abhängigkeit von ihren Quellen erläutern. Sie können die Eigenschaften komplexer elektromagnetischer Felder mit Hilfe des Superpositionsprinzips auf Basis einfacher Feldlösungen beschreiben. Sie können einen Überblick über die Anwendungen zeitunabhängiger elektromagnetischer Felder in der elektrotechnischen Praxis geben.</p> <p><i>Fertigkeiten</i> Die Studierenden können die integrale Form der Maxwellgleichung zur Lösung hochsymmetrischer Probleme zeitunabhängiger elektromagnetischer Feldprobleme anwenden. Ebenso können sie eine Reihe von Verfahren zur Lösung der differentiellen Form der Maxwellgleichung für allgemeinere Feldprobleme anwenden. Sie können einschätzen, welche prinzipiellen Effekte gewisse zeitunabhängige Feldquellen erzeugen und können diese quantitativ analysieren. Sie können abgeleitete Größen zur Charakterisierung elektrostatischer, magnetostatischer und elektrischer Strömungsfelder (Kapazitäten, Induktivitäten, Widerstände usw.) aus den Feldern ableiten und für die Anwendung in der elektrotechnischen Praxis dimensionieren.</p>		
Personale Kompetenzen	<p><i>Sozialkompetenz</i> Die Studierenden können in kleinen Gruppen fachspezifische Aufgaben gemeinsam bearbeiten und Ergebnisse in geeigneter Weise präsentieren (z.B. während der Kleingruppenübungen).</p> <p><i>Selbstständigkeit</i> Die Studierenden sind in der Lage, die notwendigen Informationen aus den angegebenen Literaturquellen zu beschaffen und in den Kontext der Vorlesung zu setzen. Sie können ihren Wissensstand mit Hilfe vorlesungsbegleitender Maßnahmen (Quiz-Fragen in den Vorlesungen, klausurnahe Aufgaben) kontinuierlich überprüfen und auf dieser Basis ihre Lernprozesse steuern. Sie können ihr erlangtes Wissen mit den Inhalten anderer Lehrveranstaltungen (z.B. Elektrotechnik I und Mathematik) verknüpfen.</p>		
Arbeitsaufwand in Stunden	Eigenstudium 110, Präsenzstudium 70		
Leistungspunkte	6		
Studienleistung	Keine		
Prüfung	Klausur		
Prüfungsdauer und -umfang	90-150 Minuten		
Zuordnung zu folgenden Curricula	Allgemeine Ingenieurwissenschaften (7 Semester): Vertiefung Elektrotechnik: Pflicht Elektrotechnik: Kernqualifikation: Pflicht Informatik-Ingenieurwesen: Vertiefung II. Mathematik & Ingenieurwissenschaften: Wahlpflicht Mechatronik: Vertiefung Elektrische Systeme: Pflicht Technomathematik: Vertiefung III. Ingenieurwissenschaften: Wahlpflicht		

Lehrveranstaltung L0180: Theoretische Elektrotechnik I: Zeitunabhängige Felder	
Typ	Vorlesung
SWS	3
LP	5
Arbeitsaufwand in Stunden	Eigenstudium 108, Präsenzstudium 42
Dozenten	Prof. Christian Schuster
Sprachen	DE
Zeitraum	SoSe
Inhalt	<ul style="list-style-type: none"> - Maxwell'sche Gleichungen in integraler und differentieller Form - Rand- und Sprungbedingungen - Energieerhaltungssatz und Ladungserhaltungssatz - Klassifikation elektromagnetischen Feldverhaltens - Integrale Größen zeitunabhängiger Felder (R,L,C) - Allgemeine Lösungsverfahren für die Poissongleichung - Elektrostatische Felder und ihre speziellen Lösungsmethoden - Magnetostatische Felder und ihre speziellen Lösungsmethoden - Elektrische Strömungsfelder und ihre speziellen Lösungsmethoden - Kraftwirkung in zeitunabhängigen Feldern - Numerische Methoden zur Lösung zeitunabhängiger Probleme <p>Der praktische Umgang mit numerischen Methoden wird durch interaktives Bearbeiten von MATLAB-Programmen in besonders vorbereiteten Vorlesungen geübt.</p>
Literatur	<ul style="list-style-type: none"> - G. Lehner, "Elektromagnetische Feldtheorie: Für Ingenieure und Physiker", Springer (2010) - H. Henke, "Elektromagnetische Felder: Theorie und Anwendung", Springer (2011) - W. Nolting, "Grundkurs Theoretische Physik 3: Elektrodynamik", Springer (2011) - D. Griffiths, "Introduction to Electrodynamics", Pearson (2012) - J. Edminister, "Schaum's Outline of Electromagnetics", McGraw-Hill (2013) - Richard Feynman, "Feynman Lectures on Physics: Volume 2", Basic Books (2011)

Lehrveranstaltung L0181: Theoretische Elektrotechnik I: Zeitunabhängige Felder	
Typ	Gruppenübung
SWS	2
LP	1
Arbeitsaufwand in Stunden	Eigenstudium 2, Präsenzstudium 28
Dozenten	Prof. Christian Schuster
Sprachen	DE
Zeitraum	SoSe
Inhalt	Siehe korrespondierende Vorlesung
Literatur	Siehe korrespondierende Vorlesung

Modul M0755: Geotechnik II			
Lehrveranstaltungen			
Titel		Typ	SWS LP
Grundbau (L0552)		Vorlesung	2 2
Grundbau (L0553)		Hörsaalübung	2 2
Grundbau (L1494)		Gruppenübung	2 2
Modulverantwortlicher	Prof. Jürgen Grabe		
Zulassungsvoraussetzungen	Keine		
Empfohlene Vorkenntnisse	Module: <ul style="list-style-type: none"> • Mechanik I-II • Geotechnik I 		
Modulziele/ angestrebte Lernergebnisse	Nach erfolgreicher Teilnahme haben die Studierenden die folgenden Lernergebnisse erreicht		
Fachkompetenz	<p><i>Wissen</i> Die Studierenden sind in der Lage, die grundlegenden Prinzipien und Verfahren zum Nachweis und zur Bemessung im Grundbau zu beschreiben.</p> <p><i>Fertigkeiten</i> Die Studierenden können die grundlegenden Prinzipien und Verfahren zum Nachweis und zur Bemessung im Grundbau anwenden. Sie sind insbesondere in der Lage,</p> <ul style="list-style-type: none"> • die Standsicherheit und Gebrauchstauglichkeit für Flachgründungen nachzuweisen, • das Prinzip der Tragfähigkeit von Pfahlgründungen anzuwenden, • aus verschiedenen Verfahren der Baugrundverbesserung je nach konkreter Problemstellung eine begründete Auswahl zu treffen, • Stützmauern und -wände zu bemessen. 		
Personale Kompetenzen	<p><i>Sozialkompetenz</i> Die Studierenden können in Gruppen zu Arbeitsergebnissen kommen und sich gegenseitig bei der Lösungsfindung unterstützen.</p> <p><i>Selbstständigkeit</i> Die Studierenden sind in der Lage, ihre eigenen Stärken und Schwächen einzuschätzen und darauf basierend ihr Zeit- und Lernmanagement zu organisieren.</p>		
Arbeitsaufwand in Stunden	Eigenstudium 96, Präsenzstudium 84		
Leistungspunkte	6		
Studienleistung	Verpflichtend Bonus	Art der Studienleistung	Beschreibung
	Nein 20 %	Testate	
Prüfung	Klausur		
Prüfungsdauer und -umfang	90 Minuten		
Zuordnung zu folgenden Curricula	Allgemeine Ingenieurwissenschaften (7 Semester): Vertiefung Bauingenieurwesen: Wahlpflicht Bau- und Umweltingenieurwesen: Vertiefung Bauingenieurwesen: Pflicht Bau- und Umweltingenieurwesen: Vertiefung Verkehr und Mobilität: Wahlpflicht Bau- und Umweltingenieurwesen: Vertiefung Wasser und Umwelt: Wahlpflicht Technomathematik: Vertiefung III. Ingenieurwissenschaften: Wahlpflicht		

Lehrveranstaltung L0552: Grundbau	
Typ	Vorlesung
SWS	2
LP	2
Arbeitsaufwand in Stunden	Eigenstudium 32, Präsenzstudium 28
Dozenten	Prof. Jürgen Grabe
Sprachen	DE
Zeitraum	SoSe
Inhalt	<ul style="list-style-type: none"> • Flachgründungen • Pfahlgründungen • Baugrundverbesserung • Stützmauern • Stützwände • Unterfangungen • Grundwasserhaltung • Dichtwände
Literatur	<ul style="list-style-type: none"> • Vorlesung/Übung s. www.tu-harburg.de/gbt • Grabe, J. (2004): Bodenmechanik und Grundbau • Kolymbas, D. (1998): Geotechnik - Bodenmechanik und Grundbau • Grundbau-Taschenbuch, neueste Auflage

Lehrveranstaltung L0553: Grundbau	
Typ	Hörsaalübung
SWS	2
LP	2
Arbeitsaufwand in Stunden	Eigenstudium 32, Präsenzstudium 28
Dozenten	Prof. Jürgen Grabe
Sprachen	DE
Zeitraum	SoSe
Inhalt	Siehe korrespondierende Vorlesung
Literatur	Siehe korrespondierende Vorlesung

Lehrveranstaltung L1494: Grundbau	
Typ	Gruppenübung
SWS	2
LP	2
Arbeitsaufwand in Stunden	Eigenstudium 32, Präsenzstudium 28
Dozenten	Prof. Jürgen Grabe
Sprachen	DE
Zeitraum	SoSe
Inhalt	Siehe korrespondierende Vorlesung
Literatur	Siehe korrespondierende Vorlesung

Modul M0672: Signale und Systeme			
Lehrveranstaltungen			
Titel		Typ	SWS LP
Signale und Systeme (L0432)		Vorlesung	3 4
Signale und Systeme (L0433)		Gruppenübung	2 2
Modulverantwortlicher	Prof. Gerhard Bauch		
Zulassungsvoraussetzungen	Keine		
Empfohlene Vorkenntnisse	Mathematik 1-3 Das Modul führt in das Thema der Signal- und Systemtheorie ein. Sicherer Umgang mit grundlegenden mathematischen Methoden, wie sie in den Modulen Mathematik 1-3 vermittelt werden, wird erwartet. Darüber hinaus sind Vorkenntnisse in Grundlagen von Spektraltransformationen (Fourier-Reihe, Fourier-Transformation, Laplace-Transformation) zwar nützlich, aber keine Voraussetzung.		
Modulziele/ angestrebte Lernergebnisse	Nach erfolgreicher Teilnahme haben die Studierenden die folgenden Lernergebnisse erreicht		
Fachkompetenz	<p><i>Wissen</i> Die Studierenden können Signale und lineare zeitinvariante (LTI) Systeme im Sinne der Signal- und Systemtheorie klassifizieren und beschreiben. Sie beherrschen die grundlegenden Integraltransformationen zeitkontinuierlicher und zeitdiskreter deterministischer Signale und Systeme. Sie können deterministische Signale und Systeme in Zeit- und Bildbereich mathematisch beschreiben und analysieren. Sie verstehen elementare Operationen und Konzepte der Signalverarbeitung und können diese in Zeit- und Bildbereich beschreiben. Insbesondere verstehen Sie die mit dem Übergang vom zeitkontinuierlichen zum zeitdiskreten Signal bzw. System einhergehenden Effekte in Zeit- und Bildbereich.</p> <p>Die Studierenden kennen die Vorlesungs- und Übungsinhalte und können diese erläutern sowie auf neue Fragestellungen anwenden.</p> <p><i>Fertigkeiten</i> Die Studierenden können deterministische Signale und lineare zeitinvariante Systeme mit den Methoden der Signal- und Systemtheorie beschreiben und analysieren. Sie können einfache Systeme hinsichtlich wichtiger Eigenschaften wie Betrags- und Phasenfrequenzgang, Stabilität, Linearität etc. analysieren und entwerfen. Sie können den Einfluß von LTI-Systemen auf die Signaleigenschaften in Zeit- und Frequenzbereich beurteilen.</p> <p>Personale Kompetenzen</p> <p><i>Sozialkompetenz</i> Die Studierenden können fachspezifische Aufgaben gemeinsam bearbeiten.</p> <p><i>Selbstständigkeit</i> Die Studierenden sind in der Lage, die notwendigen Informationen aus geeigneten Literaturquellen selbstständig zu beschaffen und in den Kontext der Vorlesung zu setzen. Sie können ihren Wissensstand mit Hilfe vorlesungsbegleitender Maßnahmen (klausurnahe Aufgaben, Software-Tools, Clicker-System) kontinuierlich überprüfen und auf dieser Basis ihre Lernprozesse steuern.</p>		
Arbeitsaufwand in Stunden	Eigenstudium 110, Präsenzstudium 70		
Leistungspunkte	6		
Studienleistung	Keine		
Prüfung	Klausur		
Prüfungsdauer und -umfang	90 min		
Zuordnung zu folgenden Curricula	Allgemeine Ingenieurwissenschaften (7 Semester): Kernqualifikation: Pflicht Computer Science: Vertiefung II. Mathematik und Ingenieurwissenschaften: Wahlpflicht Data Science: Kernqualifikation: Pflicht Elektrotechnik: Kernqualifikation: Pflicht Informatik-Ingenieurwesen: Kernqualifikation: Pflicht Integrierte Gebäudetechnik: Kernqualifikation: Pflicht Maschinenbau: Vertiefung Mechatronik: Wahlpflicht Mechatronik: Kernqualifikation: Pflicht Technomathematik: Vertiefung III. Ingenieurwissenschaften: Wahlpflicht		

Lehrveranstaltung L0432: Signale und Systeme	
Typ	Vorlesung
SWS	3
LP	4
Arbeitsaufwand in Stunden	Eigenstudium 78, Präsenzstudium 42
Dozenten	Prof. Gerhard Bauch
Sprachen	DE/EN
Zeitraum	SoSe
Inhalt	<ul style="list-style-type: none"> • Einführung in die Signal- und Systemtheorie • Signale <ul style="list-style-type: none"> ◦ Klassifikation von Signalen <ul style="list-style-type: none"> ▪ Zeitkontinuierliche und zeitdiskrete Signale ▪ Analoge und digitale Signale ▪ Deterministische und zufällige Signale ◦ Beschreibung von LTI-Systemen durch Differentialgleichungen bzw. Differenzgleichungen ◦ Grundlegende Eigenschaften von Signalen und grundlegende Operationen ◦ Elementare Signale

- Distributionen
- Leistung und Energie von Signalen
- Korrelationsfunktionen deterministischer Signale
 - Autokorrelationsfunktion
 - Kreuzkorrelationsfunktion
 - Orthogonale Signale
 - Anwendungen der Korrelation
- Lineare zeitinvariante Systeme (linear time-invariant (LTI) systems)
 - Linearität
 - Zeitinvarianz
 - Beschreibung von LTI-Systemen durch Impulsantwort und Übertragungsfunktion
 - Faltung
 - Faltung und Korrelation
 - Eigenschaften von LTI-Systemen
 - Kausale Systeme
 - Stabile Systeme
 - Gedächtnislose Systeme
- Fourier-Reihe und Fourier-Transformation
 - Fourier-Transformation zeitkontinuierlicher, zeitdiskreter, periodischer und nicht-periodischer Signale
 - Eigenschaften der Fourier-Transformation
 - Fourier-Transformation einiger elementarer Signale
 - Parsevalsches Theorem
- Analyse von LTI-Systemen und Signalen im Frequenzbereich
 - Übertragungsfunktion, Betragsfrequenzgang, Phasengang
 - Übertragungsfaktor, Dämpfung, Gewinn
 - Frequenzselektive und nicht-frequenzselektive LTI-Systeme
 - Bandbreite-Definitionen
 - Grundlegende Typen von Systemen (Filtern): Tiefpass, Hochpass, Bandpass, Bandsperre
 - Phasenlaufzeit und Gruppenlaufzeit
 - Linearphasige Systeme
 - Verzerrungsfreie Systeme
 - Spektralanalyse mit begrenztem Beobachtungsfenster: Leck-Effekt
- Laplace-Transformation
 - Zusammenhang von Fourier-Transformation und Laplace-Transformation
 - Eigenschaften der Laplace-Transformation
 - Laplace-Transformation einiger elementarer Signale
- Analyse von LTI-Systemen im s-Bereich
 - Übertragungsfunktion von LTI-Systemen
 - Zusammenhang von Laplace-Transformation, Betragsfrequenzgang und Phasengang
 - Analyse von LTI-Systemen mit Pol-Nullstellen-Diagrammen
 - Allpass-Filter
 - Minimalphasige, maximalphasige und gemischtphasige Filter
 - Stabile Systeme
- Abtastung
 - Abtasttheorem
 - Rekonstruktion des zeitkontinuierlichen Signals in Frequenz- und Zeitbereich
 - Überabtastung
 - Aliasing
 - Abtastung mit Pulsen endlicher Dauer, Sample and Hold
 - Dezimierung und Interpolation
- Zeitdiskrete Fourier-Transformation (Discrete-Time Fourier Transform (DTFT))
 - Zusammenhang zwischen Fourier-Transformation und DTFT
 - Eigenschaften der DTFT
- Diskrete Fourier-Transformation (Discrete Fourier Transform (DFT))
 - Zusammenhang zwischen DTFT und DFT
 - Zyklische Eigenschaften der DFT
 - DFT-Matrix
 - Zero-Padding
 - Zyklische Faltung
 - Schnelle Fourier-Transformation (Fast Fourier Transform (FFT))
 - Anwendung der DFT: Orthogonal Frequency Division Multiplex (OFDM)
- Z-Transformation
 - Zusammenhang zwischen Laplace-Transformation, DTFT, und z-Transformation
 - Eigenschaften der z-Transformation
 - Z-transform einiger elementarer zeitdiskreter Signale
- Zeitdiskrete Systeme, Digitale Filter
 - FIR und IIR Filter
 - Z-Transformation digitaler Filter
 - Analyse zeitdiskreter Systeme mit Pol-Nullstellen-Diagrammen im z-Bereich
 - Stabilität
 - Allpass-Filter
 - Minimalphasige, maximalphasige und gemischtphasige Filter
 - Linearphasige Filter

Literatur	<ul style="list-style-type: none"> • T. Frey , M. Bossert , Signal- und Systemtheorie, B.G. Teubner Verlag 2004 • K. Kammeyer, K. Kroschel, Digitale Signalverarbeitung, Teubner Verlag. • B. Girod ,R. Rabensteiner , A. Stenger , Einführung in die Systemtheorie, B.G. Teubner, Stuttgart, 1997 • J.R. Ohm, H.D. Lüke , Signalübertragung, Springer-Verlag 8. Auflage, 2002 • S. Haykin, B. van Veen: Signals and systems. Wiley. • Oppenheim, A.S. Willsky: Signals and Systems. Pearson. • Oppenheim, R. W. Schafer: Discrete-time signal processing. Pearson.
------------------	--

Lehrveranstaltung L0433: Signale und Systeme	
Typ	Gruppenübung
SWS	2
LP	2
Arbeitsaufwand in Stunden	Eigenstudium 32, Präsenzstudium 28
Dozenten	Prof. Gerhard Bauch
Sprachen	DE/EN
Zeitraum	SoSe
Inhalt	Siehe korrespondierende Vorlesung
Literatur	Siehe korrespondierende Vorlesung

Modul M1803: Technische Mechanik II (Elastostatik)			
Lehrveranstaltungen			
Titel	Typ	SWS	LP
Technische Mechanik II (Elastostatik) (L0493)	Vorlesung	2	2
Technische Mechanik II (Elastostatik) (L1691)	Hörsaalübung	2	2
Technische Mechanik II (Elastostatik) (L0494)	Gruppenübung	2	2
Modulverantwortlicher	Prof. Christian Cyron		
Zulassungsvoraussetzungen	Keine		
Empfohlene Vorkenntnisse	Mechanik I, Mathematik I (Grundkenntnisse der Starrkörpermechanik wie Kräfte- und Momentengleichgewicht, Grundkenntnisse der linearen Algebra wie Vektor-Matrix-Rechnung, Grundkenntnisse der Integral- und Differentialrechnung)		
Modulziele/ angestrebte Lernergebnisse	Nach erfolgreicher Teilnahme haben die Studierenden die folgenden Lernergebnisse erreicht		
Fachkompetenz	<p><i>Wissen</i> Nach erfolgreichen Absolvieren des Moduls kennen und verstehen die Studierenden die Grundkonzepte der Kontinuumsmechanik und Elastostatik, insbesondere Spannung, Verzerrung, Materialgesetze, Dehnung, Biegung, Torsion, Festigkeitsrechnung, Energiemethoden und Stabilitätsversagen.</p> <p><i>Fertigkeiten</i> Nach erfolgreichen Absolvieren des Moduls sind die Studierenden in der Lage, - die wesentlichen Konzepte mathematischer und mechanischer Analyse und Modellbildung im Kontext eigener Fragestellungen umzusetzen - grundlegende Methoden der Elastostatik auf Probleme des Ingenieurwesens anzuwenden, insbesondere im Bereich der Auslegung von Bauteilen - sich eigenständig in weiterführende Aspekte der Elastostatik einzuarbeiten</p>		
Personale Kompetenzen	<p><i>Sozialkompetenz</i> Fähigkeit, komplexe Probleme in der Elastostatik zu kommunizieren, dafür gemeinsam mit anderen Lösungen zu erarbeiten, sowie auch diese Lösungen zu kommunizieren.</p> <p><i>Selbstständigkeit</i> Selbstdisziplin und Durchhaltevermögen bei der eigenständigen Bewältigung komplexer Herausforderungen im Bereich der Elastostatik; Fähigkeit, sich auch sehr abstrakte Kenntnisse anzueignen.</p>		
Arbeitsaufwand in Stunden	Eigenstudium 96, Präsenzstudium 84		
Leistungspunkte	6		
Studienleistung	Keine		
Prüfung	Klausur		
Prüfungsdauer und -umfang	90 min		
Zuordnung zu folgenden Curricula	Allgemeine Ingenieurwissenschaften (7 Semester): Kernqualifikation: Pflicht Bau- und Umweltingenieurwesen: Kernqualifikation: Pflicht Bioverfahrenstechnik: Kernqualifikation: Pflicht Chemie- und Bioingenieurwesen: Kernqualifikation: Pflicht Elektrotechnik: Kernqualifikation: Wahlpflicht Green Technologies: Energie, Wasser, Klima: Kernqualifikation: Pflicht Integrierte Gebäudetechnik: Kernqualifikation: Pflicht Maschinenbau: Kernqualifikation: Pflicht Mechatronik: Kernqualifikation: Pflicht Orientierungsstudium: Kernqualifikation: Wahlpflicht Schiffbau: Kernqualifikation: Pflicht Technomathematik: Vertiefung III. Ingenieurwissenschaften: Wahlpflicht Verfahrenstechnik: Kernqualifikation: Pflicht Wirtschaftsingenieurwesen - Fachrichtung Logistik und Mobilität: Kernqualifikation: Pflicht		

Lehrveranstaltung L0493: Technische Mechanik II (Elastostatik)	
Typ	Vorlesung
SWS	2
LP	2
Arbeitsaufwand in Stunden	Eigenstudium 32, Präsenzstudium 28
Dozenten	Prof. Christian Cyron
Sprachen	DE
Zeitraum	SoSe
Inhalt	<p>Die Vorlesung Technische Mechanik II führt die Grundkonzepte der Kontinuumsmechanik ein und lehrt, wie diese im Rahmen der sogenannten Elastostatik dazu genutzt werden können, um die elastische Verformung mechanischer Körper unter Belastung zu beschreiben. Schwerpunkte der Vorlesung sind:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Grundbegriffe der Kontinuumsmechanik: Spannungen, Verzerrungen, Materialgesetze • Dehnstab • Torsionsstab • Balken: Biegung, Querschnittskennwerte, Querkraftschub • Energiemethoden: Satz von Betti, Satz von Maxwell, 2. Satz von Castigliano, Satz von Menabrea • Festigkeitsrechnung: Normalspannungshypothese, Schubspannungshypothese, Hypothese der Gestaltänderungsenergie • Stabilität mechanischer Strukturen: Eulerscher Knickstab
Literatur	<ul style="list-style-type: none"> • Gross, D., Hauger, W., Schröder, J., Wall, W.A.: Technische Mechanik 1, Springer • Gross, D., Hauger, W., Schröder, J., Wall, W.A.: Technische Mechanik 2 Elastostatik, Springer

Lehrveranstaltung L1691: Technische Mechanik II (Elastostatik)	
Typ	Hörsaalübung
SWS	2
LP	2
Arbeitsaufwand in Stunden	Eigenstudium 32, Präsenzstudium 28
Dozenten	Prof. Christian Cyron
Sprachen	DE
Zeitraum	SoSe
Inhalt	Siehe korrespondierende Vorlesung
Literatur	Siehe korrespondierende Vorlesung

Lehrveranstaltung L0494: Technische Mechanik II (Elastostatik)	
Typ	Gruppenübung
SWS	2
LP	2
Arbeitsaufwand in Stunden	Eigenstudium 32, Präsenzstudium 28
Dozenten	Prof. Christian Cyron
Sprachen	DE
Zeitraum	SoSe
Inhalt	Siehe korrespondierende Vorlesung
Literatur	Siehe korrespondierende Vorlesung

Modul M0580: Baustoffgrundlagen und Bauphysik			
Lehrveranstaltungen			
Titel		Typ	SWS
Bauphysik (L0217)		Vorlesung	2
Bauphysik (L0219)		Hörsaalübung	1
Bauphysik (L0247)		Gruppenübung	1
Grundlagen der Baustoffe (L0215)		Vorlesung	2
Modulverantwortlicher	Prof. Frank Schmidt-Döhl		
Zulassungsvoraussetzungen	Keine		
Empfohlene Vorkenntnisse	Schulwissen in Physik, Chemie und Mathematik		
Modulziele/ angestrebte Lernergebnisse	Nach erfolgreicher Teilnahme haben die Studierenden die folgenden Lernergebnisse erreicht		
Fachkompetenz			
<i>Wissen</i>	Die Studierenden sind in der Lage grundlegende Beanspruchungen von Werkstoffen und Bauteilen zu erkennen, unterschiedliche Arten des mechanischen Verhaltens zu erklären, das Gefüge von Baustoffen und den Zusammenhang zwischen Gefügeeigenschaften und anderen Eigenschaften zu beschreiben, Fügeverfahren und Korrosionsprozesse darzustellen sowie die wesentlichen Gesetzmäßigkeiten sowie Baustoff- und Bauteilkenngrößen und deren Ermittlung im Bereich des Feuchteschutzes, des Wärmeschutzes, des Brandschutzes und des Schallschutzes zu beschreiben.		
<i>Fertigkeiten</i>	Die Studierenden können die wichtigsten normgemäßen Nachweise im Bereich des Feuchteschutzes, der Energieeinsparverordnung, des Brandschutzes und des Schallschutzes für ein sehr einfaches Gebäude führen.		
Personale Kompetenzen			
<i>Sozialkompetenz</i>	Die Studierenden sind in der Lage sich bei der Aneignung des sehr umfangreichen Fachwissens gegenseitige Hilfestellung zu geben.		
<i>Selbstständigkeit</i>	Die Studierenden sind in der Lage sich das Fachwissen eines sehr umfangreichen Fachgebietes anzueignen und die dafür notwendige terminliche Planung und notwendigen Arbeitsschritte durchzuführen.		
Arbeitsaufwand in Stunden	Eigenstudium 96, Präsenzstudium 84		
Leistungspunkte	6		
Studienleistung	Keine		
Prüfung	Klausur		
Prüfungsdauer und -umfang	2 stündige Klausur		
Zuordnung zu folgenden Curricula	Allgemeine Ingenieurwissenschaften (7 Semester): Vertiefung Bauingenieurwesen: Pflicht Bau- und Umweltingenieurwesen: Kernqualifikation: Pflicht Orientierungsstudium: Kernqualifikation: Wahlpflicht Technomathematik: Vertiefung III. Ingenieurwissenschaften: Wahlpflicht		

Lehrveranstaltung L0217: Bauphysik	
Typ	Vorlesung
SWS	2
LP	2
Arbeitsaufwand in Stunden	Eigenstudium 32, Präsenzstudium 28
Dozenten	Prof. Frank Schmidt-Döhl
Sprachen	DE
Zeitraum	WiSe
Inhalt	Wärmetransport, Wärmebrücken, Energieverbrauchsbilanzen, Energieeinsparverordnung, Sommerlicher Wärmeschutz, Feuchtettransport, Tauwasser, Schimmelvermeidung, Brandschutz, Schallschutz
Literatur	Fischer, H.-M. ; Freymuth, H.; Häupl, P.; Homann, M.; Jenisch, R.; Richter, E.; Stohrer, M.: Lehrbuch der Bauphysik. Vieweg und Teubner Verlag, Wiesbaden, ISBN 978-3-519-55014-3

Lehrveranstaltung L0219: Bauphysik	
Typ	Hörsaalübung
SWS	1
LP	1
Arbeitsaufwand in Stunden	Eigenstudium 16, Präsenzstudium 14
Dozenten	Prof. Frank Schmidt-Döhl
Sprachen	DE
Zeitraum	WiSe
Inhalt	Siehe korrespondierende Vorlesung
Literatur	Siehe korrespondierende Vorlesung

Lehrveranstaltung L0247: Bauphysik	
Typ	Gruppenübung
SWS	1
LP	1
Arbeitsaufwand in Stunden	Eigenstudium 16, Präsenzstudium 14
Dozenten	Prof. Frank Schmidt-Döhl
Sprachen	DE
Zeitraum	WiSe
Inhalt	Siehe korrespondierende Vorlesung
Literatur	Siehe korrespondierende Vorlesung

Lehrveranstaltung L0215: Grundlagen der Baustoffe	
Typ	Vorlesung
SWS	2
LP	2
Arbeitsaufwand in Stunden	Eigenstudium 32, Präsenzstudium 28
Dozenten	Prof. Frank Schmidt-Döhl
Sprachen	DE
Zeitraum	WiSe
Inhalt	Gefüge von Baustoffen Beanspruchungen Grundzüge des mechanischen Verhaltens Materialprüfung Grundlagen der Metallkunde Fügeverfahren und Haftung
Literatur	Wendehorst, R.: Baustoffkunde. ISBN 3-8351-0132-3 Scholz, W.: Baustoffkenntnis. ISBN 3-8041-4197-8

Modul M0687: Chemie			
Lehrveranstaltungen			
Titel	Typ	SWS	LP
Chemie I+II (L0460)	Vorlesung	4	4
Chemie I+II (L0475)	Hörsaalübung	2	2
Modulverantwortlicher	Dr. Dorothea Rechtenbach		
Zulassungsvoraussetzungen	Keine		
Empfohlene Vorkenntnisse	keine		
Modulziele/ angestrebte Lernergebnisse	Nach erfolgreicher Teilnahme haben die Studierenden die folgenden Lernergebnisse erreicht		
Fachkompetenz	Die Studierenden sind in der Lage, grundlegende Zusammenhänge und Prinzipien in der Allgemeinen Chemie (Atombau, Periodensystem, Bindungstypen), der physikalischen Chemie (Aggregatzustände, Stofftrennung, Thermodynamik, Kinetik), der Anorganischen Chemie (Säure/Basen, pH-Wert, Salze, Löslichkeit, Redox, Metalle) und der Organischen Chemie (aliphate Kohlenwasserstoffe, funktionelle Gruppen, Carbonylverbindungen, Aromaten, Reaktionsmechanismen, Naturstoffe, Kunststoffe) zu benennen und einzuordnen. Des Weiteren können die Studierenden grundlegende chemische Fachbegriffe erklären.		
<i>Wissen</i>			
<i>Fertigkeiten</i>	Die Studierenden sind in der Lage, Stoffgruppen und chemische Verbindungen zu beschreiben und auf dieser Grundlage einschlägige Methoden und verschiedene Reaktionsmechanismen zu erklären bzw. auszuwählen und anzuwenden.		
Personale Kompetenzen	Die Studierenden sind in der Lage, in interdisziplinären Teams mit lösungsorientierten eigenen Positionen zu Diskussionen chemischer Sachverhalte und Probleme beizutragen.		
<i>Sozialkompetenz</i>			
<i>Selbstständigkeit</i>	Die Studierenden können chemische Fragestellungen selbständig zu lösen, ihre Lösungswege argumentativ verteidigen und dokumentieren.		
Arbeitsaufwand in Stunden	Eigenstudium 96, Präsenzstudium 84		
Leistungspunkte	6		
Studienleistung	Keine		
Prüfung	Klausur		
Prüfungsdauer und -umfang	120 min		
Zuordnung zu folgenden Curricula	Allgemeine Ingenieurwissenschaften (7 Semester): Kernqualifikation: Pflicht Bau- und Umweltingenieurwesen: Kernqualifikation: Pflicht Technomathematik: Vertiefung III. Ingenieurwissenschaften: Wahlpflicht		

Lehrveranstaltung L0460: Chemie I+II	
Typ	Vorlesung
SWS	4
LP	4
Arbeitsaufwand in Stunden	Eigenstudium 64, Präsenzstudium 56
Dozenten	Dr. Christoph Wutz
Sprachen	DE
Zeitraum	WiSe
Inhalt	<p>Chemie I:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Aufbau der Materie - Periodensystem - Elektronegativität der Elemente - chemische Bindungstypen - Festkörperverbindungen - Chemie des Wassers - chemische Reaktionen und Gleichgewichte - Thermodynamische Grundlagen - Säure-Base-Reaktionen - Redoxvorgänge <p>Chemie II:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Einfache Verbindungen des Kohlenstoffs, Alkane, Alkene, aromatische Kohlenwasserstoffe, - Alkohole, Phenole, Ether, Aldehyde, Ketone, Carbonsäuren, Ester, Amine, Aminosäuren, Fette, Zucker - Reaktionsmechanismen, Radikalreaktionen, Nucleophile Substitution, Eliminierungsreaktionen, Additionsreaktionen - Praktische Anwendungen und Beispiele
Literatur	<ul style="list-style-type: none"> - Blumenthal, Linke, Vieth: Chemie - Grundwissen für Ingenieure - Kickelbick: Chemie für Ingenieure (Pearson) - Mortimer: Chemie. Basiswissen der Chemie. - Brown, LeMay, Bursten: Chemie. Studieren kompakt. - Schmuck: Basisbuch Organische Chemie (Pearson)

Lehrveranstaltung L0475: Chemie I+II	
Typ	Hörsaalübung
SWS	2
LP	2
Arbeitsaufwand in Stunden	Eigenstudium 32, Präsenzstudium 28
Dozenten	Dr. Dorothea Rechtenbach
Sprachen	DE
Zeitraum	WiSe
Inhalt	Siehe korrespondierende Vorlesung
Literatur	Siehe korrespondierende Vorlesung

Modul M0740: Baustatik I			
Lehrveranstaltungen			
Titel		Typ	SWS LP
Baustatik I (L0666)		Vorlesung	2 3
Baustatik I (L0667)		Hörsaalübung	3 3
Modulverantwortlicher	Prof. Bastian Oesterle		
Zulassungsvoraussetzungen	Keine		
Empfohlene Vorkenntnisse	Mechanik I, Mathematik I		
Modulziele/ angestrebte Lernergebnisse	Nach erfolgreicher Teilnahme haben die Studierenden die folgenden Lernergebnisse erreicht		
Fachkompetenz	<p><i>Wissen</i> Nach erfolgreichem Absolvieren dieses Moduls können die Studierenden die grundlegenden Aspekte der linearen Stabstatik statisch bestimmter und unbestimmter Systeme wiedergeben.</p> <p><i>Fertigkeiten</i> Nach erfolgreichem Absolvieren dieses Moduls sind die Studierenden in der Lage statisch bestimmte und statisch unbestimmte Tragwerke zu unterscheiden und für statisch bestimmte ebene und räumliche Rahmentragwerke und Fachwerke Zustandsgrößen zu berechnen und Einflusslinien zu konstruieren.</p>		
Personale Kompetenzen	<p><i>Sozialkompetenz</i> Die Studierenden können</p> <ul style="list-style-type: none"> • wissenschaftliche Aufgabenstellungen fachspezifisch und fachübergreifend diskutieren, • ihre eigenen Ergebnisse und Ideen vor Kommiliton*innen und Dozent*innen vertreten • fachlich konstruktives Feedback geben und • mit Rückmeldungen zu ihren eigenen Leistungen umgehen 		
<i>Selbstständigkeit</i>	Die Studierenden sind in der Lage Hausübungen selbständig zu bearbeiten. Durch das semesterbegleitende Feedback wird es ihnen ermöglicht, sich während des Semesters selbst einzuschätzen.		
Arbeitsaufwand in Stunden	Eigenstudium 110, Präsenzstudium 70		
Leistungspunkte	6		
Studienleistung	Verpflichtend Bonus	Art der Studienleistung	Beschreibung
	Nein 10 %	Schriftliche Ausarbeitung	Hausübungen mit Testat, betreut durch Studentische Tutoren (Tutorium)
Prüfung	Klausur		
Prüfungsdauer und -umfang	90 Minuten		
Zuordnung zu folgenden Curricula	Allgemeine Ingenieurwissenschaften (7 Semester): Vertiefung Bauingenieurwesen: Pflicht Bau- und Umweltingenieurwesen: Kernqualifikation: Pflicht Logistik und Mobilität: Vertiefung Verkehrsplanung und -systeme: Wahlpflicht Technomathematik: Vertiefung III. Ingenieurwissenschaften: Wahlpflicht Wirtschaftsingenieurwesen - Fachrichtung Logistik und Mobilität: Vertiefung II. Verkehrsplanung und -systeme: Wahlpflicht		

Lehrveranstaltung L0666: Baustatik I	
Typ	Vorlesung
SWS	2
LP	3
Arbeitsaufwand in Stunden	Eigenstudium 62, Präsenzstudium 28
Dozenten	Prof. Bastian Oesterle
Sprachen	DE
Zeitraum	WiSe
Inhalt	<ul style="list-style-type: none"> • Modellbildung und Systemerkennung • Ebene und räumliche Stabtheorie • Tragwerksbeurteilung, Grad der statischen Unbestimmtheit und Kinematik • Berechnung von Kraft- und Verschiebungsgrößen • Prinzip der virtuellen Arbeiten, Reduktionssatz • Einflusslinien • Kraftgrößenverfahren für statisch unbestimmte Tragwerke
Literatur	<ul style="list-style-type: none"> • Vorlesungsmanuskript • Bletzinger et al.: Aufgabensammlung zur Baustatik: Übungsaufgaben zur Berechnung ebener Stabtragwerke. Hanser. • Dinkler: Grundlagen der Baustatik. Springer. • Marti: Baustatik. Ernst und Sohn.

Lehrveranstaltung L0667: Baustatik I	
Typ	Hörsaalübung
SWS	3
LP	3
Arbeitsaufwand in Stunden	Eigenstudium 48, Präsenzstudium 42
Dozenten	Prof. Bastian Oesterle
Sprachen	DE
Zeitraum	WiSe
Inhalt	Siehe korrespondierende Vorlesung
Literatur	Siehe korrespondierende Vorlesung

Modul M0933: Grundlagen der Werkstoffwissenschaften			
Lehrveranstaltungen			
Titel	Typ	SWS	LP
Grundlagen der Werkstoffwissenschaft I (L1085)	Vorlesung	2	2
Grundlagen der Werkstoffwissenschaft II (Keramische Hochleistungswerkstoffe, Kunststoffe und Verbundwerkstoffe) (L0506)	Vorlesung	2	2
Physikalische und Chemische Grundlagen der Werkstoffwissenschaften (L1095)	Vorlesung	2	2
Modulverantwortlicher	Prof. Jörg Weißmüller		
Zulassungsvoraussetzungen	Keine		
Empfohlene Vorkenntnisse	Physik, Chemie und Mathematik der gymnasialen Oberstufe.		
Modulziele/ angestrebte Lernergebnisse	Nach erfolgreicher Teilnahme haben die Studierenden die folgenden Lernergebnisse erreicht		
Fachkompetenz	<p><i>Wissen</i> Die Studenten verfügen über grundlegende Kenntnisse zu Metallen, Keramiken und Polymeren und können diese verständlich wiedergeben. Grundlegende Kenntnisse betreffen dabei insbesondere die Fragen nach atomarem Aufbau, Gefüge, Phasendiagrammen, Phasenumwandlungen, Korrosion und mechanischen Eigenschaften. Die Studenten kennen die wichtigsten Aspekte der Methodik bei der Untersuchung von Werkstoffen und können methodische Zugänge zu gegebene Eigenschaften benennen.</p> <p><i>Fertigkeiten</i> Die Studenten sind in der Lage, Materialphänomene auf die zu Grunde liegenden physikalisch-chemischen Naturgesetze zurückzuführen. Mit Materialphänomenen sind hier mechanische Eigenschaften wie Festigkeit, Duktilität und Steifigkeit gemeint, sowie chemische Eigenschaften wie Korrosionsbeständigkeit und Phasenumwandlungen wie Erstarrung, Ausscheidung, oder Schmelzen. Die Studenten können die Beziehung zwischen den Verarbeitungsbedingungen und dem Gefüge erklären und sie können die Auswirkungen des Gefüges auf das Materialverhalten darstellen.</p>		
Personale Kompetenzen	<p><i>Sozialkompetenz</i> -</p> <p><i>Selbstständigkeit</i> -</p>		
Arbeitsaufwand in Stunden	Eigenstudium 96, Präsenzstudium 84		
Leistungspunkte	6		
Studienleistung	Keine		
Prüfung	Klausur		
Prüfungsdauer und -umfang	180 min		
Zuordnung zu folgenden Curricula	Allgemeine Ingenieurwissenschaften (7 Semester): Vertiefung Maschinenbau: Pflicht Allgemeine Ingenieurwissenschaften (7 Semester): Vertiefung Medizingenieurwesen: Pflicht Allgemeine Ingenieurwissenschaften (7 Semester): Vertiefung Schiffbau: Pflicht Allgemeine Ingenieurwissenschaften (7 Semester): Vertiefung Advanced Materials: Pflicht Data Science: Vertiefung II. Anwendung: Wahlpflicht Green Technologies: Energie, Wasser, Klima: Vertiefung Energietechnik: Wahlpflicht Green Technologies: Energie, Wasser, Klima: Vertiefung Maritime Technologien: Wahlpflicht Logistik und Mobilität: Vertiefung Produktionsmanagement und Prozesse: Wahlpflicht Maschinenbau: Kernqualifikation: Pflicht Mechatronik: Kernqualifikation: Pflicht Schiffbau: Kernqualifikation: Pflicht Technomathematik: Vertiefung III. Ingenieurwissenschaften: Wahlpflicht Wirtschaftsingenieurwesen - Fachrichtung Logistik und Mobilität: Vertiefung II. Produktionsmanagement und Prozesse: Wahlpflicht		

Lehrveranstaltung L1085: Grundlagen der Werkstoffwissenschaft I	
Typ	Vorlesung
SWS	2
LP	2
Arbeitsaufwand in Stunden	Eigenstudium 32, Präsenzstudium 28
Dozenten	Prof. Jörg Weißmüller
Sprachen	DE
Zeitraum	WiSe
Inhalt	<p>Grundlegende Kenntnisse zu Metallen: Atomarer Aufbau, Gefüge, Phasendiagramme, Phasenumwandlungen, Erholungsvorgänge, Mechanische Prüfung, Mechanische Eigenschaften, Konstruktionswerkstoffe</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Einleitung <ol style="list-style-type: none"> a. Materialwissenschaften - was ist das? b. Relevanz für den Ingenieur 2. Aufbau von Werkstoffen <ol style="list-style-type: none"> a. Gefüge b. Kristallaufbau c. Kristallsymmetrie und anisotrope Materialeigenschaften d. Gitterfehlordnung e. Atomare Bindungen und Bauprinzipien für Kristalle 3. Phasendiagramme und Kinetik <ol style="list-style-type: none"> a. Phasendiagramme b. Phasenumwandlungen c. Keimbildung und Kristallisation d. Zeit-Temperatur-Umwandlungsdiagramme; Ausscheidungshärtung e. Diffusion f. Erholung, Rekristallisation und Kornwachstum; Kalt- und Warmumformung 4. Mechanische Eigenschaften <ol style="list-style-type: none"> a. Phänomenologie des Zugversuchs b. Prüfverfahren c. Grundlagen der Versetzungsplastizität d. Härtungsmechanismen 5. Konstruktionswerkstoffe: Stahl und Gusseisen <ol style="list-style-type: none"> a. Phasendiagramm Fe-C b. Härbarkeit von Stählen c. Martensitumwandlung d. Unlegierte (Kohlenstoff-) und legierte Stähle e. Rostfreie Stähle f. Gusseisen g. Wie macht man Stahl? <p>In der Vorlesung werden Funk-Abstimmungsgeräte („Clicker“) eingesetzt, um die Studierenden aktiv an der Vorlesung teilhaben zu lassen. Außerdem können die Studierenden mit Hilfe von Anschauungsmaterial (Bauteile, Formen usw.) die theoretischen Vorlesungsinhalte unmittelbar nachvollziehen.</p>
Literatur	<p>Vorlesungsskript</p> <p>W.D. Callister: Materials Science and Engineering - An Introduction. 5th ed., John Wiley & Sons, Inc., New York, 2000, ISBN 0-471-32013-7</p> <p>P. Haasen: Physikalische Metallkunde. Springer 1994</p>

Lehrveranstaltung L0506: Grundlagen der Werkstoffwissenschaft II (Keramische Hochleistungswerkstoffe, Kunststoffe und Verbundwerkstoffe)	
Typ	Vorlesung
SWS	2
LP	2
Arbeitsaufwand in Stunden	Eigenstudium 32, Präsenzstudium 28
Dozenten	Prof. Bodo Fiedler, Prof. Gerold Schneider
Sprachen	DE
Zeitraum	WiSe
Inhalt	<p>Grundlegende Kenntnisse zu Keramiken, Kunststoffen und Verbundwerkstoffen: Herstellung, Verarbeitung, Struktur und Eigenschaften</p> <p>Vermittlung von grundlegenden Kenntnissen und Methoden; Grundkenntnisse zum Aufbau und Eigenschaften von Keramiken, Kunststoffen und Verbundwerkstoffen; Vermittlung von Methodik bei der Untersuchung von Werkstoffen.</p>
Literatur	<p>Vorlesungsskript</p> <p>W.D. Callister: Materials Science and Engineering -An Introduction-5th ed., John Wiley & Sons, Inc., New York, 2000, ISBN 0-471-32013-7</p>

Lehrveranstaltung L1095: Physikalische und Chemische Grundlagen der Werkstoffwissenschaften	
Typ	Vorlesung
SWS	2
LP	2
Arbeitsaufwand in Stunden	Eigenstudium 32, Präsenzstudium 28
Dozenten	Gregor Vonbun-Feldbauer
Sprachen	DE
Zeitraum	WiSe
Inhalt	<ul style="list-style-type: none"> • Motivation: „Atome im Maschinenbau?“ • Grundbegriffe: Kraft und Energie • Die elektromagnetische Wechselwirkung • „Detour“: Mathematische Grundlagen (komplexe e-Funktion etc.) • Das Atom: Bohrsches Atommodell • Chemische Bindung • Das Vielteilchenproblem: Lösungsansätze und Strategien • Beschreibung von Nahordnungsphänomene mittels statistischer Thermodynamik • Elastizitätstheorie auf atomarer Basis • Konsequenzen des atomaren Verhaltens auf makroskopische Eigenschaften: Diskussion von Beispielen (Metalllegierungen, Halbleiter, Hybridsysteme)
Literatur	<p>Für den Elektromagnetismus:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Bergmann-Schäfer: „Lehrbuch der Experimentalphysik“, Band 2: „Elektromagnetismus“, de Gruyter <p>Für die Atomphysik:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Haken, Wolf: „Atom- und Quantenphysik“, Springer <p>Für die Materialphysik und Elastizität:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Hornbogen, Warlimont: „Metallkunde“, Springer

Modul M0945: Bioverfahrenstechnik - Vertiefung			
Lehrveranstaltungen			
Titel	Typ	SWS	LP
Bioverfahrenstechnik - Vertiefung (L1107)	Vorlesung	2	4
Bioverfahrenstechnik - Vertiefung (L1108)	Gruppenübung	2	2
Modulverantwortlicher	Prof. Anna-Lena Heins		
Zulassungsvoraussetzungen	Keine		
Empfohlene Vorkenntnisse	Inhalt des Moduls "Biochemie und Mikrobiologie" Inhalt des Moduls "Bioverfahrenstechnik Grundlagen"		
Modulziele/ angestrebte Lernergebnisse	Nach erfolgreicher Teilnahme haben die Studierenden die folgenden Lernergebnisse erreicht		
Fachkompetenz	<p><i>Wissen</i></p> Nach Abschluss des Moduls sind die Studierenden in der Lage, -die mikrobiellen, energetischen und verfahrenstechnischen Grundlagen von fermentativen Bioprocessen zu erklären und anzuwenden, - verschiedene kinetische Ansätze für das Wachstum und die Produktbildung verschiedener Mikroorganismen zu erklären und für die Bioprozessentwicklung einzusetzen, - Transportprozesse im Bioreaktor zu quantifizieren und diese zum Scal-up von Bioprocessen heranzuziehen, - die Besonderheiten und Prozessführung verschiedener Fermentationsprozesse zu verstehen und zu beschreiben.		
<i>Fertigkeiten</i>	Die Studierenden sind nach Abschluss des Moduls in der Lage, - für konkrete industrielle Anwendungen (z.B. Kultivierung von Mikroorganismen und tierischen Zellen) wissenschaftliche Fragestellungen oder mögliche praktische Probleme zu identifizieren und Lösungsansätze zu formulieren, - die Anwendung von scale-up-Kriterien für verschiedene Bioreaktoren und Prozesstypen zu bewerten und diese Kriterien auf gegebene bioverfahrenstechnische Probleme (anaerob, aerob bzw. mikroaerob) anzuwenden, - Fragestellungen für die Analyse und Optimierung realer Bioproduktionsprozesse zu formulieren und entsprechende Lösungsansätze abzuleiten, - die Auswirkungen der Energiegenerierung, der Regenerierung des Reduktionsäquivalenten und der Wachstumshemmung auf das Verhalten von Mikroorganismen und auf den Gesamtfermentationsprozess qualitativ zu beschreiben, - Stoffflussbilanzgleichungen aufzustellen und zu lösen, die Parameter verschiedener kinetischer Ansätze zu bestimmen und Immobilisierungs- und Aktivitätsausbeuten zu berechnen, - Prozessführungsstrategien (Batch, Fed-Batch, Konti) geeignet auszuwählen, zu berechnen und zu bewerten.		
Personale Kompetenzen	<p><i>Sozialkompetenz</i></p> Nach Abschluss des Moduls sind die Studierenden in der Lage, in fachlich gemischten Teams wissenschaftliche Fragestellungen zu diskutieren, ihre Ansichten dazu zu vertreten und gemeinsam an gegebenen ingenieurtechnischen und wissenschaftlichen Aufgabenstellungen zu arbeiten.		
<i>Selbstständigkeit</i>	Nach Abschluss des Moduls sind die Teilnehmer in der Lage, sich selbst Wissensquellen zu erschließen und ihre Kenntnisse auf bisher unbekannte Fragestellungen anzuwenden und dies zu präsentieren.		
Arbeitsaufwand in Stunden	Eigenstudium 124, Präsenzstudium 56		
Leistungspunkte	6		
Studienleistung	Keine		
Prüfung	Klausur		
Prüfungsdauer und -umfang	90 min		
Zuordnung zu folgenden Curricula	Bioverfahrenstechnik: Kernqualifikation: Pflicht Technomathematik: Vertiefung III. Ingenieurwissenschaften: Wahlpflicht		

Lehrveranstaltung L1107: Bioverfahrenstechnik - Vertiefung	
Typ	Vorlesung
SWS	2
LP	4
Arbeitsaufwand in Stunden	Eigenstudium 92, Präsenzstudium 28
Dozenten	Prof. Anna-Lena Heins, Prof. Andreas Liese, Prof. Ralf Pörtner
Sprachen	DE
Zeitraum	WiSe
Inhalt	<ul style="list-style-type: none"> • Einführung: Stand der Technik und Entwicklungstrends mikrobieller und biokatalytischer Bioprozesse, Einführung in die Vorlesung • Mikrobielle Grundlagen der Fermentation, Energetische Grundlagen von Bioreaktionen • Mediendesign und -optimierung, Sterilisation • Kinetik des Zellwachstums • Kinetik des Substratverbrauchs und der Produktbildung • Stoffbilanzen und Stoffflussanalyse • Transportphänomene im Bioreaktor und Bioprozess Scale-up • Anaerober Fermentationsprozess, integriertes Downstream Processing • Mikroaerober Bioprozess: optimale O₂-Versorgung, Prozesskontrolle und Scale-up • Aerobes Verfahren und Kultur mit hoher Zelldichte • Problembasiertes Lernen mit ausgewählten Bioprozessen
Literatur	<p>P. F. Stanbury, A. Whitaker, S. J. Hall, Principles of Fermentation Technology, 3rd. Edition, Butterworth-Heinemann, 2016.</p> <p>H. Chmiel: Bioprozeßtechnik, Elsevier, 2006</p> <p>R.H. Balz et al.: Manual of Industrial Microbiology and Biotechnology, 3. edition, ASM Press, 2010</p> <p>H.W. Blanch, D. Clark: Biochemical Engineering, Taylor & Francis, 1997</p> <p>P. M. Doran: Bioprocess Engineering Principles, 2. edition, Academic Press, 2013</p> <p>Skripte für die Vorlesung</p>

Lehrveranstaltung L1108: Bioverfahrenstechnik - Vertiefung	
Typ	Gruppenübung
SWS	2
LP	2
Arbeitsaufwand in Stunden	Eigenstudium 32, Präsenzstudium 28
Dozenten	Prof. Anna-Lena Heins, Prof. Andreas Liese, Prof. Ralf Pörtner
Sprachen	DE
Zeitraum	WiSe
Inhalt	<ul style="list-style-type: none"> • Einführung: Stand der Technik und Entwicklungstrends mikrobieller und biokatalytischer Bioprozesse, Einführung in die Vorlesung • Mikrobielle Grundlagen der Fermentation, Energetische Grundlagen von Bioreaktionen • Mediendesign und -optimierung, Sterilisation • Kinetik des Zellwachstums • Kinetik des Substratverbrauchs und der Produktbildung • Stoffbilanzen und Stoffflussanalyse • Transportphänomene im Bioreaktor und Bioprozess Scale-up • Anaerober Fermentationsprozess, integriertes Downstream Processing • Mikroaerober Bioprozess: optimale O₂-Versorgung, Prozesskontrolle und Scale-up • Aerobes Verfahren und Kultur mit hoher Zelldichte • Problembasiertes Lernen mit ausgewählten Bioprozessen <p>Die Studierenden stellen in der Übungsgruppe Aufgaben vor und diskutieren im Anschluss mit Mitstudierenden und Lehrpersonal darüber. Im PBL-Teil der Veranstaltung diskutieren die Studierenden wissenschaftliche Fragestellungen in Teams. Sie erschließen sich Wissensquellen selbst, wenden diese auf eine bislang unbekannte Fragestellung an, präsentieren ihre Ergebnisse und vertreten ihre Ansichten dazu.</p>
Literatur	<p>P. F. Stanbury, A. Whitaker, S. J. Hall, Principles of Fermentation Technology, 3rd. Edition, Butterworth-Heinemann, 2016.</p> <p>H. Chmiel: Bioprozeßtechnik, Elsevier, 2006</p> <p>R.H. Balz et al.: Manual of Industrial Microbiology and Biotechnology, 3. edition, ASM Press, 2010</p> <p>P. M. Doran: Bioprocess Engineering Principles, 2. edition, Academic Press, 2013</p> <p>Skripte für die Vorlesung</p>

Modul M0808: Finite Elements Methods			
Lehrveranstaltungen			
Titel	Typ	SWS	LP
Finite-Elemente-Methoden (L0291)	Vorlesung	2	3
Finite-Elemente-Methoden (L0804)	Hörsaalübung	2	3
Modulverantwortlicher	Prof. Benedikt Kriegesmann		
Zulassungsvoraussetzungen	None		
Empfohlene Vorkenntnisse	Mechanics I (Statics, Mechanics of Materials) and Mechanics II (Hydrostatics, Kinematics, Dynamics) Mathematics I, II, III (in particular differential equations)		
Modulziele/ angestrebte Lernergebnisse	Nach erfolgreicher Teilnahme haben die Studierenden die folgenden Lernergebnisse erreicht		
Fachkompetenz			
<i>Wissen</i>	The students possess an in-depth knowledge regarding the derivation of the finite element method and are able to give an overview of the theoretical and methodical basis of the method.		
<i>Fertigkeiten</i>	The students are capable to handle engineering problems by formulating suitable finite elements, assembling the corresponding system matrices, and solving the resulting system of equations.		
Personale Kompetenzen			
<i>Sozialkompetenz</i>	Students can work in small groups on specific problems to arrive at joint solutions.		
<i>Selbstständigkeit</i>	The students are able to independently solve challenging computational problems and develop own finite element routines. Problems can be identified and the results are critically scrutinized.		
Arbeitsaufwand in Stunden	Eigenstudium 124, Präsenzstudium 56		
Leistungspunkte	6		
Studienleistung	Keine		
Prüfung	Klausur		
Prüfungsdauer und -umfang	90 min		
Zuordnung zu folgenden Curricula	Energietechnik: Kernqualifikation: Wahlpflicht Flugzeug-Systemtechnik: Kernqualifikation: Wahlpflicht Internationales Wirtschaftsingenieurwesen: Vertiefung II. Mechatronik: Wahlpflicht Internationales Wirtschaftsingenieurwesen: Vertiefung II. Produktentwicklung und Produktion: Wahlpflicht Luftfahrttechnik: Kernqualifikation: Wahlpflicht Mechatronics: Kernqualifikation: Pflicht Medizingenieurwesen: Vertiefung Implantate und Endoprothesen: Pflicht Medizingenieurwesen: Vertiefung Management und Administration: Wahlpflicht Medizingenieurwesen: Vertiefung Medizin- und Regelungstechnik: Wahlpflicht Medizingenieurwesen: Vertiefung Künstliche Organe und Regenerative Medizin: Wahlpflicht Produktentwicklung, Werkstoffe und Produktion: Kernqualifikation: Pflicht Technomathematik: Vertiefung III. Ingenieurwissenschaften: Wahlpflicht Theoretischer Maschinenbau: Kernqualifikation: Pflicht		

Lehrveranstaltung L0291: Finite Element Methods	
Typ	Vorlesung
SWS	2
LP	3
Arbeitsaufwand in Stunden	Eigenstudium 62, Präsenzstudium 28
Dozenten	Prof. Benedikt Kriegesmann
Sprachen	EN
Zeitraum	WiSe
Inhalt	<ul style="list-style-type: none"> - General overview on modern engineering - Displacement method - Hybrid formulation - Isoparametric elements - Numerical integration - Solving systems of equations (statics, dynamics) - Eigenvalue problems - Non-linear systems - Applications - Programming of elements (Matlab, hands-on sessions) - Applications
Literatur	Bathe, K.-J. (2000): Finite-Elemente-Methoden. Springer Verlag, Berlin

Lehrveranstaltung L0804: Finite Element Methods	
Typ	Hörsaalübung
SWS	2
LP	3
Arbeitsaufwand in Stunden	Eigenstudium 62, Präsenzstudium 28
Dozenten	Prof. Benedikt Kriegesmann
Sprachen	EN
Zeitraum	WiSe
Inhalt	Siehe korrespondierende Vorlesung
Literatur	Siehe korrespondierende Vorlesung

Modul M1279: MED II: Einführung in die Biochemie und Molekularbiologie			
Lehrveranstaltungen			
Titel	Typ	SWS	LP
Einführung in die Biochemie und Molekularbiologie (L0386)	Vorlesung	2	3
Modulverantwortlicher	Prof. Hans-Jürgen Kreienkamp		
Zulassungsvoraussetzungen	Keine		
Empfohlene Vorkenntnisse	Keine. Das Modul deckt fachspezifische Lehrinhalte des Mediziningenieurwesens ab und erlaubt Studenten, die nicht Mediziningenieurwesen im Bachelor vertieft haben, den Master Mediziningenieurwesen zu belegen.		
Modulziele/ angestrebte Lernergebnisse	Nach erfolgreicher Teilnahme haben die Studierenden die folgenden Lernergebnisse erreicht		
Fachkompetenz	Die Studierenden können		
<i>Wissen</i>	<ul style="list-style-type: none"> • grundlegende Biomoleküle beschreiben; • erklären wie genetische Information in DNA kodiert wird; • den Zusammenhang zwischen DNA und Protein erläutern. 		
<i>Fertigkeiten</i>	Die Studierenden können		
	<ul style="list-style-type: none"> • die Bedeutung molekularer Parameter für ein Krankheitsgeschehen erkennen; • ausgewählte molekular-diagnostische Verfahren beschreiben; • die Bedeutung dieser Verfahren für einige Krankheiten erläutern 		
Personale Kompetenzen	Die Studierenden können aktuelle Diskussionen in Forschung und Medizin auf fachlicher Ebene führen.		
<i>Sozialkompetenz</i>	Die Studierenden können aktuelle medizinische Probleme (z.B. Corona-Epidemie) besser verstehen, einordnen und anderen erklären.		
<i>Selbstständigkeit</i>	Die Studierenden können Themengebiete der LVs eigenständig aus der Fachliteratur erarbeiten.		
	Die Studierenden können Falschdarstellungen in den Medien zu Themen der medizinischen Forschung besser erkennen.		
Arbeitsaufwand in Stunden	Eigenstudium 62, Präsenzstudium 28		
Leistungspunkte	3		
Studienleistung	Keine		
Prüfung	Klausur		
Prüfungsdauer und -umfang	60 Minuten		
Zuordnung zu folgenden Curricula	Allgemeine Ingenieurwissenschaften (7 Semester): Vertiefung Mediziningenieurwesen: Pflicht Allgemeine Ingenieurwissenschaften (7 Semester): Vertiefung Maschinenbau, Schwerpunkt Biomechanik: Pflicht Elektrotechnik: Vertiefung Medizintechnik: Wahlpflicht Engineering Science: Vertiefung Mediziningenieurwesen: Pflicht General Engineering Science (7 Semester): Vertiefung Mediziningenieurwesen: Pflicht Maschinenbau: Vertiefung Biomechanik: Pflicht Mechatronik: Vertiefung Medizintechnik: Pflicht Mediziningenieurwesen: Vertiefung Management und Administration: Wahlpflicht Mediziningenieurwesen: Vertiefung Künstliche Organe und Regenerative Medizin: Wahlpflicht Mediziningenieurwesen: Vertiefung Medizin- und Regelungstechnik: Wahlpflicht Mediziningenieurwesen: Vertiefung Implantate und Endoprothesen: Wahlpflicht Technomathematik: Vertiefung III. Ingenieurwissenschaften: Wahlpflicht		

Lehrveranstaltung L0386: Einführung in die Biochemie und Molekularbiologie	
Typ	Vorlesung
SWS	2
LP	3
Arbeitsaufwand in Stunden	Eigenstudium 62, Präsenzstudium 28
Dozenten	Prof. Hans-Jürgen Kreienkamp
Sprachen	DE
Zeitraum	WiSe
Inhalt	<ul style="list-style-type: none"> • Proteine - Struktur und Funktion • Enzyme • Nucleinsäuren: Struktur und Bedeutung • DNA; Replikation • RNA; Proteinbiosynthese • Gentechnologie; PCR; Klonierung • Hormone; Signaltransduktion • Energie-Stoffwechsel: Kohlehydrate; Fette • Stoffwechselregulation • Krebs; molekulare Ursachen • Genetische Erkrankungen • Immunologie; Viren (HIV)
Literatur	<p>Müller-Esterl, Biochemie, Spektrum Verlag, 2010; 2. Auflage</p> <p>Löffler, Basiswissen Biochemie, 7. Auflage, Springer, 2008</p>

Modul M0783: Messtechnik und Messdatenverarbeitung			
Lehrveranstaltungen			
Titel		Typ	SWS LP
Elektrotechnisches Versuchspraktikum (L0781)		Laborpraktikum	2 2
Messtechnik und Messdatenverarbeitung (L0779)		Vorlesung	2 3
Messtechnik und Messdatenverarbeitung (L0780)		Gruppenübung	1 1
Modulverantwortlicher	Prof. Alexander Schlaefer		
Zulassungsvoraussetzungen	Keine		
Empfohlene Vorkenntnisse	Grundlagen Mathematik Grundlagen Elektrotechnik		
Modulziele/ angestrebte Lernergebnisse	Nach erfolgreicher Teilnahme haben die Studierenden die folgenden Lernergebnisse erreicht		
Fachkompetenz			
<i>Wissen</i>	Die Studierenden können die Aufgaben von Messsystemen sowie das Vorgehen bei Messdatenerfassungen und -verarbeitungen erklären. Die für die Messtechnik relevanten Aspekte der Wahrscheinlichkeitstheorie und der Messfehlerbehandlung sowie das Vorgehen bei Messungen stochastischer Signale können wiedergegeben werden. Methoden zur Beschreibungen gemessener Signale und zur Digitalisierungen von Signalen sind den Studierenden bekannt und können erläutert werden.		
<i>Fertigkeiten</i>	Die Studierenden sind in der Lage messtechnische Fragestellungen zu erklären und Methoden zur Beschreibung und Verarbeitung von Messdaten anzuwenden.		
Personale Kompetenzen			
<i>Sozialkompetenz</i>	Die Studierenden lösen Übungsaufgaben in Kleingruppen.		
<i>Selbstständigkeit</i>	Die Studierenden können ihren Wissensstand einschätzen und die von Ihnen erzielten Ergebnisse kritisch bewerten.		
Arbeitsaufwand in Stunden	Eigenstudium 110, Präsenzstudium 70		
Leistungspunkte	6		
Studienleistung	Verpflichtend Bonus	Art der Studienleistung	Beschreibung
	Ja 10 %	Übungsaufgaben	
Prüfung	Klausur		
Prüfungsdauer und -umfang	90 min		
Zuordnung zu folgenden Curricula	Allgemeine Ingenieurwissenschaften (7 Semester): Vertiefung Elektrotechnik: Wahlpflicht Elektrotechnik: Kernqualifikation: Pflicht Engineering Science: Vertiefung Elektrotechnik: Wahlpflicht Informatik-Ingenieurwesen: Vertiefung II. Mathematik & Ingenieurwissenschaften: Wahlpflicht Technomathematik: Vertiefung III. Ingenieurwissenschaften: Wahlpflicht		
Lehrveranstaltung L0781: Elektrotechnisches Versuchspraktikum			
Typ	Laborpraktikum		
SWS	2		
LP	2		
Arbeitsaufwand in Stunden	Eigenstudium 32, Präsenzstudium 28		
Dozenten	Prof. Alexander Schlaefer, Dozenten des SD E, Prof. Alexander Kölpin, Prof. Bernd-Christian Renner, Prof. Christian Becker, Prof. Heiko Falk, Prof. Herbert Werner, Prof. Thorsten Kern		
Sprachen	DE		
Zeitraum	WiSe		
Inhalt	Praktikumsversuche "Digitale Schaltungen" Prof. Schlaefer "Halbleiter-Bauelemente" Prof. Kölpin "Mikrocontroller" Prof. Falk "Analoge Schaltungen" Prof. Faulwasser "Leistung im Wechselstromkreis" Prof. Becker "Elektrische Maschinen" Prof. Kern		
Literatur	Wird in der Lehrveranstaltung festgelegt		

Lehrveranstaltung L0779: Messtechnik und Messdatenverarbeitung	
Typ	Vorlesung
SWS	2
LP	3
Arbeitsaufwand in Stunden	Eigenstudium 62, Präsenzstudium 28
Dozenten	Prof. Alexander Schlaefer
Sprachen	DE
Zeitraum	WiSe
Inhalt	Einführung, Messsysteme und Messfehler, Wahrscheinlichkeitstheorie, Stochastische Prozesse und Korrelationsmesstechnik, Bayes- und Kalmanfilter, Erfassung analoger Signale, Praktische Messdatenerfassung, Regression, Interpolation und Klassifikation anhand von Messdaten
Literatur	Puente León, Kiencke: Messtechnik, Springer 2012 Lerch: Elektrische Messtechnik, Springer 2012 Weitere Literatur wird in der Veranstaltung bekanntgegeben.

Lehrveranstaltung L0780: Messtechnik und Messdatenverarbeitung	
Typ	Gruppenübung
SWS	1
LP	1
Arbeitsaufwand in Stunden	Eigenstudium 16, Präsenzstudium 14
Dozenten	Prof. Alexander Schlaefer
Sprachen	DE
Zeitraum	WiSe
Inhalt	Siehe korrespondierende Vorlesung
Literatur	Siehe korrespondierende Vorlesung

Modul M0688: Technische Thermodynamik II			
Lehrveranstaltungen			
Titel	Typ	SWS	LP
Technische Thermodynamik II (L0449)	Vorlesung	2	4
Technische Thermodynamik II (L0450)	Hörsaalübung	1	1
Technische Thermodynamik II (L0451)	Gruppenübung	1	1
Modulverantwortlicher	Prof. Arne Speerforck		
Zulassungsvoraussetzungen	Keine		
Empfohlene Vorkenntnisse	Grundkenntnisse in Mathematik, Mechanik und Technische Thermodynamik I		
Modulziele/ angestrebte Lernergebnisse	Nach erfolgreicher Teilnahme haben die Studierenden die folgenden Lernergebnisse erreicht		
Fachkompetenz			
<i>Wissen</i>	Studierende sind mit verschiedenen Kreisprozessen wie Joule, Otto, Diesel, Stirling, Seiliger und Clausius-Rankine vertraut. Sie können die jeweiligen energetischen und exergetischen Wirkungsgrade herleiten und kennen damit den Einfluss verschiedener Faktoren auf den Wirkungsgrad. Sie können linkslaufende und rechtslaufende Kreisprozesse den jeweiligen Anwendungen (Wärme­kraftprozess, Kälteprozess) zuordnen. Sie haben vertiefte Kenntnisse von Dampf­kreisprozessen und können die Kreisprozesse in den in der Technischen Thermodynamik üblichen Diagrammen darstellen. Sie beherrschen die Gesetzmäßigkeiten bei der Mischung idealer Gase, insbesondere bei Feuchte-Luft-Prozessen und können für einfache Brenngase eine Verbrennungsrechnung durchführen. Sie verfügen über das Basiswissen auf dem Gebiet der Gasdynamik und wissen damit, wie die Schallgeschwindigkeit definiert ist und was eine Laval­düse ist.		
<i>Fertigkeiten</i>	Studierende sind in der Lage, die Grundlagen der Thermodynamik auf technische Prozesse anzuwenden. Insbesondere können Sie Energie-, Exergie- und Entropiebilanzen aufstellen, um damit technische Prozesse zu optimieren. Sie können einfache sicherheitstechnische Rechnungen hinsichtlich des Ausströmens von Gasen aus einem Behälter durchführen. Sie sind in der Lage, einen verbal geschilderten Zusammenhang in einen abstrakten Formalismus umzusetzen.		
Personale Kompetenzen			
<i>Sozialkompetenz</i>	Die Studierenden können in Kleingruppen diskutieren und einen Lösungsweg erarbeiten. Sie können Verständnisfragen zum Inhalt, die mit dem ClickerOnline Tool "TurningPoint" in der Vorlesung bereit gestellt werden, nach Diskussionen mit anderen Studierenden beantworten.		
<i>Selbstständigkeit</i>	Studierende können die in Aufgaben gestellten komplexen Problemstellungen (Kreisprozesse, Klimatisierungsprozesse, Verbrennungsprozesse) physikalisch verstehen und erläutern. Sie sind in der Lage, die in der Vorlesung und Übung vermittelten Methoden zur Lösung von komplexen Problemstellungen geeignet auszuwählen und eigenständig auf unterschiedliche Aufgabentypen anzuwenden.		
Arbeitsaufwand in Stunden	Eigenstudium 124, Präsenzstudium 56		
Leistungspunkte	6		
Studienleistung	Keine		
Prüfung	Klausur		
Prüfungsdauer und -umfang	90 min		
Zuordnung zu folgenden Curricula	Allgemeine Ingenieurwissenschaften (7 Semester): Kernqualifikation: Pflicht Bioverfahrenstechnik: Kernqualifikation: Pflicht Chemie- und Bioingenieurwesen: Kernqualifikation: Pflicht Energietechnik: Technischer Ergänzungskurs Kernfächer: Wahlpflicht Engineering Science: Vertiefung Maschinenbau: Pflicht General Engineering Science (7 Semester): Vertiefung Maschinenbau: Wahlpflicht Green Technologies: Energie, Wasser, Klima: Kernqualifikation: Pflicht Maschinenbau: Kernqualifikation: Pflicht Mechatronik: Kernqualifikation: Pflicht Mechatronik: Vertiefung Roboter- und Maschinensysteme: Wahlpflicht Technomathematik: Vertiefung III. Ingenieurwissenschaften: Wahlpflicht Verfahrenstechnik: Kernqualifikation: Pflicht		

Lehrveranstaltung L0449: Technische Thermodynamik II	
Typ	Vorlesung
SWS	2
LP	4
Arbeitsaufwand in Stunden	Eigenstudium 92, Präsenzstudium 28
Dozenten	Prof. Arne Speerforck
Sprachen	DE
Zeitraum	WiSe
Inhalt	<p>8. Kreisprozesse</p> <p>9. Gas-Dampf-Gemische</p> <p>10. Stationäre Fließprozesse</p> <p>11. Verbrennungsprozesse</p> <p>12. Sondergebiete</p> <p>In der Vorlesung werden Funk-Abstimmungsgeräte („Clicker“) eingesetzt. Die Studierenden können hierdurch das Verständnis des Vorlesungsstoffes direkt überprüfen und dadurch gezielte Fragen an den Dozenten richten. Außerdem erhält der Dozent ein unmittelbares Feedback zum Kenntnisstand der Studierenden und zu Schwächen der eigenen Darstellung des Vorlesungsstoffes.</p>
Literatur	<ul style="list-style-type: none"> • Schmitz, G.: Technische Thermodynamik, TuTech Verlag, Hamburg, 2009 • Baehr, H.D.; Kabelac, S.: Thermodynamik, 15. Auflage, Springer Verlag, Berlin 2012 • Potter, M.; Somerton, C.: Thermodynamics for Engineers, Mc GrawHill, 1993

Lehrveranstaltung L0450: Technische Thermodynamik II	
Typ	Hörsaalübung
SWS	1
LP	1
Arbeitsaufwand in Stunden	Eigenstudium 16, Präsenzstudium 14
Dozenten	Prof. Arne Speerforck
Sprachen	DE
Zeitraum	WiSe
Inhalt	Siehe korrespondierende Vorlesung
Literatur	Siehe korrespondierende Vorlesung

Lehrveranstaltung L0451: Technische Thermodynamik II	
Typ	Gruppenübung
SWS	1
LP	1
Arbeitsaufwand in Stunden	Eigenstudium 16, Präsenzstudium 14
Dozenten	Prof. Arne Speerforck
Sprachen	DE
Zeitraum	WiSe
Inhalt	Siehe korrespondierende Vorlesung
Literatur	Siehe korrespondierende Vorlesung

Modul M0568: Theoretische Elektrotechnik II: Zeitabhängige Felder			
Lehrveranstaltungen			
Titel	Typ	SWS	LP
Theoretische Elektrotechnik II: Zeitabhängige Felder (L0182)	Vorlesung	3	5
Theoretische Elektrotechnik II: Zeitabhängige Felder (L0183)	Gruppenübung	2	1
Modulverantwortlicher	Prof. Christian Schuster		
Zulassungsvoraussetzungen	Keine		
Empfohlene Vorkenntnisse	Elektrotechnik I, Elektrotechnik II, Theoretische Elektrotechnik I Mathematik I, Mathematik II, Mathematik III, Mathematik IV		
Modulziele/ angestrebte Lernergebnisse	Nach erfolgreicher Teilnahme haben die Studierenden die folgenden Lernergebnisse erreicht		
Fachkompetenz	<p><i>Wissen</i> Die Studierenden können die grundlegenden Formeln, Zusammenhänge und Methoden der Theorie zeitabhängiger elektromagnetischer Felder erklären. Sie können das prinzipielle Verhalten von quasistationären und voll dynamischen Feldern in Abhängigkeit von ihren Quellen erläutern. Sie können die Eigenschaften komplexer elektromagnetischer Felder mit Hilfe des Superpositionsprinzips auf Basis einfacher Feldlösungen beschreiben. Sie können einen Überblick über die Anwendungen zeitabhängiger elektromagnetischer Felder in der elektrotechnischen Praxis geben.</p> <p><i>Fertigkeiten</i> Die Studierenden können eine Reihe von Verfahren zur Lösung der Diffusions- und der Wellengleichung für allgemeine zeitabhängige Feldprobleme anwenden. Sie können einschätzen, welche prinzipiellen Effekte gewisse zeitabhängige Feldquellen erzeugen und können diese quantitativ analysieren. Sie können abgeleitete Größen zur Charakterisierung voll dynamischer Felder (Wellenimpedanz, Skintiefe, Poynting-Vektor, Strahlungswiderstand usw.) aus den Feldern ableiten und für die Anwendung in der elektrotechnischen Praxis deuten.</p> <p>Personale Kompetenzen</p> <p><i>Sozialkompetenz</i> Die Studierenden können in kleinen Gruppen fachspezifische Aufgaben gemeinsam bearbeiten und Ergebnisse in geeigneter Weise präsentieren (z.B. während der Kleingruppenübungen).</p> <p><i>Selbstständigkeit</i> Die Studierenden sind in der Lage, die notwendigen Informationen aus den angegebenen Literaturquellen zu beschaffen und in den Kontext der Vorlesung zu setzen. Sie können ihren Wissensstand mit Hilfe vorlesungsbegleitender Maßnahmen (Quiz-Fragen in den Vorlesungen, klausurnahen Aufgaben) kontinuierlich überprüfen und auf dieser Basis ihre Lernprozesse steuern. Sie können ihr erlangtes Wissen in Bezug zu aktuellen Forschungsthemen an der TUHH setzen (z.B. im Bereich der Hochfrequenztechnik und Optik).</p>		
Arbeitsaufwand in Stunden	Eigenstudium 110, Präsenzstudium 70		
Leistungspunkte	6		
Studienleistung	Keine		
Prüfung	Klausur		
Prüfungsdauer und -umfang	90-150 Minuten		
Zuordnung zu folgenden Curricula	Allgemeine Ingenieurwissenschaften (7 Semester): Vertiefung Elektrotechnik: Pflicht Elektrotechnik: Kernqualifikation: Pflicht Engineering Science: Vertiefung Elektrotechnik: Pflicht Engineering Science: Vertiefung Mechatronics: Wahlpflicht Mechatronik: Vertiefung Elektrische Systeme: Pflicht Technomathematik: Vertiefung III. Ingenieurwissenschaften: Wahlpflicht		

Lehrveranstaltung L0182: Theoretische Elektrotechnik II: Zeitabhängige Felder	
Typ	Vorlesung
SWS	3
LP	5
Arbeitsaufwand in Stunden	Eigenstudium 108, Präsenzstudium 42
Dozenten	Prof. Christian Schuster
Sprachen	DE
Zeitraum	WiSe
Inhalt	<ul style="list-style-type: none"> - Theorie und prinzipielles Verhalten quasistationärer Felder - Induktion und Induktionsgesetz - Skin Effekt und Wirbelströme - Abschirmung zeitlich veränderlicher magnetischer Felder - Theorie und prinzipielles Verhalten voll dynamischer Felder - Wellen-Gleichung und Eigenschaften ebener Wellen - Polarisation und Superposition ebener Wellen - Reflexion und Brechung ebener Wellen an Grenzflächen - Theorie der Wellenleiter - Rechteckhohlleiter, planarer optischer Wellenleiter - elektrische und magnetische Dipolstrahlung - Einfache Antennen-Arrays <p>Der praktische Umgang mit numerischen Methoden wird durch interaktives Bearbeiten von MATLAB-Programmen in besonders vorbereiteten Vorlesungen geübt.</p>
Literatur	<ul style="list-style-type: none"> - G. Lehner, "Elektromagnetische Feldtheorie: Für Ingenieure und Physiker", Springer (2010) - H. Henke, "Elektromagnetische Felder: Theorie und Anwendung", Springer (2011) - W. Nolting, "Grundkurs Theoretische Physik 3: Elektrodynamik", Springer (2011) - D. Griffiths, "Introduction to Electrodynamics", Pearson (2012) - J. Edminister, "Schaum's Outline of Electromagnetics", McGraw-Hill (2013) - Richard Feynman, "Feynman Lectures on Physics: Volume 2", Basic Books (2011)

Lehrveranstaltung L0183: Theoretische Elektrotechnik II: Zeitabhängige Felder	
Typ	Gruppenübung
SWS	2
LP	1
Arbeitsaufwand in Stunden	Eigenstudium 2, Präsenzstudium 28
Dozenten	Prof. Christian Schuster
Sprachen	DE
Zeitraum	WiSe
Inhalt	Siehe korrespondierende Vorlesung
Literatur	Siehe korrespondierende Vorlesung

Modul M0538: Wärme- und Stoffübertragung			
Lehrveranstaltungen			
Titel	Typ	SWS	LP
Wärme- und Stoffübertragung (L0101)	Vorlesung	2	2
Wärme- und Stoffübertragung (L0102)	Gruppenübung	2	2
Wärme- und Stoffübertragung (L1868)	Hörsaalübung	1	2
Modulverantwortlicher	Prof. Irina Smirnova		
Zulassungsvoraussetzungen	Keine		
Empfohlene Vorkenntnisse	Grundkenntnisse: Technische Thermodynamik		
Modulziele/ angestrebte Lernergebnisse	Nach erfolgreicher Teilnahme haben die Studierenden die folgenden Lernergebnisse erreicht		
Fachkompetenz <i>Wissen</i>	<ul style="list-style-type: none"> Die Studierenden können die Energieübertragung in Form von Wärme in verfahrenstechnischen Apparaten (z.B. Wärmeübertrager oder chemische Reaktoren) und alltäglichen Problemstellungen erklären sowie qualitativ und quantitativ bestimmen. Dabei können sie verschiedene Arten der Wärmeübertragung unterscheiden und beschreiben, nämlich Wärmeleitung, Wärmeübergang, Wärmedurchgang und Wärmestrahlung. Die Studierenden können die physikalischen Grundlagen des Stofftransportes detailliert erklären und mit Hilfe geeigneter Theorien qualitativ und quantitativ beschreiben. Die Studierenden sind in der Lage, die Analogien zwischen Wärme- und Stoffübertragungsprozessen darzustellen und auch komplexe gekoppelte Prozesse detailliert zu beschreiben. 		
<i>Fertigkeiten</i>	<ul style="list-style-type: none"> Unter Anwendung des erlangten Wissens können die Studierenden den Bilanzraum für ein gegebenes Transportproblem sinnvoll auswählen und die dazugehörigen Energie- und Stoffströme entsprechend bilanzieren. Sie können die spezifischen Wärmeübergangsprobleme (z.B. Beheizung chemischer Reaktoren oder Temperaturveränderungen in strömenden Fluiden) lösen und die dazugehörigen Wärmeströme berechnen. Die Studierenden können die Skalierung der technischen Prozesse und Apparate mit Hilfe dimensionsloser Kennzahlen bewerkstelligen. Sie können Stoffübergang in Form von Konvektion und Diffusion sowie Stoffdurchgang unterscheiden und zur Beschreibung und Auslegung von Stoffübertragern (z.B. Extraktions- oder Rektifikationskolonnen) nutzen. In diesem Zusammenhang können die Studierenden Grundtypen von Wärme- und Stoffübertragern anhand ihrer Vor- und Nachteile für einen spezifischen Anwendungsfall auswählen und auslegen. Die Studierenden sind in der Lage, die notwendigen Stoffdaten und Korrelationen zwischen dimensionslosen Kennzahlen für spezielle Anwendungsfälle selbstständig aus geeigneten Quellen zu beschaffen. Darüber hinaus können sie sowohl stationäre als auch instationäre Vorgänge in verfahrenstechnischen Apparaten berechnen. <p>Die Studierenden sind in der Lage, ihr erlangtes Wissen mit den Inhalten anderer Lehrveranstaltungen zu verknüpfen und dieses gebündelt zur Lösung konkreter technischer Probleme einzusetzen. Hierzu zählen insbesondere die Lehrveranstaltungen Strömungsmechanik, Chemische Verfahrenstechnik und Thermodynamik.</p>		
Personale Kompetenzen <i>Sozialkompetenz</i>	<ul style="list-style-type: none"> Die Studierenden können in kleinen Gruppen fachspezifischen Aufgaben bearbeiten und die gemeinsamen Ergebnisse in den Tutorien mündlich präsentieren 		
<i>Selbstständigkeit</i>	<ul style="list-style-type: none"> Die Studierenden sind in der Lage die notwendigen Informationen aus geeigneten Literaturquellen selbstständig zu beschaffen und deren Qualität zu beurteilen. Die Studierenden können ihren Wissensstand mit Hilfe vorlesungsbegleitender Maßnahmen (Clicker-System, klausurnahe Aufgaben) kontinuierlich überprüfen und auf dieser Basis ihre Lernprozesse steuern. 		
Arbeitsaufwand in Stunden	Eigenstudium 110, Präsenzstudium 70		
Leistungspunkte	6		
Studienleistung	Keine		
Prüfung	Klausur		
Prüfungsdauer und -umfang	120 Minuten; Theorie und Rechenaufgaben (schriftlich)		
Zuordnung zu folgenden Curricula	Allgemeine Ingenieurwissenschaften (7 Semester): Vertiefung Green Technologies: Pflicht Allgemeine Ingenieurwissenschaften (7 Semester): Vertiefung Chemie- und Bioingenieurwesen: Pflicht Bioverfahrenstechnik: Kernqualifikation: Pflicht Chemie- und Bioingenieurwesen: Kernqualifikation: Pflicht Engineering Science: Vertiefung Chemical and Bioprocess Engineering: Pflicht Green Technologies: Energie, Wasser, Klima: Kernqualifikation: Pflicht Technomathematik: Vertiefung III. Ingenieurwissenschaften: Wahlpflicht		

Lehrveranstaltung L0101: Wärme- und Stoffübertragung	
Typ	Vorlesung
SWS	2
LP	2
Arbeitsaufwand in Stunden	Eigenstudium 32, Präsenzstudium 28
Dozenten	Prof. Irina Smirnova
Sprachen	DE
Zeitraum	WiSe
Inhalt	<p>1. Wärmeübertragung</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Einführung, Eindimensionale Wärmeleitung 2. Konvektiver Wärmeübergang, Wärmedurchgang 3. Wärmeübertrager 4. Mehrdimensionale Wärmeleitung 5. Instationäre Wärmeleitung 6. Wärmestrahlung <p>2. Stoffübertragung</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Einseitige Diffusion, Äquimolare Gegenstromdiffusion 2. Grenzschichttheorie, Instationäre Stoffübertragung 3. Wärme- und Stoffübertragung Einzelpartikel/Festbett 4. Kopplung Stoffübertragung mit chemischen Reaktionen <p>Für die Verbesserung der Anschaulichkeit in der Vorlesung wurden für die Studierenden Videos ausgesucht, die in die Vorlesungen eingebunden waren. Zur Gestaltung der Selbstlernzeit wurden semesterbegleitenden Aufgaben entwickelt, mit denen die Studierenden sich während des Semesters vertieft auf den Lehrinhalt vorbereiten.</p>
Literatur	<ol style="list-style-type: none"> 1. H.D. Baehr und K. Stephan: Wärme- und Stoffübertragung, Springer 2. VDI-Wärmeatlas

Lehrveranstaltung L0102: Wärme- und Stoffübertragung	
Typ	Gruppenübung
SWS	2
LP	2
Arbeitsaufwand in Stunden	Eigenstudium 32, Präsenzstudium 28
Dozenten	Prof. Irina Smirnova
Sprachen	DE
Zeitraum	WiSe
Inhalt	Siehe korrespondierende Vorlesung
Literatur	Siehe korrespondierende Vorlesung

Lehrveranstaltung L1868: Wärme- und Stoffübertragung	
Typ	Hörsaalübung
SWS	1
LP	2
Arbeitsaufwand in Stunden	Eigenstudium 46, Präsenzstudium 14
Dozenten	Prof. Irina Smirnova
Sprachen	DE
Zeitraum	WiSe
Inhalt	Siehe korrespondierende Vorlesung
Literatur	Siehe korrespondierende Vorlesung

Modul M0675: Einführung in die Nachrichtentechnik und ihre stochastischen Methoden			
Lehrveranstaltungen			
Titel		Typ	SWS LP
Einführung in die Nachrichtentechnik und ihre stochastischen Methoden (L0442)		Vorlesung	3 4
Einführung in die Nachrichtentechnik und ihre stochastischen Methoden (L0443)		Hörsaalübung	1 1
Einführung in die Nachrichtentechnik und ihre stochastischen Methoden (L2354)		Gruppenübung	1 1
Modulverantwortlicher	Prof. Gerhard Bauch		
Zulassungsvoraussetzungen	Keine		
Empfohlene Vorkenntnisse	<ul style="list-style-type: none"> • Mathematik 1-3 • Signale und Systeme 		
Modulziele/ angestrebte Lernergebnisse	Nach erfolgreicher Teilnahme haben die Studierenden die folgenden Lernergebnisse erreicht		
Fachkompetenz	<p><i>Wissen</i> Die Studierenden kennen und verstehen die grundlegenden Funktionseinheiten eines Nachrichtenübertragungssystems. Sie können die einzelnen Funktionsblöcke mit Hilfe grundlegender Kenntnisse der Signal- und Systemtheorie sowie der Theorie stochastischer Prozesse beschreiben und analysieren. Sie kennen die entscheidenden Ressourcen und Bewertungskriterien der Nachrichtenübertragung und können ein elementares nachrichtentechnisches System entwerfen und beurteilen.</p> <p>Die Studierenden kennen die Vorlesungs- und Übungsinhalte und können diese erläutern sowie auf neue Fragestellungen anwenden.</p> <p><i>Fertigkeiten</i> Die Studierenden sind in der Lage, ein elementares nachrichtentechnisches System zu entwerfen und zu beurteilen. Insbesondere können Sie den Bedarf an Ressourcen wie Bandbreite und Leistung abschätzen. Sie sind in der Lage, wichtige Beurteilungskriterien wie die Bandbreiteneffizienz oder die Bitfehlerwahrscheinlichkeit elementarer Nachrichtenübertragungssysteme abzuschätzen und darauf basierend ein Übertragungsverfahren auszuwählen.</p> <p>Personale Kompetenzen</p> <p><i>Sozialkompetenz</i> Die Studierenden können fachspezifische Aufgaben gemeinsam bearbeiten.</p> <p><i>Selbstständigkeit</i> Die Studierenden sind in der Lage, die notwendigen Informationen aus geeigneten Literaturquellen selbstständig zu beschaffen und in den Kontext der Vorlesung zu setzen. Sie können ihren Wissensstand mit Hilfe vorlesungsbegleitender Maßnahmen (klausurnahe Aufgaben, Software-Tools, Clicker-System) kontinuierlich überprüfen und auf dieser Basis ihre Lernprozesse steuern.</p>		
Arbeitsaufwand in Stunden	Eigenstudium 110, Präsenzstudium 70		
Leistungspunkte	6		
Studienleistung	Keine		
Prüfung	Klausur		
Prüfungsdauer und -umfang	90 min		
Zuordnung zu folgenden Curricula	Allgemeine Ingenieurwissenschaften (7 Semester): Vertiefung Elektrotechnik: Pflicht Data Science: Vertiefung I. Mathematik/Informatik: Wahlpflicht Elektrotechnik: Kernqualifikation: Pflicht Engineering Science: Vertiefung Information and Communication Systems: Wahlpflicht Informatik-Ingenieurwesen: Kernqualifikation: Pflicht Mechatronik: Vertiefung Elektrische Systeme: Pflicht Technomathematik: Vertiefung III. Ingenieurwissenschaften: Wahlpflicht		

Lehrveranstaltung L0442: Einführung in die Nachrichtentechnik und ihre stochastischen Methoden	
Typ	Vorlesung
SWS	3
LP	4
Arbeitsaufwand in Stunden	Eigenstudium 78, Präsenzstudium 42
Dozenten	Prof. Gerhard Bauch
Sprachen	DE/EN
Zeitraum	WiSe
Inhalt	<ul style="list-style-type: none"> • Einführung in die Nachrichtentechnik • Open Systems Interconnection (OSI) Referenzmodell • Komponenten eines digitalen Kommunikationssystems • Grundlagen der Signal- und Systemtheorie <ul style="list-style-type: none"> ◦ Analoge und digitale Signale ◦ Prinzip der Analog-Digital-Wandlung (A/D) ◦ Deterministische und zufällige Signale ◦ Leistung und Energie von Signalen ◦ Lineare zeitinvariante Systeme (LTI-Systeme) ◦ Quadratur-Amplituden-Modulation (QAM) • Einführung in die Stochastik • Wahrscheinlichkeits-Theorie <ul style="list-style-type: none"> ◦ Zufallsexperimente ◦ Wahrscheinlichkeitsmodell, Wahrscheinlichkeitsraum, Ereignisraum

- Definitionen von Wahrscheinlichkeit
 - Wahrscheinlichkeit nach Bernoulli/Laplace
 - Wahrscheinlichkeit nach van Mises, relative Häufigkeit
 - Bertrand's Paradoxon
 - Axiomatische Definition von Wahrscheinlichkeit nach Kolmogorov
 - Wahrscheinlichkeit disjunkter und nicht-disjunkter Ereignisse
 - Venn-Diagramme
- Kontinuierliche und diskrete Zufallsvariablen
 - Wahrscheinlichkeitsdichtefunktion (probability density function (pdf)), Wahrscheinlichkeitsverteilungsfunktion(cumulative distribution function (cdf))
 - Erwartungswert, Mittelwert, Median, quadratischer Erwartungswert, Varianz, Standardabweichung, höhere Momente
 - Beispiele für Wahrscheinlichkeitsverteilungen (Bernoulli-Verteilung, Zweipunktverteilung, Gleichverteilung, Gauß-Verteilung (Normalverteilung), Rayleigh-Verteilung, etc.)
- Mehrere Zufallsvariablen
 - Bedingte Wahrscheinlichkeit, Verbundwahrscheinlichkeit
 - Bedingte Wahrscheinlichkeitsdichtefunktion, Verbundwahrscheinlichkeitsdichtefunktion
 - Satz von Bayes
 - Korrelationskoeffizient
 - Zweidimensionale Gaussverteilung
 - Statistisch unabhängige, unkorrelierte und orthogonale Zufallsvariablen
 - Unabhängige, identisch verteilte Zufallsvariablen (independent identically distributed (iid) random variables)
 - Eigenschaften von Erwartungswert und Varianz
 - Kovarianz
 - Wahrscheinlichkeitsdichtefunktion und Wahrscheinlichkeitsverteilungsfunktion der Summe statistisch unabhängiger Zufallsvariablen
 - Zentraler Grenzwertsatz
- Wahrscheinlichkeitsdichtefunktionen bei der Datenübertragung
- Zeitkontinuierliche und zeitdiskrete Zufallsprozesse
 - Beispiele für Zufallsprozesse
 - Scharmittelwert und Zeitmittelwert
 - Ergodische Zufallsprozesse
 - Quadratischer Mittelwert und Varianz
 - Wahrscheinlichkeitsdichtefunktion (pdf) und Wahrscheinlichkeitsverteilungsfunktion (cdf)
 - Verbundwahrscheinlichkeitsdichtefunktion (pdf) und Verbundwahrscheinlichkeitsverteilungsfunktion (cdf)
 - Statistisch unabhängige, unkorrelierte und orthogonale Zufallsprozesse
 - Stationäre Zufallsprozesse
 - Korrelationsfunktionen: Autokorrelationsfunktion, Kreuzkorrelationsfunktion, mittlere Autokorrelationsfunktion nicht-stationärer Zufallsprozesse, Autokorrelations- und Kreuzkorrelationsfunktion stationärer Zufallsprozesse, Autokovarianzfunktion, Kreuzkovarianzfunktion
 - Autokorrelationsmatrix, Kreuzkorrelationsmatrix, Autokovarianzmatrix, Kreuzkovarianzmatrix
 - Pseudo-noise Sequenzen, Anwendungsbeispiel: Codemultiplex (code division multiple access (CDMA))
 - Autokorrelationsfunktion, Leistungsdichtespektrum (power spectral density (psd)), Signalleistung, Einstein-Wiener-Khintchine Beziehungen
 - Weißes gaußsches Rauschen
- Filterung von Zufallssignalen durch LTI-Systeme
 - Transformation der Wahrscheinlichkeitsdichtefunktion
 - Transformation des Mittelwerts
 - Transformation des Leistungsdichtespektrums
 - Korrelationsfunktionen zwischen Eingangs- und Ausgangssignal
 - Filterung von weißem gaußschem Rauschen
 - Bandbegrenzung zur Begrenzung der Rauschleistung
 - Preemphase und Deemphase
- Kompandierung, mu-law, A-law
- Funktionen von Zufallsvariablen
 - Transformation von Wahrscheinlichkeiten und der Wahrscheinlichkeitsdichtefunktion
 - Anwendung: Nicht-lineare Verstärker
- Funktionen von zwei Zufallsvariablen
 - Wahrscheinlichkeitsdichtefunktion
 - Beispiele: Rayleigh-Verteilung, Betrag eines OFDM-Signals, Betrag eines empfangenen Funksignals
- Übertragungskanäle und Kanalmodelle
 - Leitungsgebundene Kanäle: Telefonkabel, Koaxialkabel, Glasfaserkabel
 - Funkkanäle: Fading-Kanäle, Unterwasserkanäle
 - Frequenzselektive und nicht-frequenzselektive Kanäle
 - AWGN (additive white Gaussian noise) Kanal
 - Signal- zu Rauschleistungsverhältnis (signal to noise power ratio (SNR))
 - Zeitdiskrete Kanalmodelle
 - Zeitdiskrete gedächtnislose Kanäle (discrete memoryless channels (DMC))
- Analog-Digitalwandlung
 - Abtastung
 - Abtasttheorem
 - Pulsmodulation
 - Pulsamplitudenmodulation (pulse-amplitude modulation (PAM))
 - Pulsdauermodulation, Pulsbreitenmodulation (pulse-duration modulation (PDM), pulse-width modulation (PWM))

	<ul style="list-style-type: none"> <ul style="list-style-type: none"> <ul style="list-style-type: none"> ■ Puls-Pausenmodulation (pulse-position modulation (PPM)) ■ Pulse-code-Modulation (PCM) ○ Quantisierung <ul style="list-style-type: none"> ■ Lineare Quantisierung, Midtread- und Midrise-Charakteristik ■ Quantisierungsfehler, Quantisierungsrauschen ■ Signal-zu-Quantisierungsrauschleistungsverhältnis ■ Nichtlineare Quantisierung, Kompressor-Charakteristik, mu-law, A-law ■ Sprachübertragung mit PCM ○ Differentielle Pulse-Code-Modulation (DPCM) <ul style="list-style-type: none"> ■ Lineare Prädiktion nach dem Minimum Mean Squared Error (MMSE) Kriterium ■ DPCM mit Vorwärts- und Rückwärtsprädiktion ■ SNR-Gewinn von DPCM über PCM ■ Delta-Modulation ● Grundlagen der Informationstheorie und Codierung <ul style="list-style-type: none"> ○ Definitionen von Information: Selbst-Informationsgehalt, Entropie ○ Binäre Entropiefunktion ○ Quellencodierungs-Theorem ○ Quellencodierung: Huffman-Code ○ Mutual information und Kanalkapazität ○ Kanalkapazität des AWGN-Kanals und des AWGN-Kanals mit binärem Eingangssymbolalphabet ○ Kanalcodierungs-Theorem ○ Prinzipien der Kanalcodierung: Coderate und Datenrate, Hamming-Distanz, minimale Hamming-Distanz, Fehlererkennung und Fehlerkorrektur ○ Beispiele für Kanalcodes: Block-Codes und Faltungscodes, Wiederholungscode, Single Parity Check Code, Hamming-Code, Turbo-Codes ● Kombinatorik <ul style="list-style-type: none"> ○ Variation mit und ohne Zurücklegen ○ Kombination mit und ohne Zurücklegen ○ Permutation, Permutation von Multisets ○ Wordfehlerwahrscheinlichkeit linearer Block-Codes ● Basisband-Übertragung <ul style="list-style-type: none"> ○ Pulsformung: Non-return to zero (NRZ) Rechteck-Pulse, Manchester-Pulse, Raised-Cosine-Pulse, Wurzel-Raised-Cosine-Pulse, Gauss-Pulse ○ Sendesignalenergie, mittlere Energie pro Symbol ○ Leistungsdichtespektrum von Basisbandsignalen ○ Bandbreite-Definitionen ○ Bandbreiten-Effizienz, spektrale Effizienz ○ Intersymbol-Interferenz (ISI) ○ Erste und zweite Nyquist-Bedingung ○ Augendiagramme ○ Empfangsfilter-Entwurf: Signalangepasstes Filter (Matched Filter) ○ Matched-Filter Empfänger und Korrelationsempfänger ○ Wurzel-Nyquist-Pulsformung ○ Zeitdiskretes AWGN-Kanalmodell ● Maximum a Posteriori probability (MAP) und Maximum Likelihood (ML) Detektion ● Bitfehlerwahrscheinlichkeit bei binärer Übertragung über AWGN Kanäle mit antipodaler oder on-off-Signalisierung ● Bandpass-Übertragung mit Trägermodulation <ul style="list-style-type: none"> ○ Amplitudenmodulation, Frequenzmodulation, Phasenmodulation ○ Lineare digitale Modulationsverfahren: On-off keying (OOK), phase-shift keying (PSK), amplitude shift keying (ASK), quadrature amplitude shift keying (QAM)
<p>Literatur</p>	<p>K. Kammeyer: Nachrichtenübertragung, Teubner</p> <p>P.A. Höher: Grundlagen der digitalen Informationsübertragung, Teubner.</p> <p>M. Bossert: Einführung in die Nachrichtentechnik, Oldenbourg.</p> <p>J.G. Proakis, M. Salehi: Grundlagen der Kommunikationstechnik. Pearson Studium.</p> <p>J.G. Proakis, M. Salehi: Digital Communications. McGraw-Hill.</p> <p>S. Haykin: Communication Systems. Wiley</p> <p>J.G. Proakis, M. Salehi: Communication Systems Engineering. Prentice-Hall.</p> <p>J.G. Proakis, M. Salehi, G. Bauch, Contemporary Communication Systems. Cengage Learning.</p>

Lehrveranstaltung L0443: Einführung in die Nachrichtentechnik und ihre stochastischen Methoden	
Typ	Hörsaalübung
SWS	1
LP	1
Arbeitsaufwand in Stunden	Eigenstudium 16, Präsenzstudium 14
Dozenten	Prof. Gerhard Bauch
Sprachen	DE/EN
Zeitraum	WiSe
Inhalt	Siehe korrespondierende Vorlesung
Literatur	Siehe korrespondierende Vorlesung

Lehrveranstaltung L2354: Einführung in die Nachrichtentechnik und ihre stochastischen Methoden	
Typ	Gruppenübung
SWS	1
LP	1
Arbeitsaufwand in Stunden	Eigenstudium 16, Präsenzstudium 14
Dozenten	Prof. Gerhard Bauch
Sprachen	DE/EN
Zeitraum	WiSe
Inhalt	Siehe korrespondierende Vorlesung
Literatur	Siehe korrespondierende Vorlesung

Modul M1333: BIO I: Implantate und Frakturheilung			
Lehrveranstaltungen			
Titel	Typ	SWS	LP
Implantate und Frakturheilung (L0376)	Vorlesung	2	3
Modulverantwortlicher	Prof. Michael Morlock		
Zulassungsvoraussetzungen	Keine		
Empfohlene Vorkenntnisse	Es ist für das Verständnis besser, wenn zuerst die Lehrveranstaltung "Einführung in die Anatomie" belegt wird.		
Modulziele/ angestrebte Lernergebnisse	Nach erfolgreicher Teilnahme haben die Studierenden die folgenden Lernergebnisse erreicht		
Fachkompetenz	Studierende können die unterschiedlichen Knochenheilungsarten beschreiben und die Voraussetzungen, unter denen sie auftreten, erklären. Die Studierenden sind in der Lage, bei gegebener Frakturmorphologie entsprechende Versorgungen für die Wirbelsäule und die Röhrenknochen, zu benennen.		
<i>Wissen</i>			
<i>Fertigkeiten</i>	Studierende können die im menschlichen Körper wirkenden Kräfte für quasistatische Lastsituation unter gewissen Annahmen berechnen.		
Personale Kompetenzen			
<i>Sozialkompetenz</i>	Studenten können in der Gruppe gemeinsam einfache Aufgaben zur Erstellung von Modellen zur Berechnung der wirkenden Kräfte lösen.		
<i>Selbstständigkeit</i>	Studenten können in der Gruppe gemeinsam einfache Aufgaben zur Erstellung von Modellen zur Berechnung der wirkenden Kräfte lösen.		
Arbeitsaufwand in Stunden	Eigenstudium 62, Präsenzstudium 28		
Leistungspunkte	3		
Studienleistung	Keine		
Prüfung	Klausur		
Prüfungsdauer und -umfang	90 min		
Zuordnung zu folgenden Curricula	Allgemeine Ingenieurwissenschaften (7 Semester): Vertiefung Maschinenbau, Schwerpunkt Biomechanik: Pflicht Allgemeine Ingenieurwissenschaften (7 Semester): Vertiefung Mediziningenieurwesen: Pflicht Engineering Science: Vertiefung Mediziningenieurwesen: Pflicht General Engineering Science (7 Semester): Vertiefung Mediziningenieurwesen: Pflicht Maschinenbau: Vertiefung Biomechanik: Pflicht Mediziningenieurwesen: Vertiefung Implantate und Endoprothesen: Wahlpflicht Mediziningenieurwesen: Vertiefung Künstliche Organe und Regenerative Medizin: Wahlpflicht Mediziningenieurwesen: Vertiefung Management und Administration: Wahlpflicht Mediziningenieurwesen: Vertiefung Medizin- und Regelungstechnik: Wahlpflicht Orientierungsstudium: Kernqualifikation: Wahlpflicht Technomathematik: Vertiefung III. Ingenieurwissenschaften: Wahlpflicht		

Lehrveranstaltung L0376: Implantate und Frakturheilung	
Typ	Vorlesung
SWS	2
LP	3
Arbeitsaufwand in Stunden	Eigenstudium 62, Präsenzstudium 28
Dozenten	Prof. Michael Morlock
Sprachen	DE
Zeitraum	WiSe
Inhalt	<p>0. EINLEITUNG</p> <p>1. GESCHICHTE</p> <p>2. KNOCHEN</p> <p>2.1 Femur</p> <p>2.2 Tibia</p> <p>2.3 Fibula</p> <p>2.4 Humerus</p> <p>2.5 Radius</p> <p>2.6 Ulna</p> <p>2.7 Der Fuß</p> <p>3. WIRBELSÄULE</p> <p>3.1 Die Wirbelsäule als Ganzes</p> <p>3.2 Erkrankungen und Verletzungen der Wirbelsäule</p> <p>3.3 Belastung der WS</p> <p>3.4 Die Lendenwirbelsäule</p> <p>3.5 Die Brustwirbelsäule</p> <p>3.6 Die Halswirbelsäule</p> <p>4. BECKEN</p> <p>5. FRAKTURHEILUNG</p> <p>5.1 Grundlagen und Biologie der Frakturheilung</p> <p>5.2 Klinische Prinzipien und Begriffe der Frakturbehandlung:</p> <p>5.3 Biomechanik der Frakturbehandlung</p> <p>5.3.1 Die Schraube</p> <p>5.3.2 Die Platte</p> <p>5.3.3 Der Marknagel</p> <p>5.3.4 Der Fixateur Externe</p> <p>5.3.5 Die Implantate der Wirbelsäule</p> <p>6. Neue Implantate</p>
Literatur	<p>Cochran V.B.: Orthopädische Biomechanik</p> <p>Mow V.C., Hayes W.C.: Basic Orthopaedic Biomechanics</p> <p>White A.A., Panjabi M.M.: Clinical biomechanics of the spine</p> <p>Nigg, B.: Biomechanics of the musculo-skeletal system</p> <p>Schiebler T.H., Schmidt W.: Anatomie</p> <p>Platzer: dtv-Atlas der Anatomie, Band 1 Bewegungsapparat</p>

Modul M0655: Numerische Methoden der Thermofluidynamik I			
Lehrveranstaltungen			
Titel	Typ	SWS	LP
Numerische Methoden der Thermofluidynamik I (L0235)	Vorlesung	2	3
Numerische Methoden der Thermofluidynamik I (L0419)	Hörsaalübung	2	3
Modulverantwortlicher	Prof. Thomas Rung		
Zulassungsvoraussetzungen	Keine		
Empfohlene Vorkenntnisse	Studierende sollten über profunde Kenntnisse der höheren Mathematik (Reihenentwicklung, Integral- & Vektorrechnung) verfügen und die Grundlagen partieller und gewöhnlicher Differentialgleichungen kennen. Darüber hinaus sollten die Studierenden gute Kenntnisse der Strömungsmechanik und der Thermodynamik besitzen.		
Modulziele/ angestrebte Lernergebnisse	Nach erfolgreicher Teilnahme haben die Studierenden die folgenden Lernergebnisse erreicht		
Fachkompetenz			
<i>Wissen</i>	Studierende können aufgrund ihrer kombinierten Kenntnisse in Thermofluidynamik und Numerischer Mathematik allgemeine strömungstechnische und strömungsphysikalische Prinzipien in diskrete Algorithmen auf der Grundlage lokaler (Finite-Differenzen/Volumen) und globaler (potenzialtheoretischer) Ansatzmethoden übersetzen. Sie kennen die Zusammenhänge und Abgrenzungen unterschiedlicher Diskretisierungs- und Approximationstechniken zur Untersuchung gekoppelter Systeme, konvektiver, nichtlinearer partieller Differentialgleichungen, und können die physikalische Motivation für deren Einsatz erläutern. Studierende verfügen über das notwendige Hintergrundwissen, um numerische Modelle zur Lösung thermofluidynamischer Differentialgleichungssysteme zu konzipieren, programmieren und einzusetzen oder diese wissenschaftlich zu erläutern. Sie kennen die Mehrzahl der Berechnungs- und Lösungsprozeduren zur Prognose thermofluidynamischer Felder, insbesondere deren Grenzen.		
<i>Fertigkeiten</i>	Die Studierenden sind in der Lage, geeignete numerische Verfahren zur Integration thermofluidynamischer Bilanzgleichungen in Raum und Zeit auszuwählen und anzuwenden. Die Studierenden können die Numerik partieller Differentialgleichungen für Anwendungen der Thermofluidynamik methodisch umsetzen und zur optimalen Reproduktion strömungsphysikalischer Prozessen adaptieren. Sie sind in der Lage, numerische Lösungsverfahren strukturiert zu programmieren, die Programme parametergestützt einzusetzen und Datenschnittstellen zu kodieren, die eine Auswertung und Analyse unterstützen.		
Personale Kompetenzen			
<i>Sozialkompetenz</i>	Die Studierenden sind befähigt Lösungen für Musterprobleme in Gruppenarbeit entwickeln, implementieren und die gemeinsamen Arbeitsergebnisse zu dokumentieren.		
<i>Selbstständigkeit</i>	Die Studierenden sind fähig, selbstständig numerische Methoden zur Lösung strömungstechnischer Problem zu analysieren. Sie sind in der Lage, die eignen Ergebnisse und die Daten anderer kritisch in Bezug auf deren Plausibilität und Belastbarkeit zu analysieren.		
Arbeitsaufwand in Stunden	Eigenstudium 124, Präsenzstudium 56		
Leistungspunkte	6		
Studienleistung	Keine		
Prüfung	Klausur		
Prüfungsdauer und -umfang	2h		
Zuordnung zu folgenden Curricula	Allgemeine Ingenieurwissenschaften (7 Semester): Vertiefung Maschinenbau, Schwerpunkt Flugzeug-Systemtechnik: Wahlpflicht Allgemeine Ingenieurwissenschaften (7 Semester): Vertiefung Schiffbau: Pflicht Allgemeine Ingenieurwissenschaften (7 Semester): Vertiefung Maschinenbau, Schwerpunkt Energietechnik: Wahlpflicht Energietechnik: Technischer Ergänzungskurs Kernfächer: Wahlpflicht Green Technologies: Energie, Wasser, Klima: Vertiefung Energietechnik: Wahlpflicht Green Technologies: Energie, Wasser, Klima: Vertiefung Maritime Technologien: Wahlpflicht Maschinenbau: Vertiefung Energietechnik: Wahlpflicht Schiffbau: Kernqualifikation: Pflicht Technomathematik: Vertiefung III. Ingenieurwissenschaften: Wahlpflicht		

Lehrveranstaltung L0235: Numerische Methoden der Thermofluiddynamik I	
Typ	Vorlesung
SWS	2
LP	3
Arbeitsaufwand in Stunden	Eigenstudium 62, Präsenzstudium 28
Dozenten	Prof. Thomas Rung
Sprachen	DE
Zeitraum	WiSe
Inhalt	<p>Grundlagen der Modellierung und Approximation thermofluiddynamischer Bilanzen mit numerischen Methoden. Entwicklung numerischer Algorithmen.</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Partielle Differentialgleichungen 2. Grundlagen der finiten numerischen Approximation 3. Numerische Berechnung der Potenzialströmung 4. Einführung in die Finite-Differenzen Methoden 5. Approximation transienter, konvektiver und diffusiver Transportprozesse 6. Formulierung von Randbedingungen und Anfangsbedingungen 7. Aufbau und Lösung algebraischer Gleichungssysteme 8. Methode der gewichteten Residuen 9. Finite Volumen Approximation 10. Grundlagen der Gittergenerierung
Literatur	Ferziger and Peric: <i>Computational Methods for Fluid Dynamics</i> , Springer

Lehrveranstaltung L0419: Numerische Methoden der Thermofluiddynamik I	
Typ	Hörsaalübung
SWS	2
LP	3
Arbeitsaufwand in Stunden	Eigenstudium 62, Präsenzstudium 28
Dozenten	Prof. Thomas Rung
Sprachen	DE
Zeitraum	WiSe
Inhalt	Siehe korrespondierende Vorlesung
Literatur	Siehe korrespondierende Vorlesung

Modul M1804: Technische Mechanik III (Dynamik)			
Lehrveranstaltungen			
Titel		Typ	SWS LP
Technische Mechanik III (Dynamik) (L1134)		Vorlesung	3 3
Technische Mechanik III (Dynamik) (L1136)		Hörsaalübung	1 1
Technische Mechanik III (Dynamik) (L1135)		Gruppenübung	2 2
Modulverantwortlicher	Prof. Robert Seifried		
Zulassungsvoraussetzungen	Keine		
Empfohlene Vorkenntnisse	Module Mathematik I, II, Technische Mechanik I (Stereostatik). Parallel zum Modul Technische Mechanik III sollte das Modul Mathematik III besucht werden.		
Modulziele/ angestrebte Lernergebnisse	Nach erfolgreicher Teilnahme haben die Studierenden die folgenden Lernergebnisse erreicht		
Fachkompetenz	Die Studierenden können		
<i>Wissen</i>	<ul style="list-style-type: none"> • die axiomatische Vorgehensweise bei der Erarbeitung der mechanischen Zusammenhänge beschreiben; • wesentliche Schritte der Modellbildung erläutern; • Fachwissen aus der Kinematik, der Kinetik und Schwingungslehre präsentieren. 		
<i>Fertigkeiten</i>	Die Studierenden können		
	<ul style="list-style-type: none"> • die wesentlichen Elemente der mathematischen / mechanischen Analyse und Modellbildung anwenden und im Kontext eigener Fragestellung umsetzen; • grundlegende Methoden der Kinematik, Kinetik und Schwingungen auf Probleme des Ingenieurwesens anwenden; • Tragweite und Grenzen der eingeführten Methoden der Kinematik, Kinetik und Schwingungen abschätzen, beurteilen und sich weiterführende Ansätze erarbeiten. 		
Personale Kompetenzen	Die Studierenden können in Gruppen zu Arbeitsergebnissen kommen und sich gegenseitig bei der Lösungsfindung unterstützen.		
<i>Sozialkompetenz</i>			
<i>Selbstständigkeit</i>	Die Studierenden sind in der Lage, ihre eigenen Stärken und Schwächen einzuschätzen und darauf basierend ihr Zeit- und Lernmanagement zu organisieren.		
Arbeitsaufwand in Stunden	Eigenstudium 96, Präsenzstudium 84		
Leistungspunkte	6		
Studienleistung	Verpflichtend Bonus	Art der Studienleistung	Beschreibung
	Nein 20 %	Midterm	Midterm
Prüfung	Klausur		
Prüfungsdauer und -umfang	120 min		
Zuordnung zu folgenden Curricula	Allgemeine Ingenieurwissenschaften (7 Semester): Kernqualifikation: Pflicht Green Technologies: Energie, Wasser, Klima: Vertiefung Maritime Technologien: Wahlpflicht Maschinenbau: Kernqualifikation: Pflicht Mechatronik: Vertiefung Schiffstechnik: Pflicht Mechatronik: Vertiefung Roboter- und Maschinensysteme: Pflicht Mechatronik: Vertiefung Medizintechnik: Pflicht Mechatronik: Vertiefung Dynamische Systeme und AI: Pflicht Schiffbau: Kernqualifikation: Pflicht Technomathematik: Vertiefung III. Ingenieurwissenschaften: Wahlpflicht		

Lehrveranstaltung L1134: Technische Mechanik III (Dynamik)	
Typ	Vorlesung
SWS	3
LP	3
Arbeitsaufwand in Stunden	Eigenstudium 48, Präsenzstudium 42
Dozenten	Prof. Robert Seifried
Sprachen	DE
Zeitraum	WiSe
Inhalt	Kinematik 1.1 Punktbewegungen 1.2 Ebene Bewegung starrer Körper 1.3 Raumlische Bewegung starrer Körper 1.4 Raumlische Relativbewegungen 2 Kinetik 2.1 Impuls und Impulssatz 2.2 Drall und Drallsatz 2.3 Kinetik des starren Körpers 2.4 Energie und Energiesatz 3 Schwingungen 3.1 Einteilung der Schwingungen 3.2 Freie ungedampfte Schwingungen 3.3 Freie gedampfte Schwingungen 3.4 Erzwungene Schwingungen 4. Stoß 5 Kinetik von Kreiseln 5.1 Momentenfreier Kreisel (kraftefrei) 5.2 Erzwungene Kreiselbewegungen
Literatur	K. Magnus, H.H. Müller-Slany: Grundlagen der Technischen Mechanik. 7. Auflage, Teubner (2009). D. Gross, W. Hauger, J. Schröder, W. Wall: Technische Mechanik 3 und 4. 11. Auflage, Springer (2011).

Lehrveranstaltung L1136: Technische Mechanik III (Dynamik)	
Typ	Hörsaalübung
SWS	1
LP	1
Arbeitsaufwand in Stunden	Eigenstudium 16, Präsenzstudium 14
Dozenten	Prof. Robert Seifried
Sprachen	DE
Zeitraum	WiSe
Inhalt	Siehe korrespondierende Vorlesung
Literatur	Siehe korrespondierende Vorlesung

Lehrveranstaltung L1135: Technische Mechanik III (Dynamik)	
Typ	Gruppenübung
SWS	2
LP	2
Arbeitsaufwand in Stunden	Eigenstudium 32, Präsenzstudium 28
Dozenten	Prof. Robert Seifried
Sprachen	DE
Zeitraum	WiSe
Inhalt	Siehe korrespondierende Vorlesung
Literatur	Siehe korrespondierende Vorlesung

Modul M0833: Grundlagen der Regelungstechnik			
Lehrveranstaltungen			
Titel		Typ	SWS LP
Grundlagen der Regelungstechnik (L0654)		Vorlesung	2 4
Grundlagen der Regelungstechnik (L0655)		Gruppenübung	2 2
Modulverantwortlicher	Prof. Timm Faulwasser		
Zulassungsvoraussetzungen	Keine		
Empfohlene Vorkenntnisse	Grundkenntnisse der Behandlung von Signalen und Systemen im Zeit- und Frequenzbereich und der Laplace-Transformation.		
Modulziele/ angestrebte Lernergebnisse	Nach erfolgreicher Teilnahme haben die Studierenden die folgenden Lernergebnisse erreicht		
Fachkompetenz	<ul style="list-style-type: none"> • Studierende können das Verhalten dynamischer Systeme in Zeit- und Frequenzbereich darstellen und interpretieren, und insbesondere die Eigenschaften Systeme 1. und 2. Ordnung erläutern. • Sie können die Dynamik einfacher Regelkreise erklären und anhand von Frequenzgang und Wurzelortskurve interpretieren. • Sie können das Nyquist-Stabilitätskriterium sowie die daraus abgeleiteten Stabilitätsreserven erklären. • Sie können erklären, welche Rolle die Phasenreserve in der Analyse und Synthese von Regelkreisen spielt. • Sie können die Wirkungsweise eines PID-Reglers anhand des Frequenzgangs interpretieren. • Sie können erklären, welche Aspekte bei der digitalen Implementierung zeitkontinuierlich entworfener Regelkreise berücksichtigt werden müssen. <ul style="list-style-type: none"> • Studierende können Modelle linearer dynamischer Systeme vom Zeitbereich in den Frequenzbereich transformieren und umgekehrt. • Sie können das Verhalten von Systemen und Regelkreisen simulieren und bewerten. • Sie können PID-Regler mithilfe heuristischer Einstellregeln (Ziegler-Nichols) entwerfen. • Sie können anhand von Wurzelortskurve und Frequenzgang einfache Regelkreise entwerfen und analysieren. • Sie können zeitkontinuierliche Modelle dynamischer Regler für die digitale Implementierung zeitdiskret approximieren. • Sie beherrschen die einschlägigen Software-Werkzeuge (Matlab Control Toolbox, Simulink) für die Durchführung all dieser Aufgaben. 		
<i>Wissen</i>			
<i>Fertigkeiten</i>			
Personale Kompetenzen	Studierende können in kleinen Gruppen fachspezifische Fragen gemeinsam bearbeiten und ihre Reglerentwürfe experimentell testen und bewerten Studierende können sich Informationen aus bereit gestellten Quellen (Skript, Software-Dokumentation, Versuchsunterlagen) beschaffen und für die Lösung gegebener Probleme verwenden. Sie können ihren Wissensstand mit Hilfe wöchentlicher On-Line Tests kontinuierlich überprüfen und auf dieser Basis ihre Lernprozesse steuern		
<i>Sozialkompetenz</i>			
<i>Selbstständigkeit</i>			
Arbeitsaufwand in Stunden	Eigenstudium 124, Präsenzstudium 56		
Leistungspunkte	6		
Studienleistung	Keine		
Prüfung	Klausur		
Prüfungsdauer und -umfang	120 min		
Zuordnung zu folgenden Curricula	Allgemeine Ingenieurwissenschaften (7 Semester): Kernqualifikation: Pflicht Bioverfahrenstechnik: Kernqualifikation: Pflicht Chemie- und Bioingenieurwesen: Kernqualifikation: Pflicht Data Science: Vertiefung II. Anwendung: Wahlpflicht Elektrotechnik: Kernqualifikation: Pflicht Green Technologies: Energie, Wasser, Klima: Kernqualifikation: Pflicht Informatik-Ingenieurwesen: Kernqualifikation: Pflicht Logistik und Mobilität: Vertiefung Informationstechnologie: Wahlpflicht Logistik und Mobilität: Vertiefung Verkehrsplanung und -systeme: Wahlpflicht Logistik und Mobilität: Vertiefung Produktionsmanagement und Prozesse: Wahlpflicht Maschinenbau: Kernqualifikation: Pflicht Mechatronik: Kernqualifikation: Pflicht Technomathematik: Vertiefung III. Ingenieurwissenschaften: Wahlpflicht Theoretischer Maschinenbau: Technischer Ergänzungskurs Kernfächer: Wahlpflicht Verfahrenstechnik: Kernqualifikation: Pflicht Wirtschaftsingenieurwesen - Fachrichtung Logistik und Mobilität: Vertiefung II. Informationstechnologie: Wahlpflicht Wirtschaftsingenieurwesen - Fachrichtung Logistik und Mobilität: Vertiefung II. Verkehrsplanung und -systeme: Wahlpflicht Wirtschaftsingenieurwesen - Fachrichtung Logistik und Mobilität: Vertiefung II. Produktionsmanagement und Prozesse: Wahlpflicht		

Lehrveranstaltung L0654: Grundlagen der Regelungstechnik	
Typ	Vorlesung
SWS	2
LP	4
Arbeitsaufwand in Stunden	Eigenstudium 92, Präsenzstudium 28
Dozenten	Prof. Timm Faulwasser
Sprachen	DE
Zeitraum	WiSe
Inhalt	<p>Signale und Systeme</p> <ul style="list-style-type: none"> Lineare Systeme, Differentialgleichungen und Übertragungsfunktionen Systeme 1. und 2. Ordnung, Pole und Nullstellen, Impulsantwort und Sprungantwort Stabilität <p>Regelkreise</p> <ul style="list-style-type: none"> Prinzip der Rückkopplung: Steuerung oder Regelung Folgeregelung und Störunterdrückung Arten der Rückführung, PID-Regelung System-Typ und bleibende Regelabweichung Inneres-Modell-Prinzip <p>Wurzelortskurven</p> <ul style="list-style-type: none"> Konstruktion und Interpretation von Wurzelortskurven Wurzelortskurven von PID-Regelkreisen <p>Frequenzgang-Verfahren</p> <ul style="list-style-type: none"> Frequenzgang, Bode-Diagramm Minimalphasige und nichtminimalphasige Systeme Nyquist-Diagramm, Nyquist-Stabilitätskriterium, Phasenreserve und Amplitudenreserve Loop shaping, Lead-Lag-Kompensatoren Frequenzgang von PID-Regelkreisen <p>Totzeitsysteme</p> <ul style="list-style-type: none"> Wurzelortskurve und Frequenzgang von Totzeitsystemen Smith-Prädiktor <p>Digitale Regelung</p> <ul style="list-style-type: none"> Abtastsysteme, Differenzgleichungen Tustin-Approximation, digitale PID-Regler <p>Software-Werkzeuge</p> <ul style="list-style-type: none"> Einführung in Matlab, Simulink, Control Toolbox Rechnergestützte Aufgaben zu allen Themen der Vorlesung
Literatur	<ul style="list-style-type: none"> Werner, H., Lecture Notes „Introduction to Control Systems“ G.F. Franklin, J.D. Powell and A. Emami-Naeini "Feedback Control of Dynamic Systems", Addison Wesley, Reading, MA, 2009 K. Ogata "Modern Control Engineering", Fourth Edition, Prentice Hall, Upper Saddle River, NJ, 2010 R.C. Dorf and R.H. Bishop, "Modern Control Systems", Addison Wesley, Reading, MA 2010

Lehrveranstaltung L0655: Grundlagen der Regelungstechnik	
Typ	Gruppenübung
SWS	2
LP	2
Arbeitsaufwand in Stunden	Eigenstudium 32, Präsenzstudium 28
Dozenten	Prof. Timm Faulwasser
Sprachen	DE
Zeitraum	WiSe
Inhalt	Siehe korrespondierende Vorlesung
Literatur	Siehe korrespondierende Vorlesung

Modul M0708: Elektrotechnik III: Netzwerktheorie und Transienten			
Lehrveranstaltungen			
Titel		Typ	SWS LP
Netzwerktheorie (L0566)		Vorlesung	3 4
Netzwerktheorie (L0567)		Gruppenübung	2 2
Modulverantwortlicher	Prof. Alexander Kölpin		
Zulassungsvoraussetzungen	Keine		
Empfohlene Vorkenntnisse	Elektrotechnik I und II, Mathematik I und II		
Modulziele/ angestrebte Lernergebnisse	Nach erfolgreicher Teilnahme haben die Studierenden die folgenden Lernergebnisse erreicht		
Fachkompetenz			
<i>Wissen</i>	Die Studierenden können die grundlegenden Berechnungsverfahren von elektrischen Netzwerken erklären. Sie kennen die Analyse linearer, mit periodischen Signalen angeregter Netzwerke, mittels Fourier-Reihenentwicklung. Sie kennen die Berechnungsmethoden von Einschaltvorgängen in linearen Netzwerken sowohl im Zeit- als auch im Frequenzbereich. Sie können das Frequenzverhalten und die Synthese einfacher passiver Zweipol-Netzwerke erläutern.		
<i>Fertigkeiten</i>	Die Studierenden können Spannungen und Ströme in elektrischen Netzwerken, auch bei periodischer Anregung, mit Hilfe von grundlegenden Berechnungsverfahren bestimmen. Sie können sowohl im Zeit- als auch im Frequenzbereich Einschaltvorgänge in elektrischen Netzwerken berechnen und deren Einschaltverhalten beschreiben. Sie können das Frequenzverhalten passiver Zweipol-Netzwerke analysieren und synthetisieren.		
Personale Kompetenzen			
<i>Sozialkompetenz</i>	Die Studierenden können in kleinen Übungsgruppen vorlesungsrelevante Aufgaben gemeinsam bearbeiten und die selbst erarbeiteten Lösungen innerhalb der Übungsgruppe präsentieren.		
<i>Selbstständigkeit</i>	Die Studierenden sind in der Lage, die notwendigen Berechnungsverfahren für die zu lösenden Probleme zu erkennen und anzuwenden. Sie können ihren Wissensstand mit Hilfe vorlesungsbegleitender Maßnahmen (Kurzfragentests, klausurnahe Aufgaben) kontinuierlich überprüfen und auf dieser Basis ihre Lernprozesse steuern. Sie können ihr erlangtes Wissen mit den Inhalten anderer Lehrveranstaltungen (z.B. Elektrotechnik I und Mathematik) verknüpfen.		
Arbeitsaufwand in Stunden	Eigenstudium 110, Präsenzstudium 70		
Leistungspunkte	6		
Studienleistung	Verpflichtend	Bonus	Art der Studienleistung Beschreibung
	Nein	10 %	Testate Freiwillige semesterbegleitende Quiz-Aufgaben im Rahmen der Vorlesung zur Erlangung von maximal 10% Bonuspunkten
Prüfung	Klausur		
Prüfungsdauer und -umfang	150 min		
Zuordnung zu folgenden Curricula	Allgemeine Ingenieurwissenschaften (7 Semester): Vertiefung Maschinenbau, Schwerpunkt Mechatronik: Pflicht Allgemeine Ingenieurwissenschaften (7 Semester): Vertiefung Elektrotechnik: Pflicht Elektrotechnik: Kernqualifikation: Pflicht Engineering Science: Vertiefung Elektrotechnik: Pflicht Informatik-Ingenieurwesen: Vertiefung II. Mathematik & Ingenieurwissenschaften: Wahlpflicht Mechatronik: Vertiefung Elektrische Systeme: Pflicht Mechatronik: Vertiefung Dynamische Systeme und AI: Pflicht Mechatronik: Vertiefung Roboter- und Maschinensysteme: Pflicht Technomathematik: Vertiefung III. Ingenieurwissenschaften: Wahlpflicht		

Lehrveranstaltung L0566: Netzwerktheorie	
Typ	Vorlesung
SWS	3
LP	4
Arbeitsaufwand in Stunden	Eigenstudium 78, Präsenzstudium 42
Dozenten	Prof. Alexander Kölpin
Sprachen	DE
Zeitraum	WiSe
Inhalt	<ul style="list-style-type: none"> - Systematische Berechnung linearer, elektrischer Netzwerke - Berechnung von N-Tor-Netzwerken - Periodische Anregung von linearen Netzwerken - Einschaltvorgänge im Zeitbereich - Einschaltvorgänge im Frequenzbereich; Laplace-Transformation - Frequenzverhalten passiver Zweipol-Netzwerke
Literatur	<ul style="list-style-type: none"> - M. Albach, "Grundlagen der Elektrotechnik 1", Pearson Studium (2011) - M. Albach, "Grundlagen der Elektrotechnik 2", Pearson Studium (2011) - L. P. Schmidt, G. Schaller, S. Martius, "Grundlagen der Elektrotechnik 3", Pearson Studium (2011) - T. Harriehausen, D. Schwarzenau, "Moeller Grundlagen der Elektrotechnik", Springer (2013) - A. Hambley, "Electrical Engineering: Principles and Applications", Pearson (2008) - R. C. Dorf, J. A. Svoboda, "Introduction to electrical circuits", Wiley (2006) - L. Moura, I. Darwazeh, "Introduction to Linear Circuit Analysis and Modeling", Amsterdam Newnes (2005)

Lehrveranstaltung L0567: Netzwerktheorie	
Typ	Gruppenübung
SWS	2
LP	2
Arbeitsaufwand in Stunden	Eigenstudium 32, Präsenzstudium 28
Dozenten	Prof. Alexander Kölpin
Sprachen	DE
Zeitraum	WiSe
Inhalt	siehe korrespondierende Lehrveranstaltung
Literatur	siehe korrespondierende Lehrveranstaltung

Modul M1764: Bioprozesstechnik I			
Lehrveranstaltungen			
Titel		Typ	SWS LP
Bioprozesstechnik I (L2906)		Vorlesung	2 3
Bioprozesstechnik I (L2907)		Hörsaalübung	2 1
Bioprozesstechnik I - Grundlagenpraktikum (L2908)		Laborpraktikum	2 2
Modulverantwortlicher	Prof. Andreas Liese		
Zulassungsvoraussetzungen	Keine		
Empfohlene Vorkenntnisse	<ul style="list-style-type: none"> • Inhalt des Moduls "Biologische und biochemische Grundlagen" • Inhalt des Moduls "Organische Chemie" 		
Modulziele/ angestrebte Lernergebnisse	Nach erfolgreicher Teilnahme haben die Studierenden die folgenden Lernergebnisse erreicht		
Fachkompetenz	<p><i>Wissen</i> Nach Abschluss des Moduls sind die Studierenden in der Lage,</p> <ul style="list-style-type: none"> • Grundprozesse der Bioverfahrenstechnik zu beschreiben, • verschiedene Typen von Kinetik Enzymen und Mikroorganismen zuzuordnen sowie Inhibierungstypen unterscheiden, • die Parameter der Stöchiometrie und der Rheologie zu benennen und zu beschreiben, • die Stofftransportprozesse in Bioreaktoren grundlegend zu erläutern, • die Grundlagen der Bioprozessführung (absatzweise und kontinuierlich betriebene Reaktortypen, Berechnung der Batchreaktionszeit,...) in großer Detailtiefe zu verstehen und zu beschreiben. • Verfahren zur Retention von Enzymen und Mikroorganismen durch Immobilisierung in Bioreaktoren zu erläutern. <p><i>Fertigkeiten</i> Die Studierenden sind nach Abschluss des Moduls in der Lage,</p> <ul style="list-style-type: none"> • mit Hilfe verschiedener kinetischer Ansätze den Substratumsatz durch Enzyme sowie deren kinetische Parameter zu ermitteln, • mit Hilfe verschiedener kinetischer Ansätze das Wachstum von ganzen Zellen zu beschreiben sowie deren kinetische Parameter zu ermitteln, • die Auswirkungen der Enzyminhibierung auf das Verhalten von Enzymen und auf den Gesamtprozess qualitativ vorherzusagen, • Bioprozesse auf Basis der Stoichiometrie des Reaktionssystems zu analysieren und zu bestimmen, • die verschiedenen Grundreaktortypen in biotechnologischen Verfahren zu differenzieren und für die jeweilige Anwendung gezielt auszuwählen, • Stoffbilanz- und Differentialgleichungen zur mathematischen Beschreibung von Fermentationsprozessen aufzustellen und zu lösen, • verschiedene Methoden der Bestimmung von Stofftransportparametern für Gase in Lösung anzuwenden und die entsprechenden Stofftransportkoeffizienten zu berechnen 		
Personale Kompetenzen	<p><i>Sozialkompetenz</i> Nach Abschluss des Moduls sind die Studierenden in der Lage, in fachlich gemischten Teams wissenschaftliche Fragestellungen unter sich und mit Industrievertreter*innen zu diskutieren, ihre Ansichten dazu zu vertreten und gemeinsam an gegebenen ingenieurtechnischen und wissenschaftlichen Aufgabenstellungen zu arbeiten.</p> <p><i>Selbstständigkeit</i> Nach Abschluss des Moduls sind die Teilnehmer in der Lage, sich selbst Wissensquellen zu erschließen und ihre Kenntnisse auf bisher unbekannte Fragestellungen anzuwenden und dies zu präsentieren.</p>		
Arbeitsaufwand in Stunden	Eigenstudium 96, Präsenzstudium 84		
Leistungspunkte	6		
Studienleistung	Verpflichtend Bonus	Art der Studienleistung	Beschreibung
	Ja 5 %	Fachtheoretisch- fachpraktische Studienleistung	
Prüfung	Klausur		
Prüfungsdauer und -umfang	90 min		
Zuordnung zu folgenden Curricula	Allgemeine Ingenieurwissenschaften (7 Semester): Vertiefung Chemie- und Bioingenieurwesen: Pflicht Chemie- und Bioingenieurwesen: Kernqualifikation: Pflicht Engineering Science: Vertiefung Chemical and Bioprocess Engineering: Pflicht Green Technologies: Energie, Wasser, Klima: Vertiefung Biotechnologien: Wahlpflicht Mediziningenieurwesen: Vertiefung Implantate und Endoprothesen: Wahlpflicht Mediziningenieurwesen: Vertiefung Management und Administration: Wahlpflicht Mediziningenieurwesen: Vertiefung Medizin- und Regelungstechnik: Wahlpflicht Mediziningenieurwesen: Vertiefung Künstliche Organe und Regenerative Medizin: Pflicht Technomathematik: Vertiefung III. Ingenieurwissenschaften: Wahlpflicht		

Lehrveranstaltung L2906: Bioprozesstechnik I	
Typ	Vorlesung
SWS	2
LP	3
Arbeitsaufwand in Stunden	Eigenstudium 62, Präsenzstudium 28
Dozenten	Prof. Andreas Liese
Sprachen	DE
Zeitraum	WiSe
Inhalt	<ul style="list-style-type: none"> • Einführung in die Enzymkinetik • Immobilisierung von Enzymen und ganzen Zellen • Stoichiometrie des Zellwachstums und der Produktbildung • Mikrobielle Wachstumskinetik und Wachstumsmodelle • Erhaltungsstoffwechsel • Grundlegende Reaktortypen der Bioverfahrenstechnik • Fermentation in Batch, Fed-Batch, Chemostat und Turbidostat • Berechnung von Hauptparametern fermentativer Prozesse • Rheologie und mechanischer Energieeintrag • Begasung von Bioprozessen (aerobe und mikroaerobe) • Diskussion mit Bioverfahrenstechnikern großer und kleiner Unternehmen, anteilig Alumni der TUHH • Repetitorium
Literatur	<p>A. Liese, K. Seelbach, C. Wandrey: Industrial Biotransformations, Wiley-VCH, 2nd ed. 2006</p> <p>H.W. Blanch, D. Clark: Biochemical Engineering, Taylor & Francis, 1997</p> <p>P. M. Doran: Bioprocess Engineering Principles, 2nd. edition, Academic Press, 2013</p> <p>H. Chmiel, R. Takors, D. Weuster-Botz (Herausgeber): Bioprozeßtechnik, Springer Spektrum, 2018</p> <p>K.-E. Jaeger, A. Liese, C. Syldatk: Einführung in die Enzymtechnologie, Springer, 2018</p>

Lehrveranstaltung L2907: Bioprozesstechnik I	
Typ	Hörsaalübung
SWS	2
LP	1
Arbeitsaufwand in Stunden	Eigenstudium 2, Präsenzstudium 28
Dozenten	Prof. Andreas Liese
Sprachen	DE
Zeitraum	WiSe
Inhalt	Siehe korrespondierende Vorlesung
Literatur	Siehe korrespondierende Vorlesung

Lehrveranstaltung L2908: Bioprozesstechnik I - Grundlagenpraktikum	
Typ	Laborpraktikum
SWS	2
LP	2
Arbeitsaufwand in Stunden	Eigenstudium 32, Präsenzstudium 28
Dozenten	Prof. Andreas Liese
Sprachen	DE
Zeitraum	WiSe
Inhalt	<p>In diesem Praktikum werden die Kultivierungs- und Aufarbeitungstechniken am Beispiel der Produktion eines Enzyms mit einem rekombinanten Mikroorganismus aufgezeigt. Darüber hinaus werden die Charakterisierung und Simulation der Enzymkinetik sowie die Anwendung des Enzyms in einem Enzymreaktor durchgeführt.</p> <p>Die Studierenden verfassen zu jedem Versuch ein Protokoll.</p>
Literatur	<ul style="list-style-type: none"> · Praktikumsskript bereitgestellt über StudIP · Bioprozesstechnik-Vorlesung & -Vorlesungsskript · Jaeger, K.-E., Liese, A., Syldatk, C. (2018). Einführung in die Enzymtechnologie. Springer Spektrum. · Hilterhaus, L., Liese, A., Kettling, U., Antranikian, G. (2016). Applied Biocatalysis. Wiley-VCH. · Hass, V. C., Pörtner, R. (2011). Praxis der Bioprozesstechnik mit virtuellem Praktikum. Spektrum Akademischer Verlag. · Chmiel, H. (2018). Bioprozesstechnik. Springer Spektrum. · Liese, A., Seelbach, K., Wandrey, C. (2006). Industrial Biotransformations. Wiley-VCH. · Bommarius, S., Riebel, B. (2004). Biocatalysis: Fundamentals and Applications. Wiley-Blackwell. · Schmid, R. D. (2003). Pocket Guide to Biotechnology and Genetic Engineering. Wiley-Blackwell.

Modul M1761: Biologische und Biochemische Grundlagen			
Lehrveranstaltungen			
Titel		Typ	SWS LP
Biologische und Biochemische Grundlagen (L2900)		Vorlesung	2 2
Biologisches und Biochemisches Grundlagenpraktikum (L2901)		Laborpraktikum	3 3
Einführung in das Biologische und Biochemische Praktikum (L2902)		Vorlesung	1 1
Modulverantwortlicher	Prof. Johannes Gescher		
Zulassungsvoraussetzungen	Keine		
Empfohlene Vorkenntnisse	Das Modul gliedert sich in zwei Teile. Im Wintersemester wird eine Vorlesung mit 2 Semesterwochenstunden angeboten. Für diese Vorlesung sind keine Vorkenntnisse notwendig. Im darauf folgenden Sommersemester wird der zweite Teil des Moduls angeboten. Dieser gliedert sich in ein Praktikum und eine dazu einführende Vorlesung. Für diese beiden Modulteile wird dringend der Besuch der Vorlesung im Wintersemester empfohlen.		
Modulziele/ angestrebte Lernergebnisse	Nach erfolgreicher Teilnahme haben die Studierenden die folgenden Lernergebnisse erreicht		
Fachkompetenz	<p><i>Wissen</i></p> <p>Das Modul hat zum Ziel Ihnen die Grundprinzipien von biologischen Systemen und Biokatalysatoren zu vermitteln. Sie werden erfahren wie Organismen aufgebaut sind und über welche Grundcharakteristika Organismen aus den drei Reichen des Lebens unterscheiden werden können. Sie werden erfahren auf welche Weise biologische Systeme Energie gewinnen können und werden die Prinzipien der biologischen Thermodynamik anwenden. Darüber hinaus werden sie lernen wie Enzyme aufgebaut sind und beispielhaft an einigen Enzymklassen erlernen wie Enzyme ihre Wirkung entfalten.</p> <p>Am Ende des Moduls</p> <ul style="list-style-type: none"> - können Sie Grundprinzipien lebender Systeme beschreiben und durch deren Anwendung den Stoffwechsel von Organismen erklären - können Sie Organismen anhand einiger Grundcharakteristika den drei Reichen des Lebens zuordnen - können Sie anhand einiger Beispielreaktionen die Aufgaben von Enzymen generisch beschreiben - können Sie aus den Grundbeschaffenheiten von Organismen und Enzymen ableiten, welche biotechnologischen Anwendungen mit diesen Systemen möglich sind. - können Sie das Fachvokabular zu biologische Systemen und Prozessen verstehen und anwenden - können Sie einfach bioinformatische Operationen vornehmen, um DNA-Sequenzen einer Funktion zuzuordnen - können Sie die Grundprinzipien der Anwendung von Primärliteratur sicher anwenden <p><i>Fertigkeiten</i></p> <p>Die Studierenden beherrschen die Grundtechniken des sterilen Arbeitens und der molekularen Diagnostik. Sie können selbstständig Medien zubereiten und Mikroorganismen in Kultur halten. Darüber hinaus können sie aus Anreicherungskulturen und Umweltproben Organismen isolieren und charakterisieren.</p> <p>Personale Kompetenzen</p> <p><i>Sozialkompetenz</i></p> <p>Die Studierenden sind in der Lage,</p> <ul style="list-style-type: none"> - in Teams von zwischen 2 und 10 Studierenden gemeinsam Wissen zu erarbeiten, - im Team ihr eigenes Wissen einzubringen und in Diskussionen zu vertreten, - eine komplexe Aufgabe im Team in Teilaufgaben zu zerlegen, zu lösen und die Ergebnisse zusammenzufassen. <p><i>Selbstständigkeit</i></p> <p>Die Studierenden sind in der Lage, sich selbstständig ihre Praktikumstage zu strukturieren und Aufgaben zu priorisieren. Darüber hinaus sind sie in der Lage über eine Literaturrecherche grundlegende Informationen zu Mikroorganismen zu sammeln und zu verarbeiten.</p>		
Arbeitsaufwand in Stunden	Eigenstudium 96, Präsenzstudium 84		
Leistungspunkte	6		
Studienleistung	Verpflichtend	Bonus	Art der Studienleistung Beschreibung
	Ja	Keiner	Referat Zusammenstellung der Ergebnisse des Praktikums
Prüfung	Klausur		
Prüfungsdauer und -umfang	90 min		
Zuordnung zu folgenden Curricula	Allgemeine Ingenieurwissenschaften (7 Semester): Vertiefung Chemie- und Bioingenieurwesen: Pflicht Chemie- und Bioingenieurwesen: Kernqualifikation: Pflicht Engineering Science: Vertiefung Chemical and Bioprocess Engineering: Pflicht Green Technologies: Energie, Wasser, Klima: Vertiefung Biotechnologien: Wahlpflicht Orientierungsstudium: Kernqualifikation: Wahlpflicht Technomathematik: Vertiefung III. Ingenieurwissenschaften: Wahlpflicht		

Lehrveranstaltung L2900: Biologische und Biochemische Grundlagen	
Typ	Vorlesung
SWS	2
LP	2
Arbeitsaufwand in Stunden	Eigenstudium 32, Präsenzstudium 28
Dozenten	Prof. Johannes Gescher
Sprachen	DE
Zeitraum	WiSe
Inhalt	In der Vorlesung lernen wir die Grundmerkmale von Organismen aller Reiche des Lebens kennen. Dazu gehört die Zellbiologie wie auch die Zellphysiologie. Wir verstehen die energetischen Grundlagen lebender Systeme und die Vielfalt an möglichen metabolischen Lebenskonzepten. Aus diesen Grundgesetzmäßigkeiten heraus soll verständlich werden, wie und welchem Umfang eine Anwendung und genetische Umprogrammierung von Organismen für die Anwendung erfolgen kann.
Literatur	Fuchs: Allgemeine Mikrobiologie, 11. vollständig überarbeitete Auflage 2022; ISBN: 9783132434776 Brock: Biology of Microorganisms, ISBN-13: 9780134626109

Lehrveranstaltung L2901: Biologisches und Biochemisches Grundlagenpraktikum	
Typ	Laborpraktikum
SWS	3
LP	3
Arbeitsaufwand in Stunden	Eigenstudium 48, Präsenzstudium 42
Dozenten	Prof. Johannes Gescher
Sprachen	DE
Zeitraum	SoSe
Inhalt	Ziel des Praktikums ist die Vermittlung von grundlegenden mikrobiologischen und molekularbiologischen Techniken anhand von individuellen Forschungsaufträgen sowie Kontrollexperimenten. Dabei sollen in diesem Praktikum Organismen isoliert werden, die von Studierenden des 4. und 6. Semesters in zwei unabhängigen Modulen weiterbearbeitet werden.
Literatur	Steinbüchel: Mikrobiologisches Praktikum, ISBN: 978-3-662-63234-5

Lehrveranstaltung L2902: Einführung in das Biologische und Biochemische Praktikum	
Typ	Vorlesung
SWS	1
LP	1
Arbeitsaufwand in Stunden	Eigenstudium 16, Präsenzstudium 14
Dozenten	Prof. Johannes Gescher
Sprachen	DE
Zeitraum	SoSe
Inhalt	Das Ziel der einführenden Vorlesung ist es, unterschiedliche benutzte Methoden zu erläutern und deren Anwendungsspektrum zu verdeutlichen. Darüber hinaus werden wir in der Vorlesung spez. physiologische Merkmale der zu isolierenden Mikroorganismen verdeutlichen.
Literatur	Steinbüchel: Mikrobiologisches Praktikum, ISBN: 978-3-662-63234-5

Modul M1280: MED II: Einführung in die Physiologie			
Lehrveranstaltungen			
Titel		Typ	SWS
Einführung in die Physiologie (L0385)		Vorlesung	2
Modulverantwortlicher	Prof. Michael Morlock		
Zulassungsvoraussetzungen	Keine		
Empfohlene Vorkenntnisse	Keine. Das Modul deckt fachspezifische Lehrinhalte des Mediziningieurwesens ab und erlaubt Studenten, die nicht Mediziningieurwesen im Bachelor vertieft haben, den Master Mediziningieurwesen zu belegen.		
Modulziele/ angestrebte Lernergebnisse	Nach erfolgreicher Teilnahme haben die Studierenden die folgenden Lernergebnisse erreicht		
Fachkompetenz	Die Studierenden können		
<i>Wissen</i>	<ul style="list-style-type: none"> • Physiologische Zusammenhänge in ausgewählten Kernfeldern von Muskel-, Herz/Kreislauf sowie Neuro- & Sinnesphysiologie darstellen. • Grundzüge des Energiestoffwechsels beschreiben; 		
<i>Fertigkeiten</i>	Die Studierenden können die Wirkprinzipien grundlegender Körperfunktionen (Sinnesleistungen, Informationsweiterleitung und Verarbeitung, Kraftentwicklung und Vitalfunktionen) darstellen und sie in Relation zu ähnlichen technischen Systemen setzen.		
Personale Kompetenzen			
<i>Sozialkompetenz</i>	Die Studierenden können Diskussionen in Forschung und Medizin auf fachlicher Ebene führen.		
	Die Studierenden können in Kleingruppen Probleme im Bereich physiologischer Fragestellungen analysieren und messtechnische Lösungen finden.		
<i>Selbstständigkeit</i>	Die Studierenden können Fragen zu Themengebieten der Vorlesung oder weitergehende physiologische Themen eigenständig aus der Fachliteratur erarbeiten.		
Arbeitsaufwand in Stunden	Eigenstudium 62, Präsenzstudium 28		
Leistungspunkte	3		
Studienleistung	Keine		
Prüfung	Klausur		
Prüfungsdauer und -umfang	60 Minuten		
Zuordnung zu folgenden Curricula	Allgemeine Ingenieurwissenschaften (7 Semester): Vertiefung Mediziningieurwesen: Pflicht Allgemeine Ingenieurwissenschaften (7 Semester): Vertiefung Maschinenbau, Schwerpunkt Biomechanik: Pflicht Elektrotechnik: Vertiefung Medizintechnik: Wahlpflicht Engineering Science: Vertiefung Mediziningieurwesen: Wahlpflicht General Engineering Science (7 Semester): Vertiefung Mediziningieurwesen: Wahlpflicht Maschinenbau: Vertiefung Biomechanik: Pflicht Mechatronik: Vertiefung Medizintechnik: Pflicht Mediziningieurwesen: Vertiefung Medizin- und Regelungstechnik: Wahlpflicht Mediziningieurwesen: Vertiefung Management und Administration: Wahlpflicht Mediziningieurwesen: Vertiefung Künstliche Organe und Regenerative Medizin: Wahlpflicht Mediziningieurwesen: Vertiefung Implantate und Endoprothesen: Wahlpflicht Technomathematik: Vertiefung III. Ingenieurwissenschaften: Wahlpflicht		

Lehrveranstaltung L0385: Einführung in die Physiologie	
Typ	Vorlesung
SWS	2
LP	3
Arbeitsaufwand in Stunden	Eigenstudium 62, Präsenzstudium 28
Dozenten	Dr. Gerhard Engler
Sprachen	DE
Zeitraum	SoSe
Inhalt	Beginnend bei den Mechanismen zur elektrischen oder biochemischen Übertragung von Information wird eingegangen auf die Funktion von Rezeptoren für die verschiedenen Sinneseindrücke sowie der spezifischen Weiterleitung und Verarbeitung dieser afferenten Reize. Efferente Signale steuern den Körper in einer sich dynamisch verändernden Umgebung: Dazu werden Informationen aus dem körpereigenen System der Selbstwahrnehmung mit aktuellen afferenten Reizen verbunden um über Gehirn und Rückenmark gezielt Kraft auf die betreffenden Muskeln zu dosieren. Der unmittelbar zur Erhaltung dieser Funktionen notwendige Stoffwechsel wird durch das System: Herz, Lunge und Blutgefäße bereitgestellt. Auch dieses System paßt sich an wechselnden Bedarf bzw. sich ändernde Lastverhältnisse anhand biochemisch und bioelektrisch gesteuerter Regelmechanismen an. Neben den physiologischen Grundlagen wird anhand von Beispielen auch das Versagen dieser Systeme im Falle von Erkrankungen mit einigen typischen Erscheinungsbildern dargestellt.
Literatur	Taschenatlas der Physiologie, Silbernagl Despopoulos, ISBN 978-3-135-67707-1, Thieme Repetitorium Physiologie, Speckmann, ISBN 978-3-437-42321-5, Elsevier

Modul M0805: Technical Acoustics I (Acoustic Waves, Noise Protection, Psycho Acoustics)			
Lehrveranstaltungen			
Titel		Typ	SWS LP
Technische Akustik I (Akustische Wellen, Lärmschutz, Psychoakustik) (L0516)		Vorlesung	2 3
Technische Akustik I (Akustische Wellen, Lärmschutz, Psychoakustik) (L0518)		Hörsaalübung	2 3
Modulverantwortlicher	Prof. Benedikt Kriegesmann		
Zulassungsvoraussetzungen	None		
Empfohlene Vorkenntnisse	Mechanics I (Statics, Mechanics of Materials) and Mechanics II (Hydrostatics, Kinematics, Dynamics) Mathematics I, II, III (in particular differential equations)		
Modulziele/ angestrebte Lernergebnisse	Nach erfolgreicher Teilnahme haben die Studierenden die folgenden Lernergebnisse erreicht		
Fachkompetenz	The students possess an in-depth knowledge in acoustics regarding acoustic waves, noise protection, and psycho acoustics and are able to give an overview of the corresponding theoretical and methodical basis.		
<i>Wissen</i>			
<i>Fertigkeiten</i>	The students are capable to handle engineering problems in acoustics by theory-based application of the demanding methodologies and measurement procedures treated within the module.		
Personale Kompetenzen	Students can work in small groups on specific problems to arrive at joint solutions.		
<i>Sozialkompetenz</i>			
<i>Selbstständigkeit</i>	The students are able to independently solve challenging acoustical problems in the areas treated within the module. Possible conflicting issues and limitations can be identified and the results are critically scrutinized.		
Arbeitsaufwand in Stunden	Eigenstudium 124, Präsenzstudium 56		
Leistungspunkte	6		
Studienleistung	Keine		
Prüfung	Klausur		
Prüfungsdauer und -umfang	90 min		
Zuordnung zu folgenden Curricula	Flugzeug-Systemtechnik: Kernqualifikation: Wahlpflicht Internationales Wirtschaftsingenieurwesen: Vertiefung II. Luftfahrtsysteme: Wahlpflicht Luftfahrttechnik: Kernqualifikation: Wahlpflicht Mechatronik: Kernqualifikation: Wahlpflicht Produktentwicklung, Werkstoffe und Produktion: Kernqualifikation: Wahlpflicht Technomathematik: Vertiefung III. Ingenieurwissenschaften: Wahlpflicht Theoretischer Maschinenbau: Vertiefung Produktentwicklung und Produktion: Wahlpflicht Theoretischer Maschinenbau: Vertiefung Simulationstechnik: Wahlpflicht		

Lehrveranstaltung L0516: Technical Acoustics I (Acoustic Waves, Noise Protection, Psycho Acoustics)	
Typ	Vorlesung
SWS	2
LP	3
Arbeitsaufwand in Stunden	Eigenstudium 62, Präsenzstudium 28
Dozenten	Dr. Sören Keuchel
Sprachen	EN
Zeitraum	SoSe
Inhalt	<ul style="list-style-type: none"> - Introduction and Motivation - Acoustic quantities - Acoustic waves - Sound sources, sound radiation - Sound energy and intensity - Sound propagation - Signal processing - Psycho acoustics - Noise - Measurements in acoustics
Literatur	Cremer, L.; Heckl, M. (1996): Körperschall. Springer Verlag, Berlin Veit, I. (1988): Technische Akustik. Vogel-Buchverlag, Würzburg Veit, I. (1988): Flüssigkeitsschall. Vogel-Buchverlag, Würzburg

Lehrveranstaltung L0518: Technical Acoustics I (Acoustic Waves, Noise Protection, Psycho Acoustics)	
Typ	Hörsaalübung
SWS	2
LP	3
Arbeitsaufwand in Stunden	Eigenstudium 62, Präsenzstudium 28
Dozenten	Dr. Sören Keuchel
Sprachen	EN
Zeitraum	SoSe
Inhalt	Siehe korrespondierende Vorlesung
Literatur	Siehe korrespondierende Vorlesung

Modul M0734: Elektrotechnisches Projektpraktikum			
Lehrveranstaltungen			
Titel	Elektrotechnisches Projektpraktikum (L0640)	Typ	Projekt-/problembasierte Lehrveranstaltung
		SWS	8
		LP	6
Modulverantwortlicher	Prof. Christian Becker		
Zulassungsvoraussetzungen	Keine		
Empfohlene Vorkenntnisse	Elektrotechnik I, Elektrotechnik II		
Modulziele/ angestrebte Lernergebnisse	Nach erfolgreicher Teilnahme haben die Studierenden die folgenden Lernergebnisse erreicht		
Fachkompetenz	<p><i>Wissen</i> Die Studierenden können einen Überblick über die fachlichen Details von elektrotechnischen Projekten geben und können ihre Zusammenhänge erklären. Sie können relevante Problemstellungen in fachlicher Sprache beschreiben und kommunizieren. Sie können den typischen Ablauf bei der Lösung praxisnaher Probleme schildern und Ergebnisse präsentieren.</p> <p><i>Fertigkeiten</i> Die Studierenden können ihr Grundlagenwissen aus der Elektrotechnik in die Lösung praktischer Aufgabenstellung transferieren. Sie erkennen und überwinden typische Probleme bei der Umsetzung elektrotechnischer Projekte. Sie können für nicht-standardisierte Fragestellungen Lösungskonzepte erarbeiten, vergleichen und auswählen.</p> <p>Personale Kompetenzen</p> <p><i>Sozialkompetenz</i> Die Studierenden können in kleinen, fachlich gemischten Gruppen gemeinsam Lösungen für elektrotechnische Probleme entwickeln und diese einzeln oder in Gruppen vor Fachpersonen präsentieren und erläutern. Sie können alternative Lösungswege einer elektrotechnischen Aufgabenstellung eigenständig oder in Gruppen entwickeln sowie Vor- bzw. Nachteile diskutieren.</p> <p><i>Selbstständigkeit</i> Die Studierenden sind in der Lage, anhand von zur Verfügung gestellten Unterlagen elektrotechnische Fragestellungen selbstständig zu lösen. Sie sind fähig, eigene Wissenslücken anhand vorgegebener Quellen zu schließen sowie Fachthemen eigenständig zu erarbeiten. Sie sind ferner in der Lage vorgegebene Aufgabenstellungen sinnvoll zu erweitern und diese sodann mit selbst zu definierenden Konzepten/Ansätzen pragmatisch zu lösen.</p>		
Arbeitsaufwand in Stunden	Eigenstudium 68, Präsenzstudium 112		
Leistungspunkte	6		
Studienleistung	Keine		
Prüfung	Fachtheoretisch-fachpraktische Arbeit		
Prüfungsdauer und -umfang	abhängig von der Aufgabenstellung + Vortrag		
Zuordnung zu folgenden Curricula	Allgemeine Ingenieurwissenschaften (7 Semester): Vertiefung Elektrotechnik: Pflicht Elektrotechnik: Kernqualifikation: Pflicht Engineering Science: Vertiefung Elektrotechnik: Wahlpflicht Engineering Science: Vertiefung Elektrotechnik: Wahlpflicht Technomathematik: Vertiefung III. Ingenieurwissenschaften: Wahlpflicht		

Lehrveranstaltung L0640: Elektrotechnisches Projektpraktikum	
Typ	Projekt-/problembasierte Lehrveranstaltung
SWS	8
LP	6
Arbeitsaufwand in Stunden	Eigenstudium 68, Präsenzstudium 112
Dozenten	Prof. Christian Becker, Dozenten des SD E
Sprachen	DE
Zeitraum	SoSe
Inhalt	Es werden Projekte aus dem ganzen Anwendungsbereich der Elektrotechnik bearbeitet. Dabei werden typischerweise Prototypen von Funktionseinheiten oder ganzen Systemen gebaut. Beispiele sind: Radargeräte, Sensornetzwerke, Amateurfunkgeräte, leistungselektronische Umrichter, diskrete Rechner, Kraftmikroskope. Die Projekte werden jedes Jahr neu konzipiert.
Literatur	Alle zur Durchführung der Projekte sinnvollen Quellen (Skripte, Fachbücher, Manuals, Datenblätter, Internetseiten). / All sources that are useful for completion of the projects (lecture notes, textbooks, manuals, data sheets, internet pages).

Modul M1005: Vertiefende Grundlagen der Werkstoffwissenschaften			
Lehrveranstaltungen			
Titel		Typ	SWS LP
Advanced Ceramics and Polymers (EN) (L2983)		Vorlesung	2 2
Advanced Ceramics and Polymers (EN) (L2984)		Hörsaalübung	1 1
Materialien für Energiespeicherung und Umwandlung (L1086)		Vorlesung	2 3
Modulverantwortlicher	Prof. Gerold Schneider		
Zulassungsvoraussetzungen	Keine		
Empfohlene Vorkenntnisse	Modul "Grundlagen der Werkstoffwissenschaften" Modul "Materialwissenschaftliches Praktikum" Modul "Moderne Werkstoffe"		
Modulziele/ angestrebte Lernergebnisse	Nach erfolgreicher Teilnahme haben die Studierenden die folgenden Lernergebnisse erreicht		
Fachkompetenz	Studierende können bei polymeren, metallischen und keramischen Materialien über den atomaren Bindungen, Kristallstrukturen und amorphe Strukturen, Defekte, elektrische und Massentransportprozesse, Gefüge und Phasendiagramme einen vertieften Überblick geben und die dazugehörigen Fachbegriffe erklären.		
<i>Wissen</i>			
<i>Fertigkeiten</i>	Studierende sind in der Lage die in den oben genannten Bereichen angewandten physikalischen und chemischen Methoden in einem angegebenen Kontext anzuwenden.		
Personale Kompetenzen	Studierende sind fähig, eigenständig die Struktur und Eigenschaften von polymeren, metallischen und keramischen Materialien zu erfassen. Dabei sollten sie in der Lage sein, das Niveau und die Tiefe ihres Wissens einzuschätzen.		
<i>Sozialkompetenz</i>			
<i>Selbstständigkeit</i>			
Arbeitsaufwand in Stunden	Eigenstudium 110, Präsenzstudium 70		
Leistungspunkte	6		
Studienleistung	Keine		
Prüfung	Klausur		
Prüfungsdauer und -umfang	180 min		
Zuordnung zu folgenden Curricula	Maschinenbau: Vertiefung Materialien in den Ingenieurwissenschaften: Pflicht Technomathematik: Vertiefung III. Ingenieurwissenschaften: Wahlpflicht		

Lehrveranstaltung L2983: Advanced Ceramics and Polymers (EN)	
Typ	Vorlesung
SWS	2
LP	2
Arbeitsaufwand in Stunden	Eigenstudium 32, Präsenzstudium 28
Dozenten	Prof. Kaline Pagnan Furlan, Prof. Robert Meißner
Sprachen	EN
Zeitraum	SoSe
Inhalt	<p>After the lecture you should be able to (lecture objectives):</p> <ul style="list-style-type: none"> Identify the main characteristics of polymeric and ceramic materials Understand how to process polymers and ceramics and their applications Evaluate and select polymers and ceramics according to a prospected application, linking the expected properties and design to an appropriate manufacturing method Understand about fiber-reinforced composites fabrication, processing, and properties <p>Polymeric materials</p> <ol style="list-style-type: none"> Polymers in engineering A brief history of plastics; Why plastics?; Plastics industry; Lightweight construction using plastics. Structure of the macromolecule Constitution; chain configuration; chain conformation; potentials; bonds. Synthesis, rheology Polymerization; polyaddition; polycondensation; molecular weight and distribution; crosslinking; application temperatures and processing; test methods DSC /DMTA. Plastics processing Relationships of viscosity and processing of plastics; The main manufacturing technologies and processing parameters: Extrusion, injection molding, calendering, blown films, blow molding, stretch blow molding; Which products can be manufactured with which manufacturing method.

	<p>5. Composite materials Short fiber reinforced and injection molding; fiber types and strength; elastic properties of FRP and anisotropy.</p> <p>6. Mechanical properties Understand the material behavior of polymers under mechanical load; know that plastics have a strongly time-dependent deformation behavior and know the reasons; measurement methods to determine the load behavior (tensile test, creep or relaxation test).</p> <p>7. Plastics and the environment Understand the advantages and disadvantages of polymers in terms of environmental aspects; know that plastics can be recycled in different ways; know innovative approaches to improve the life cycle assessment.</p> <p>Ceramic materials</p> <p>1. Ceramics in engineering Brief history of ceramic materials; why are ceramic materials used?; relevance of ceramic materials in engineering; overview of common applications.</p> <p>2. Ceramic shaping methods Slip casting, tape casting, dip coating, filter pressing, extrusion, injection molding, die and isostatic pressing, robocasting (3D printing).</p> <p>3. Sintering Driving force and mechanism of sintering; effect of curved surfaces and diffusion paths; solid state sintering, liquid phase sintering and reaction bonding sintering; sintering stages.</p> <p>4. Colloidal science Stability of particles within a solvent; DLVO theory; zeta potential; iso-electric point; multi-material mixes.</p> <p>5. Effect of processing on properties Understand how the different properties of ceramics are affected by the processing parameters during common processing steps.</p> <p>6. Ceramic-matrix composites Advantages of ceramic composites; influence of a second phase during sintering; continuous and discontinuous matrix; influence of second phase shape on the mechanical properties; fiber-matrix interfaces.</p> <p>7. Functional properties of ceramics and their applications Structural applications; high-temperature applications; electrical applications; filters and membranes; fuel cells; catalysis; magnetic ceramics; sensors.</p>
<p>Literatur</p>	<p>Polymeric materials</p> <p>1. Polymeric Materials: Structure, Properties, Applications; G. W. Ehrenstein, Hanser Verlag, ISBN 978-3-446-21461-3 , https://katalog.tub.tuhh.de/Record/31998959</p> <p>2. Polymer Rheology: Fundamentals and Applications; T. A. Osswald and N. Rudolph, Hanser Verlag, ISBN 978-1-56990-517-3 , https://katalog.tub.tuhh.de/Record/793882745</p> <p>3. Rheology of filled polymer systems, A. V. Shenoy, Springer Dodrecht, ISBN 978-0-412-83100-3 , https://katalog.tub.tuhh.de/Record/244182205</p> <p>4. Rheology of Polymeric Systems: Principles and Applications; P. J. Carreau, D. C.R. De Kee and R. P. Chhabra, Hanser Verlag, ISBN 978-1-56990-722-1 , https://doi.org/10.1016/C2018-0-01790-9</p> <p>5. Polymer Testing; W. Grellmann and S. Seidler; Hanser Verlag, ISBN 978-1-56990-549-4 , https://katalog.tub.tuhh.de/Record/527841358</p> <p>Ceramic materials</p> <p>1. D.W. Richerson, Modern ceramic engineering : properties, processing, and use in design, Dekker New York, 1992 https://katalog.tub.tuhh.de/Record/02717039X or https://katalog.tub.tuhh.de/Record/486225119</p> <p>2. A.R. Boccaccini and N.P.Bansal, Ceramics and composites processing methods, John Wiley & Sons 2012 https://katalog.tub.tuhh.de/Record/1679605283 (Chapters 1, 4, 8 and 13)</p> <p>3. R. Riedel and I. Chen, Ceramics Science and Technology, Wiley-VCH, 2011 https://doi.org/10.1002/9783527631957 (Chapters 6, 12 and 16)</p> <p>4. R. Riedel and I. Chen, Ceramics Science and Technology - Volume 4: Applications, Wiley-VCH, 2013 https://doi.org/10.1002/9783527631971</p>

Lehrveranstaltung L2984: Advanced Ceramics and Polymers (EN)	
Typ	Hörsaalübung
SWS	1
LP	1
Arbeitsaufwand in Stunden	Eigenstudium 16, Präsenzstudium 14
Dozenten	Prof. Kaline Pagnan Furlan, Prof. Robert Meißner
Sprachen	EN
Zeitraum	SoSe
Inhalt	
Literatur	

Lehrveranstaltung L1086: Materialien für Energiespeicherung und Umwandlung	
Typ	Vorlesung
SWS	2
LP	3
Arbeitsaufwand in Stunden	Eigenstudium 62, Präsenzstudium 28
Dozenten	Prof. Jörg Weißmüller
Sprachen	DE/EN
Zeitraum	SoSe
Inhalt	<p>Vertiefende Kenntnisse zu Metallen:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Physikalische Materialeigenschaften <ul style="list-style-type: none"> o Materialverhalten - elastisch, thermisch, elektrisch o Superelastizität und Formgedächtniseffekt o Grundlagen der elektrischen Leitfähigkeit in Metallen und Halbleitern o Supraleitung • Chemische (oder "trockene") Korrosion <ul style="list-style-type: none"> o Treibende Kräfte und Mechanismen o Passivierung o Zeitverlauf • Einführung in die Elektrochemie <ul style="list-style-type: none"> o Elektrolyte o Ionen o Solvatation o Auflösung und Abscheidung von Metallen o Galvanische Zellen und Zellspannung o Elektrochemische Spannungsreihe o Nernstgleichung o Polarisierbare Elektroden o Elektrochemische Doppellage o Kapazitive und pseudokapazitive Prozesse o Kapazitive Ströme und Faradayströme • Elektrochemische (oder "Nass-") Korrosion und Korrosionsschutz <ul style="list-style-type: none"> o Grundlegende Beobachtungen o Galvanische Korrosion o Schutz gegen galvanische Korrosion o Nichtrostender Stahl o Opferanoden o Passivierung und Pourbaix-Diagramme o Korrosion durch Gasreduktion o Spaltkorrosion o Spannungsrisskorrosion o Legierungskorrosion und nanoporöse Metalle • Elektrochemische Energiespeicher <ul style="list-style-type: none"> o Funktionsweise einer Batterie o Bleiakkumulatoren o Alkalibatterien o Nickel-Metallhydrid Akkumulatoren o Flussbatterien o Lithium-Ionen-Akkumulatoren o Elektrolyt- und Superkondensatoren o Brennstoffzellen • Materialien für die Wasserstoffspeicherung <ul style="list-style-type: none"> o Speicherstrategien o Anforderungen an Speichermaterialien o Entwicklungsstand • Magnetismus und Magnetmaterialien <ul style="list-style-type: none"> o Phänomenologie: Magnetfeld und Magnetisierung o Para-, Ferro-, Antiferromagnete; Curieübergang o Magnetismus auf atomarer Skala; Austauschkopplung o Magnetisierungsisothermen, Domänen o Messmethoden o Magnetokristalline Anisotropie und Domänenwände o Hartmagnetische Werkstoffe und ihre Anwendungen

	<ul style="list-style-type: none">o Weichmagnetische Werkstoffe und ihre Anwendungen• <p>Weichmagnetische Werkstoffe und ihre Anwendungen</p>
Literatur	<ul style="list-style-type: none">- Vorlesungsskript- W.D. Callister, „Materialwissenschaften und Werkstofftechnik“, Wiley-VCH 2012- Carl H. Hamann, Wolf Vielstich, "Elektrochemie", Wiley-VCH; 4. Auflage 2005- Kurzweil, Dietlmeier, "Elektrochemische Speicher" Springer Vieweg (2015) (eBook: https://link.springer.com/book/10.1007/978-3-658-10900-4)- B. D. Cullity, C.D. Graham, "Introduction to magnetic materials", John Wiley & Sons, 2011- D. Jiles, "Introduction to magnetism and magnetic materials", CRC press, 2015

Modul M0606: Numerical Algorithms in Structural Mechanics				
Lehrveranstaltungen				
Titel		Typ	SWS	LP
Numerische Algorithmen in der Strukturmechanik (L0284)		Vorlesung	2	3
Numerische Algorithmen in der Strukturmechanik (L0285)		Gruppenübung	2	3
Modulverantwortlicher	Prof. Alexander Düster			
Zulassungsvoraussetzungen	None			
Empfohlene Vorkenntnisse	Knowledge of partial differential equations is recommended.			
Modulziele/ angestrebte Lernergebnisse	Nach erfolgreicher Teilnahme haben die Studierenden die folgenden Lernergebnisse erreicht			
Fachkompetenz				
<i>Wissen</i>	Students are able to + give an overview of the standard algorithms that are used in finite element programs. + explain the structure and algorithm of finite element programs. + specify problems of numerical algorithms, to identify them in a given situation and to explain their mathematical and computer science background.			
<i>Fertigkeiten</i>	Students are able to + construct algorithms for given numerical methods. + select for a given problem of structural mechanics a suitable algorithm. + apply numerical algorithms to solve problems of structural mechanics. + implement algorithms in a high-level programming language (here C++). + critically judge and verify numerical algorithms.			
Personale Kompetenzen				
<i>Sozialkompetenz</i>	Students are able to + solve problems in heterogeneous groups. + present and discuss their results in front of others. + give and accept professional constructive criticism.			
<i>Selbstständigkeit</i>	Students are able to + assess their knowledge by means of exercises and E-Learning. + acquaint themselves with the necessary knowledge to solve research oriented tasks. + to transform the acquired knowledge to similar problems.			
Arbeitsaufwand in Stunden	Eigenstudium 124, Präsenzstudium 56			
Leistungspunkte	6			
Studienleistung	Keine			
Prüfung	Klausur			
Prüfungsdauer und -umfang	2h			
Zuordnung zu folgenden Curricula	Bauingenieurwesen: Vertiefung Modellierung und Simulation: Wahlpflicht Materialwissenschaft: Vertiefung Modellierung: Wahlpflicht Schiffbau und Meerestechnik: Kernqualifikation: Wahlpflicht Technomathematik: Vertiefung III. Ingenieurwissenschaften: Wahlpflicht Theoretischer Maschinenbau: Vertiefung Simulationstechnik: Wahlpflicht			

Lehrveranstaltung L0284: Numerical Algorithms in Structural Mechanics	
Typ	Vorlesung
SWS	2
LP	3
Arbeitsaufwand in Stunden	Eigenstudium 62, Präsenzstudium 28
Dozenten	Prof. Alexander Düster
Sprachen	EN
Zeitraum	SoSe
Inhalt	1. Motivation 2. Basics of C++ 3. Numerical integration 4. Solution of nonlinear problems 5. Solution of linear equation systems 6. Verification of numerical algorithms 7. Selected algorithms and data structures of a finite element code
Literatur	[1] D. Yang, C++ and object-oriented numeric computing, Springer, 2001. [2] K.-J. Bathe, Finite-Elemente-Methoden, Springer, 2002.

Lehrveranstaltung L0285: Numerical Algorithms in Structural Mechanics	
Typ	Gruppenübung
SWS	2
LP	3
Arbeitsaufwand in Stunden	Eigenstudium 62, Präsenzstudium 28
Dozenten	Prof. Alexander Düster
Sprachen	EN
Zeitraum	SoSe
Inhalt	Siehe korrespondierende Vorlesung
Literatur	Siehe korrespondierende Vorlesung

Modul M0594: Grundlagen der Konstruktionslehre			
Lehrveranstaltungen			
Titel	Typ	SWS	LP
Grundlagen der Konstruktionslehre (L0258)	Vorlesung	2	3
Grundlagen der Konstruktionslehre (L0259)	Hörsaalübung	2	3
Modulverantwortlicher	Prof. Dieter Krause		
Zulassungsvoraussetzungen	Keine		
Empfohlene Vorkenntnisse	<ul style="list-style-type: none"> • Grundkenntnisse der Mechanik und Fertigungstechnik • Grundpraktikum 		
Modulziele/ angestrebte Lernergebnisse	Nach erfolgreicher Teilnahme haben die Studierenden die folgenden Lernergebnisse erreicht		
Fachkompetenz	<p><i>Wissen</i> Die Studierenden sind nach erfolgreichem Bestehen des Moduls in der Lage:</p> <ul style="list-style-type: none"> • grundlegende Wirkprinzipien und Funktionsweisen von Maschinenelementen zu erklären, • Anforderungen, Auswahlkriterien, Einsatzszenarien und Praxisbeispiele von einfachen Maschinenelementen zu erläutern, • Berechnungsgrundlagen anzugeben. <p><i>Fertigkeiten</i> Die Studierenden sind nach erfolgreichem Bestehen des Moduls in der Lage:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Auslegungsberechnungen behandelter Maschinenelemente durchzuführen, • im Modul erlerntes Wissens auf neue Anforderungen und Aufgabenstellungen zu übertragen (Problemlösungskompetenz), • technischer Zeichnungen und Prinzipskizzen zu erschließen, • einfache Konstruktionen technisch zu bewerten. 		
Personale Kompetenzen	<p><i>Sozialkompetenz</i></p> <ul style="list-style-type: none"> • Studierende sind in der Lage sich über fachliche Inhalte im Rahmen von aktivierenden Methoden in der Vorlesung auszutauschen. <p><i>Selbstständigkeit</i></p> <ul style="list-style-type: none"> • Studierende können erlerntes Wissen in Übungen eigenständig vertiefen. • Studierende sind in der Lage z.B. mithilfe der Vorlesungsaufzeichnung noch nicht verstandene Inhalte zu erarbeiten und zu wiederholen. 		
Arbeitsaufwand in Stunden	Eigenstudium 124, Präsenzstudium 56		
Leistungspunkte	6		
Studienleistung	Keine		
Prüfung	Klausur		
Prüfungsdauer und -umfang	120 min		
Zuordnung zu folgenden Curricula	Allgemeine Ingenieurwissenschaften (7 Semester): Kernqualifikation: Pflicht Engineering Science: Vertiefung Maschinenbau: Pflicht Engineering Science: Vertiefung Medizingenieurwesen: Pflicht Green Technologies: Energie, Wasser, Klima: Vertiefung Energietechnik: Wahlpflicht Green Technologies: Energie, Wasser, Klima: Vertiefung Maritime Technologien: Wahlpflicht Maschinenbau: Kernqualifikation: Pflicht Mechatronik: Kernqualifikation: Pflicht Orientierungsstudium: Kernqualifikation: Wahlpflicht Schiffbau: Kernqualifikation: Pflicht Technomathematik: Vertiefung III. Ingenieurwissenschaften: Wahlpflicht Wirtschaftsingenieurwesen - Fachrichtung Logistik und Mobilität: Vertiefung II. Informationstechnologie: Wahlpflicht Wirtschaftsingenieurwesen - Fachrichtung Logistik und Mobilität: Vertiefung II. Produktionsmanagement und Prozesse: Wahlpflicht		

Lehrveranstaltung L0258: Grundlagen der Konstruktionslehre	
Typ	Vorlesung
SWS	2
LP	3
Arbeitsaufwand in Stunden	Eigenstudium 62, Präsenzstudium 28
Dozenten	Prof. Dieter Krause, Prof. Nikola Bursac, Prof. Sören Ehlers
Sprachen	DE
Zeitraum	SoSe
Inhalt	<p>Vorlesung</p> <ul style="list-style-type: none"> • Einführung in das Fach Konstruktionslehre • Einführung in das Konstruieren • Einführung in folgende Maschinenelemente <ul style="list-style-type: none"> ◦ Lösbare Verbindungen (Schrauben) ◦ Welle-Nabe-Verbindungen ◦ Wälzlager ◦ Schweiß-/Klebe-/Lötverbindungen ◦ Federn ◦ Achsen & Wellen • Darstellung technischer Gegenstände (Technisches Zeichnen) <p>In Grundlagen der Konstruktionslehre werden in bestimmten Vorlesungseinheiten Funk-Abstimmungsgeräte („Clicker“) eingesetzt. Die Studierenden können hierdurch das Verständnis des Vorlesungsstoffes direkt überprüfen. Des Weiteren steht den Studierenden eine e-Learning-Plattform mit Tutorial-Videos und Videos zu Konstruktionselementen und Praxisbeispielen zur Verfügung.</p> <p>Hörsaalübung:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Berechnungsverfahren zur Auslegung folgender Maschinenelemente: <ul style="list-style-type: none"> ◦ Lösbare Verbindungen (Schrauben) ◦ Welle-Nabe-Verbindungen ◦ Wälzlager ◦ Schweiß-/Klebe-/Lötverbindungen ◦ Federn ◦ Achsen & Wellen
Literatur	<ul style="list-style-type: none"> • Dubbel, Taschenbuch für den Maschinenbau; Grote, K.-H., Feldhusen, J.(Hrsg.); Springer-Verlag, aktuelle Auflage. • Maschinenelemente, Band I-III; Niemann, G., Springer-Verlag, aktuelle Auflage. • Maschinen- und Konstruktionselemente; Steinhilper, W., Röper, R., Springer Verlag, aktuelle Auflage. • Einführung in die DIN-Normen; Klein, M., Teubner-Verlag. • Konstruktionslehre, Pahl, G.; Beitz, W., Springer-Verlag, aktuelle Auflage. • Maschinenelemente 1-2; Schlecht, B., Pearson Verlag, aktuelle Auflage. • Maschinenelemente - Gestaltung, Berechnung, Anwendung; Haberhauer, H., Bodenstern, F., Springer-Verlag, aktuelle Auflage. • Roloff/Matek Maschinenelemente; Wittel, H., Muhs, D., Jannasch, D., Voßiek, J., Springer Vieweg, aktuelle Auflage. • Sowie weitere Bücher zu speziellen Themen

Lehrveranstaltung L0259: Grundlagen der Konstruktionslehre	
Typ	Hörsaalübung
SWS	2
LP	3
Arbeitsaufwand in Stunden	Eigenstudium 62, Präsenzstudium 28
Dozenten	Prof. Dieter Krause, Prof. Nikola Bursac, Prof. Sören Ehlers
Sprachen	DE
Zeitraum	SoSe
Inhalt	Siehe korrespondierende Vorlesung
Literatur	Siehe korrespondierende Vorlesung

Modul M0777: Halbleiterschaltungstechnik			
Lehrveranstaltungen			
Titel	Typ	SWS	LP
Halbleiterschaltungstechnik (L0763)	Vorlesung	3	4
Halbleiterschaltungstechnik (L0864)	Gruppenübung	1	2
Modulverantwortlicher	NN		
Zulassungsvoraussetzungen	Keine		
Empfohlene Vorkenntnisse	Grundlagen der Elektrotechnik Elementare Grundlagen der Physik, besonders Halbleiterphysik		
Modulziele/ angestrebte Lernergebnisse	Nach erfolgreicher Teilnahme haben die Studierenden die folgenden Lernergebnisse erreicht		
Fachkompetenz	<ul style="list-style-type: none"> Studierende können die Funktionsweisen von verschiedenen MOS-Bauelementen in unterschiedlichen Schaltungen erklären. Studierende können die Funktionsweise von Analogschaltungen und deren Anwendungen erklären. Studierende können die Funktionsweise grundlegender Operationsverstärker erklären und Kenngrößen angeben. Studierende sind in der Lage, grundlegende digitale Logik-Schaltungen zu benennen und ihre Vor- und Nachteile zu diskutieren. Studierende sind in der Lage Speichertypen zu benennen, deren Funktionsweise zu erklären und Kenngrößen anzugeben. Studierende können geeignete Anwendungsbereiche von Bipolartransistoren benennen. <ul style="list-style-type: none"> Studierende können Kenngrößen von verschiedenen MOS-Bauelementen berechnen und Schaltungen dimensionieren. Studierende können logische Schaltungen mit unterschiedlichen Schaltungstypen entwerfen und dimensionieren. Studierende können MOS-Bauelemente und Operationsverstärker sowie bipolare Transistoren in speziellen Anwendungsbereichen einsetzen. <ul style="list-style-type: none"> Studierende sind in der Lage, in heterogen (aus unterschiedlichen Studiengängen) zusammengestellten Teams zusammenzuarbeiten. Studierende können in kleinen Gruppen Rechenaufgaben lösen und Fachfragen beantworten. <ul style="list-style-type: none"> Studierende sind in der Lage, ihren eigenen Lernstand einzuschätzen. 		
<i>Wissen</i>			
<i>Fertigkeiten</i>			
Personale Kompetenzen			
<i>Sozialkompetenz</i>			
<i>Selbstständigkeit</i>			
Arbeitsaufwand in Stunden	Eigenstudium 124, Präsenzstudium 56		
Leistungspunkte	6		
Studienleistung	Keine		
Prüfung	Klausur		
Prüfungsdauer und -umfang	120 min		
Zuordnung zu folgenden Curricula	Allgemeine Ingenieurwissenschaften (7 Semester): Vertiefung Maschinenbau, Schwerpunkt Mechatronik: Wahlpflicht Allgemeine Ingenieurwissenschaften (7 Semester): Vertiefung Elektrotechnik: Pflicht Elektrotechnik: Kernqualifikation: Pflicht Engineering Science: Vertiefung Elektrotechnik: Pflicht Engineering Science: Vertiefung Mechatronics: Pflicht Engineering Science: Vertiefung Mechatronics: Wahlpflicht General Engineering Science (7 Semester): Vertiefung Elektrotechnik: Pflicht General Engineering Science (7 Semester): Vertiefung Mechatronics: Pflicht Informatik-Ingenieurwesen: Vertiefung II. Mathematik & Ingenieurwissenschaften: Wahlpflicht Maschinenbau: Vertiefung Mechatronik: Pflicht Mechatronik: Vertiefung Elektrische Systeme: Pflicht Mechatronik: Kernqualifikation: Pflicht Mechatronik: Vertiefung Roboter- und Maschinensysteme: Wahlpflicht Technomathematik: Vertiefung III. Ingenieurwissenschaften: Wahlpflicht		

Lehrveranstaltung L0763: Halbleiterschaltungstechnik	
Typ	Vorlesung
SWS	3
LP	4
Arbeitsaufwand in Stunden	Eigenstudium 78, Präsenzstudium 42
Dozenten	NN
Sprachen	DE
Zeitraum	SoSe
Inhalt	<p>Inhalt:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Wiederholung Halbleiterphysik und Dioden • Funktionsweise und Kennlinien von bipolaren Transistoren • Grundsaltungen mit bipolaren Transistoren • Funktionsweise und Kennlinien von MOS-Transistoren • Grundsaltungen mit MOS-Transistoren für Verstärker • Operationsverstärker und ihre Anwendungen • Typische Anwendungsfälle in der digitalen und analogen Schaltungstechnik • Realisierung logischer Funktionen • Grundsaltungen mit MOS-Transistoren für kombinatorische Logikgatter • Schaltungen für die Speicherung von binären Daten • Grundsaltungen mit MOS-Transistoren für sequentielle Logikgatter • Grundkonzepte von Analog-Digital- sowie Digital-Analog-Wandlern
Literatur	<p>U. Tietze und Ch. Schenk, E. Gamm, Halbleiterschaltungstechnik, Springer Verlag, 14. Auflage, 2012, ISBN 3540428496</p> <p>R. J. Baker, CMOS - Circuit Design, Layout and Simulation, J. Wiley & Sons Inc., 3. Auflage, 2011, ISBN: 0471700555</p> <p>H. Göbel, Einführung in die Halbleiter-Schaltungstechnik, Berlin, Heidelberg Springer-Verlag Berlin Heidelberg, 2011, ISBN: 9783642208874 ISBN: 9783642208867</p> <p>URL: http://site.ebrary.com/lib/alltitles/docDetail.action?docID=10499499</p> <p>URL: http://dx.doi.org/10.1007/978-3-642-20887-4</p> <p>URL: http://ebooks.ciando.com/book/index.cfm/bok_id/319955</p> <p>URL: http://www.ciando.com/img/bo</p>

Lehrveranstaltung L0864: Halbleiterschaltungstechnik	
Typ	Gruppenübung
SWS	1
LP	2
Arbeitsaufwand in Stunden	Eigenstudium 46, Präsenzstudium 14
Dozenten	NN, Weitere Mitarbeiter
Sprachen	DE
Zeitraum	SoSe
Inhalt	<p>Inhalt:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Grundsaltungen und Kennlinien von bipolaren Transistoren • Grundsaltungen und Kennlinien von MOS-Transistoren für Verstärker • Realisierung und Dimensionierung von Operationsverstärkern • Realisierung logischer Funktionen • Grundsaltungen mit MOS-Transistoren für kombinatorische und sequentielle Logikgatter • Schaltungen für die Speicherung von binären Daten • Schaltungen für Analog-Digital- sowie Digital-Analog-Wandler • Dimensionierung beispielhafter Schaltungen
Literatur	<p>U. Tietze und Ch. Schenk, E. Gamm, Halbleiterschaltungstechnik, Springer Verlag, 14. Auflage, 2012, ISBN 3540428496</p> <p>R. J. Baker, CMOS - Circuit Design, Layout and Simulation, J. Wiley & Sons Inc., 3. Auflage, 2011, ISBN: 0471700555</p> <p>H. Göbel, Einführung in die Halbleiter-Schaltungstechnik, Berlin, Heidelberg Springer-Verlag Berlin Heidelberg, 2011, ISBN: 9783642208874 ISBN: 9783642208867</p> <p>URL: http://site.ebrary.com/lib/alltitles/docDetail.action?docID=10499499</p> <p>URL: http://dx.doi.org/10.1007/978-3-642-20887-4</p> <p>URL: http://ebooks.ciando.com/book/index.cfm/bok_id/319955</p> <p>URL: http://www.ciando.com/img/bo</p>

Modul M0604: High-Order FEM			
Lehrveranstaltungen			
Titel		Typ	SWS LP
High-Order FEM (L0280)		Vorlesung	3 4
High-Order FEM (L0281)		Hörsaalübung	1 2
Modulverantwortlicher	Prof. Alexander Düster		
Zulassungsvoraussetzungen	None		
Empfohlene Vorkenntnisse	Knowledge of partial differential equations is recommended.		
Modulziele/ angestrebte Lernergebnisse	Nach erfolgreicher Teilnahme haben die Studierenden die folgenden Lernergebnisse erreicht		
Fachkompetenz			
<i>Wissen</i>	Students are able to + give an overview of the different (h, p, hp) finite element procedures. + explain high-order finite element procedures. + specify problems of finite element procedures, to identify them in a given situation and to explain their mathematical and mechanical background.		
<i>Fertigkeiten</i>	Students are able to + apply high-order finite elements to problems of structural mechanics. + select for a given problem of structural mechanics a suitable finite element procedure. + critically judge results of high-order finite elements. + transfer their knowledge of high-order finite elements to new problems.		
Personale Kompetenzen			
<i>Sozialkompetenz</i>	Students are able to + solve problems in heterogeneous groups. + present and discuss their results in front of others. + give and accept professional constructive criticism.		
<i>Selbstständigkeit</i>	Students are able to + assess their knowledge by means of exercises and E-Learning. + acquaint themselves with the necessary knowledge to solve research oriented tasks. + to transform the acquired knowledge to similar problems.		
Arbeitsaufwand in Stunden	Eigenstudium 124, Präsenzstudium 56		
Leistungspunkte	6		
Studienleistung	Verpflichtend	Bonus	Art der Studienleistung Beschreibung
	Nein	10 %	Referat Forschendes Lernen
Prüfung	Klausur		
Prüfungsdauer und -umfang	120 min		
Zuordnung zu folgenden Curricula	Bauingenieurwesen: Vertiefung Modellierung und Simulation: Wahlpflicht Internationales Wirtschaftsingenieurwesen: Vertiefung II. Produktentwicklung und Produktion: Wahlpflicht Materialwissenschaft: Vertiefung Modellierung: Wahlpflicht Mechanical Engineering and Management: Vertiefung Produktentwicklung und Produktion: Wahlpflicht Mechatronics: Technischer Ergänzungskurs: Wahlpflicht Produktentwicklung, Werkstoffe und Produktion: Kernqualifikation: Wahlpflicht Schiffbau und Meerestechnik: Kernqualifikation: Wahlpflicht Technomathematik: Vertiefung III. Ingenieurwissenschaften: Wahlpflicht Theoretischer Maschinenbau: Kernqualifikation: Wahlpflicht		

Lehrveranstaltung L0280: High-Order FEM	
Typ	Vorlesung
SWS	3
LP	4
Arbeitsaufwand in Stunden	Eigenstudium 78, Präsenzstudium 42
Dozenten	Prof. Alexander Düster
Sprachen	EN
Zeitraum	SoSe
Inhalt	<ol style="list-style-type: none"> 1. Introduction 2. Motivation 3. Hierarchic shape functions 4. Mapping functions 5. Computation of element matrices, assembly, constraint enforcement and solution 6. Convergence characteristics 7. Mechanical models and finite elements for thin-walled structures 8. Computation of thin-walled structures 9. Error estimation and hp-adaptivity 10. High-order fictitious domain methods
Literatur	<p>[1] Alexander Düster, High-Order FEM, Lecture Notes, Technische Universität Hamburg-Harburg, 164 pages, 2014</p> <p>[2] Barna Szabo, Ivo Babuska, Introduction to Finite Element Analysis - Formulation, Verification and Validation, John Wiley & Sons, 2011</p>

Lehrveranstaltung L0281: High-Order FEM	
Typ	Hörsaalübung
SWS	1
LP	2
Arbeitsaufwand in Stunden	Eigenstudium 46, Präsenzstudium 14
Dozenten	Prof. Alexander Düster
Sprachen	EN
Zeitraum	SoSe
Inhalt	Siehe korrespondierende Vorlesung
Literatur	Siehe korrespondierende Vorlesung

Modul M1805: Numerische Mechanik				
Lehrveranstaltungen				
Titel		Typ	SWS	LP
Numerische Mechanik (Gruppenübung) (L1138)		Gruppenübung	2	2
Numerische Mehrkörperdynamik (L1137)		Integrierte Vorlesung	2	2
Numerische Strukturmechanik (L2475)		Integrierte Vorlesung	2	2
Modulverantwortlicher	Prof. Robert Seifried			
Zulassungsvoraussetzungen	Keine			
Empfohlene Vorkenntnisse	Module Mathematik I-III, Technische Mechanik I-III			
Modulziele/ angestrebte Lernergebnisse	Nach erfolgreicher Teilnahme haben die Studierenden die folgenden Lernergebnisse erreicht			
Fachkompetenz				
<i>Wissen</i>	Die Studierenden können			
	<ul style="list-style-type: none"> die axiomatische Vorgehensweise bei der Erarbeitung der mechanischen Zusammenhänge beschreiben; wesentliche Schritte der Modellbildung erläutern; Fachwissen aus der Thematik präsentieren. 			
<i>Fertigkeiten</i>	Die Studierenden können			
	<ul style="list-style-type: none"> die wesentlichen Elemente der mathematischen / mechanischen Analyse und Modellbildung anwenden und im Kontext eigener Fragestellung umsetzen; grundlegende Methoden der Numerischen Mechanik auf Probleme des Ingenieurwesens anwenden; Tragweite und Grenzen der eingeführten Methoden der Numerischen Mechanik abschätzen, beurteilen und sich weiterführende Ansätze erarbeiten. 			
Personale Kompetenzen				
<i>Sozialkompetenz</i>	Die Studierenden können in Gruppen zu Arbeitsergebnissen kommen und sich gegenseitig bei der Lösungsfindung unterstützen.			
<i>Selbstständigkeit</i>	Die Studierenden sind in der Lage, ihre eigenen Stärken und Schwächen einzuschätzen und darauf basierend ihr Zeit- und Lernmanagement zu organisieren.			
Arbeitsaufwand in Stunden	Eigenstudium 96, Präsenzstudium 84			
Leistungspunkte	6			
Studienleistung	Verpflichtend	Bonus	Art der Studienleistung	Beschreibung
	Nein	15 %	Midterm	Midterm Mehrkörpersysteme
	Nein	5 %	Übungsaufgaben	Hausaufgaben
Prüfung	Klausur			
Prüfungsdauer und -umfang	120 min			
Zuordnung zu folgenden Curricula	Allgemeine Ingenieurwissenschaften (7 Semester): Vertiefung Maschinenbau: Pflicht Allgemeine Ingenieurwissenschaften (7 Semester): Vertiefung Medizingenieurwesen: Pflicht Allgemeine Ingenieurwissenschaften (7 Semester): Vertiefung Schiffbau: Pflicht Energietechnik: Technischer Ergänzungskurs Kernfächer: Wahlpflicht Maschinenbau: Kernqualifikation: Pflicht Mechatronik: Vertiefung Roboter- und Maschinensysteme: Pflicht Mechatronik: Vertiefung Medizintechnik: Wahlpflicht Schiffbau: Kernqualifikation: Pflicht Technomathematik: Vertiefung III. Ingenieurwissenschaften: Wahlpflicht Theoretischer Maschinenbau: Technischer Ergänzungskurs Kernfächer: Wahlpflicht			

Lehrveranstaltung L1138: Numerische Mechanik (Gruppenübung)	
Typ	Gruppenübung
SWS	2
LP	2
Arbeitsaufwand in Stunden	Eigenstudium 32, Präsenzstudium 28
Dozenten	Prof. Robert Seifried, Prof. Christian Cyron
Sprachen	DE
Zeitraum	SoSe
Inhalt	Übungen zu den Lehrveranstaltungen "Mehrkörperdynamik" und "Strukturmechanik"
Literatur	K. Magnus, H.H. Müller-Slany: Grundlagen der Technischen Mechanik. 7. Auflage, Teubner (2009). D. Gross, W. Hauger, J. Schröder, W. Wall: Technische Mechanik 1-4. 11. Auflage, Springer (2011).

Lehrveranstaltung L1137: Numerische Mehrkörperdynamik	
Typ	Integrierte Vorlesung
SWS	2
LP	2
Arbeitsaufwand in Stunden	Eigenstudium 32, Präsenzstudium 28
Dozenten	Prof. Robert Seifried
Sprachen	DE
Zeitraum	SoSe
Inhalt	<ul style="list-style-type: none"> • Modellbildung • Lineare versus nichtlineare Schwingungen • Numerische Methoden zur Zeitintegration • Koppelschwingungen: frei, gedämpft, zwangserregt, modale Transformation • Methoden der analytischen Mechanik • Räumliche Mehrkörpersysteme • Linearisierung von Mehrkörpersystemen • Einführung in Matlab
Literatur	<p>K. Magnus, H.H. Müller-Slany: Grundlagen der Technischen Mechanik. 7. Auflage, Teubner (2009). D. Gross, W. Hauger, J. Schröder, W. Wall: Technische Mechanik 1-4. 11. Auflage, Springer (2011). W. Schiehlen, P. Eberhard: Technische Dynamik, Springer (2012).</p>

Lehrveranstaltung L2475: Numerische Strukturmechanik	
Typ	Integrierte Vorlesung
SWS	2
LP	2
Arbeitsaufwand in Stunden	Eigenstudium 32, Präsenzstudium 28
Dozenten	Prof. Christian Cyron, Dr. Kevin Linka
Sprachen	DE
Zeitraum	SoSe
Inhalt	<p>Die Vorlesung Numerische Strukturmechanik erweitert und vertieft Inhalte der Vorlesung Technische Mechanik II und schlägt die Brücke von der manuellen Berechnung von Spannungen und Verformungen in Bauteilen mit besonders einfacher Geometrie hin zu effizienten computergestützten Berechnungen für allgemeine Bauteile:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Grundlagen der linearen Kontinuumsmechanik • Flächentragwerke: Platte, Membran, Scheibe • Linientragwerke: Balken, Seil, Stab • Schwache Form und Galerkin-Methode • Methode der finiten Elemente: Theorie und Anwendung • Prinzipien der Mechanik: Prinzip der virtuellen Arbeit, virtuellen Verrückungen, virtuellen Kräfte
Literatur	Gross, Hauger, Wriggers, "Technische Mechanik 4", Springer

Modul M2027: Modeling, Simulation and Optimization (EN)			
Lehrveranstaltungen			
Titel	Modellierung, Simulation und Optimierung (EN) (L2446)	Typ	Integrierte Vorlesung
		SWS	4
		LP	6
Modulverantwortlicher	Prof. Benedikt Kriegesmann		
Zulassungsvoraussetzungen	None		
Empfohlene Vorkenntnisse	Sound knowledge of engineering mathematics, engineering mechanics and fluid mechanics		
Modulziele/ angestrebte Lernergebnisse	Nach erfolgreicher Teilnahme haben die Studierenden die folgenden Lernergebnisse erreicht		
Fachkompetenz	Students will have an overview of various technical problems and the differential equations, which describe them. Students will give an overview of different solution approaches and for which kind of problems they can be used for.		
<i>Wissen</i>			
<i>Fertigkeiten</i>	Students are able to solve different technical problems with the introduced discretization methods.		
Personale Kompetenzen	The students are able to discuss problems and jointly develop solution strategies.		
<i>Sozialkompetenz</i>			
<i>Selbstständigkeit</i>	The students are able to develop solution strategies for complex problems self-consistent and critically analyse results.		
Arbeitsaufwand in Stunden	Eigenstudium 124, Präsenzstudium 56		
Leistungspunkte	6		
Studienleistung	Keine		
Prüfung	Klausur		
Prüfungsdauer und -umfang	90 min		
Zuordnung zu folgenden Curricula	Allgemeine Ingenieurwissenschaften (7 Semester): Vertiefung Maschinenbau, Schwerpunkt Theoretischer Maschinenbau: Pflicht Allgemeine Ingenieurwissenschaften (7 Semester): Vertiefung Advanced Materials: Pflicht Allgemeine Ingenieurwissenschaften (7 Semester): Vertiefung Maschinenbau, Schwerpunkt Flugzeug-Systemtechnik: Wahlpflicht Allgemeine Ingenieurwissenschaften (7 Semester): Vertiefung Maschinenbau, Schwerpunkt Mechatronik: Wahlpflicht Engineering Science: Kernqualifikation: Pflicht Engineering Science: Vertiefung Advanced Materials: Pflicht Engineering Science: Vertiefung Mediziningenieurwesen: Pflicht Engineering Science: Vertiefung Mechanical Engineering and Management: Pflicht Engineering Science: Vertiefung Mechatronik: Wahlpflicht Engineering Science: Vertiefung Maschinenbau: Pflicht Maschinenbau: Vertiefung Theoretischer Maschinenbau: Pflicht Maschinenbau: Vertiefung Mechatronik: Wahlpflicht Maschinenbau: Vertiefung Flugzeug-Systemtechnik: Pflicht Technomathematik: Vertiefung III. Ingenieurwissenschaften: Wahlpflicht		

Lehrveranstaltung L2446: Modeling, Simulation and Optimization (EN)	
Typ	Integrierte Vorlesung
SWS	4
LP	6
Arbeitsaufwand in Stunden	Eigenstudium 124, Präsenzstudium 56
Dozenten	Prof. Benedikt Kriegesmann, Prof. Alexander Düster, Prof. Robert Seifried, Prof. Thomas Rung
Sprachen	EN
Zeitraum	SoSe
Inhalt	<ul style="list-style-type: none"> • Partial Differential Equations in technical problems • Overview of modelling approaches • Finite Approximation Methods - Finite Differences / Elements / Volumes • Introduction to the Discrete Element Method • Numerical methods for time dependent problems • Gradient-based optimization
Literatur	Michael Schäfer, Computational Engineering - Introduction to Numerical Methods, Springer.

Modul M1332: BIO I: Experimentelle Methoden der Biomechanik			
Lehrveranstaltungen			
Titel	Typ	SWS	LP
Experimentelle Methoden der Biomechanik (L0377)	Vorlesung	2	3
Modulverantwortlicher	Dr. Gerd Huber		
Zulassungsvoraussetzungen	Keine		
Empfohlene Vorkenntnisse	Es ist für das Verständnis besser, wenn zuerst die Lehrveranstaltung "Implantate und Frakturheilung" und im Semester danach die Veranstaltung "Experimentelle Methoden" belegt werden.		
Modulziele/ angestrebte Lernergebnisse	Nach erfolgreicher Teilnahme haben die Studierenden die folgenden Lernergebnisse erreicht		
Fachkompetenz	<p><i>Wissen</i> Die Veranstaltung führt in die gängigen in der Biomechanik eingesetzten experimentellen Testverfahren ein. Hierbei wird ein Überblick und grundlegende Kenntnisse vermittelt.</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Tribologische Verfahren 2. Optische Analyseverfahren 3. Bewegungsanalyse 4. Druckverteilungsmessung 5. Dehnmessstreifen 6. Prä-klinische Implantatetestung 7. Präparation / Aufbewahrung <p>Studierende können die unterschiedlichen Messverfahren zur Messung von Kräften und Bewegungen beschreiben und für definierte Aufgaben das passende Verfahren auswählen.</p> <p><i>Fertigkeiten</i> Studierende kennen die grundlegende Handhabung der verschiedenen in der Biomechanik eingesetzten experimentellen Verfahren.</p>		
Personale Kompetenzen	<p><i>Sozialkompetenz</i> Studierende sind in der Lage sich als Gruppe zu organisieren um gemeinsam einfache experimentelle Aufgaben zu lösen. Einerseits muss dabei die Aufgabenteilung sowohl während des Experiments, als auch bei der kurzen schriftlichen Ausarbeitung organisiert werden, aber andererseits muss das dabei erarbeitete Wissen im Anschluss auch allen Teilnehmern der Gruppe zur Verfügung stehen. Die Herausforderung besteht dabei, dass sich die Themen schnell wechseln, weil grundlegend unterschiedliche Messprinzipien vermittelt werden. Zudem wird ein strenges Zeitmanagement erwartet.</p> <p><i>Selbstständigkeit</i> Studierende führen in Kleingruppen einfache experimentelle Aufgaben durch oder erstellen einfache Sensoren (z.B. DMS). Als Grundlage für diese Experimente dient die jeweils vorangegangene Vorlesung. Als Vor- oder Nachbereitung muss das theoretische Wissen aufgearbeitet und dieses in Bezug zum experimentellen Ergebnis gesetzt werden. Hierbei sind insbesondere selbständige Transferleistung notwendig um zu klären weshalb experimentelle Beobachtungen Abweichungen von den theoretischen Werten aufweisen können und wie diese Abweichungen kompensiert werden können.</p>		
Arbeitsaufwand in Stunden	Eigenstudium 62, Präsenzstudium 28		
Leistungspunkte	3		
Studienleistung	Keine		
Prüfung	Klausur		
Prüfungsdauer und -umfang	90 min		
Zuordnung zu folgenden Curricula	<p>Allgemeine Ingenieurwissenschaften (7 Semester): Vertiefung Maschinenbau, Schwerpunkt Biomechanik: Pflicht</p> <p>Allgemeine Ingenieurwissenschaften (7 Semester): Vertiefung Mediziningenieurwesen: Pflicht</p> <p>Engineering Science: Vertiefung Mediziningenieurwesen: Wahlpflicht</p> <p>General Engineering Science (7 Semester): Vertiefung Mediziningenieurwesen: Wahlpflicht</p> <p>Maschinenbau: Vertiefung Biomechanik: Pflicht</p> <p>Mechatronik: Vertiefung Medizintechnik: Wahlpflicht</p> <p>Technomathematik: Vertiefung III. Ingenieurwissenschaften: Wahlpflicht</p>		

Lehrveranstaltung L0377: Experimentelle Methoden der Biomechanik	
Typ	Vorlesung
SWS	2
LP	3
Arbeitsaufwand in Stunden	Eigenstudium 62, Präsenzstudium 28
Dozenten	Dr. Gerd Huber, Prof. Michael Morlock
Sprachen	DE
Zeitraum	SoSe
Inhalt	<p>Die Veranstaltung führt in die gängigen in der Biomechanik eingesetzten experimentellen Testverfahren ein. Hierbei wird ein Überblick und grundlegende Kenntnisse vermittelt.</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Tribologische Verfahren 2. Optische Analyseverfahren 3. Bewegungsanalyse 4. Druckverteilungsmessung 5. Dehnmessstreifen 6. Prä-klinische Implantatetestung 7. Präparation / Aufbewahrung
Literatur	<p>Hoffmann K., Eine Einführung in die Technik des Messens mit Dehnmessstreifen</p> <p>White A.A., Panjabi M.M.: Clinical biomechanics of the spine</p> <p>Nigg, B.: Biomechanics of the musculo-skeletal system</p> <p>Online Hilfe von Mathworks: https://de.mathworks.com/help/matlab/</p>

Modul M1709: Applied optimization in energy and process engineering			
Lehrveranstaltungen			
Titel		Typ	SWS LP
Angewandte Optimierung in der Energie- und Verfahrenstechnik (L2693)		Integrierte Vorlesung	2 3
Angewandte Optimierung in der Energie- und Verfahrenstechnik (L2695)		Gruppenübung	3 3
Modulverantwortlicher	Prof. Mirko Skiborowski		
Zulassungsvoraussetzungen	None		
Empfohlene Vorkenntnisse	Fundamentals in the field of mathematical modeling and numerical mathematics, as well as a basic understanding of process engineering processes. In particular the contents of the module Process and Plant Engineering II		
Modulziele/ angestrebte Lernergebnisse	Nach erfolgreicher Teilnahme haben die Studierenden die folgenden Lernergebnisse erreicht		
Fachkompetenz	<p><i>Wissen</i> The module provides a general introduction to the basics of applied mathematical optimization and deals with application areas on different scales from the identification of kinetic models, to the optimal design of unit operations and the optimization of entire (sub)processes, as well as production planning. In addition to the basic classification and formulation of optimization problems, different solution approaches are discussed and tested during the exercises. Besides deterministic gradient-based methods, metaheuristics such as evolutionary and genetic algorithms and their application are discussed as well.</p> <ul style="list-style-type: none"> • Introduction to Applied Optimization • Formulation of optimization problems • Linear Optimization • Nonlinear Optimization • Mixed-integer (non)linear optimization • Multi-objective optimization • Global optimization <p><i>Fertigkeiten</i> After successful participation in the module "Applied Optimization in Energy and Process Engineering", students are able to formulate the different types of optimization problems and to select appropriate solution methods in suitable software such as Matlab and GAMS and to develop improved solution strategies. Furthermore, students will be able to interpret and critically examine the results accordingly.</p> <p>Personale Kompetenzen</p> <p><i>Sozialkompetenz</i> Students are capable of:</p> <ul style="list-style-type: none"> • develop solutions in heterogeneous small groups <p><i>Selbstständigkeit</i> Students are capable of:</p> <ul style="list-style-type: none"> • tapping new knowledge on a special subject by literature research 		
Arbeitsaufwand in Stunden	Eigenstudium 110, Präsenzstudium 70		
Leistungspunkte	6		
Studienleistung	Verpflichtend	Bonus	Art der Studienleistung Beschreibung
	Nein	10 %	Midterm Bonuspunkte
Prüfung	Mündliche Prüfung		
Prüfungsdauer und -umfang	35 min		
Zuordnung zu folgenden Curricula	Bioverfahrenstechnik: Vertiefung A - Allgemeine Bioverfahrenstechnik: Wahlpflicht Chemical and Bioprocess Engineering: Vertiefung Bioverfahrenstechnik: Wahlpflicht Chemical and Bioprocess Engineering: Vertiefung Chemische Verfahrenstechnik: Wahlpflicht Chemical and Bioprocess Engineering: Vertiefung Allgemeine Verfahrenstechnik: Wahlpflicht Chemie- und Bioingenieurwesen: Vertiefung Chemie- und Bioingenieurwesen: Wahlpflicht Energietechnik: Vertiefung Energiesysteme: Wahlpflicht Environmental Engineering: Vertiefung Energy and Resources: Wahlpflicht Regenerative Energien: Vertiefung Bioenergiesysteme: Wahlpflicht Regenerative Energien: Vertiefung Windenergiesysteme: Wahlpflicht Technomathematik: Vertiefung III. Ingenieurwissenschaften: Wahlpflicht Theoretischer Maschinenbau: Vertiefung Energietechnik: Wahlpflicht Verfahrenstechnik: Vertiefung Chemische Verfahrenstechnik: Wahlpflicht Verfahrenstechnik: Vertiefung Allgemeine Verfahrenstechnik: Wahlpflicht		

Lehrveranstaltung L2693: Applied optimization in energy and process engineering	
Typ	Integrierte Vorlesung
SWS	2
LP	3
Arbeitsaufwand in Stunden	Eigenstudium 62, Präsenzstudium 28
Dozenten	Prof. Mirko Skiborowski
Sprachen	EN
Zeitraum	SoSe
Inhalt	<p>The lecture offers a general introduction to the basics and possibilities of applied mathematical optimization and deals with application areas on different scales from kinetics identification, optimal design of unit operations to the optimization of entire (sub)processes, and production planning. In addition to the basic classification and formulation of optimization problems, different solution approaches are discussed. Besides deterministic gradient-based methods, metaheuristics such as evolutionary and genetic algorithms and their application are discussed as well.</p> <ul style="list-style-type: none"> - Introduction to Applied Optimization - Formulation of optimization problems - Linear Optimization - Nonlinear Optimization - Mixed-integer (non)linear optimization - Multi-objective optimization - Global optimization
Literatur	<p>Weicker, K., Evolutionäre Algorithmen, Springer, 2015</p> <p>Edgar, T. F., Himmelblau D. M., Lasdon, L. S., Optimization of Chemical Processes, McGraw Hill, 2001</p> <p>Biegler, L. Nonlinear Programming - Concepts, Algorithms, and Applications to Chemical Processes, 2010</p> <p>Kallrath, J. Gemischt-ganzzahlige Optimierung: Modellierung in der Praxis, Vieweg, 2002</p>

Lehrveranstaltung L2695: Applied optimization in energy and process engineering	
Typ	Gruppenübung
SWS	3
LP	3
Arbeitsaufwand in Stunden	Eigenstudium 48, Präsenzstudium 42
Dozenten	Prof. Mirko Skiborowski
Sprachen	EN
Zeitraum	SoSe
Inhalt	Siehe korrespondierende Vorlesung
Literatur	Siehe korrespondierende Vorlesung

Fachmodule der Vertiefung IV. Fachspezifische Fokussierung

Modul M1321: Technischer Ergänzungskurs I Technomathematik (laut FSPO)
Lehrveranstaltungen

Titel	Typ	SWS	LP
Modulverantwortlicher	Prof. Anusch Taraz		
Zulassungsvoraussetzungen	Keine		
Empfohlene Vorkenntnisse	siehe gewähltes Modul laut FSPO		
Modulziele/ angestrebte Lernergebnisse	Nach erfolgreicher Teilnahme haben die Studierenden die folgenden Lernergebnisse erreicht		
Fachkompetenz			
<i>Wissen</i>	siehe gewähltes Modul laut FSPO		
<i>Fertigkeiten</i>	siehe gewähltes Modul laut FSPO		
Personale Kompetenzen			
<i>Sozialkompetenz</i>	siehe gewähltes Modul laut FSPO		
<i>Selbstständigkeit</i>	siehe gewähltes Modul laut FSPO		
Arbeitsaufwand in Stunden	Abhängig von der Wahl der Lehrveranstaltungen		
Leistungspunkte	6		
Zuordnung zu folgenden Curricula	Technomathematik: Vertiefung IV. Fachspezifische Fokussierung: Wahlpflicht		

Modul M1322: Technischer Ergänzungskurs II Technomathematik (laut FSPO)			
Lehrveranstaltungen			
Titel	Typ	SWS	LP
Modulverantwortlicher	Prof. Anusch Taraz		
Zulassungsvoraussetzungen	Keine		
Empfohlene Vorkenntnisse	siehe gewähltes Modul laut FSPO		
Modulziele/ angestrebte Lernergebnisse	Nach erfolgreicher Teilnahme haben die Studierenden die folgenden Lernergebnisse erreicht		
Fachkompetenz			
<i>Wissen</i>	siehe gewähltes Modul laut FSPO		
<i>Fertigkeiten</i>	siehe gewähltes Modul laut FSPO		
Personale Kompetenzen			
<i>Sozialkompetenz</i>	siehe gewähltes Modul laut FSPO		
<i>Selbstständigkeit</i>	siehe gewähltes Modul laut FSPO		
Arbeitsaufwand in Stunden	Abhängig von der Wahl der Lehrveranstaltungen		
Leistungspunkte	6		
Zuordnung zu folgenden Curricula	Technomathematik: Vertiefung IV. Fachspezifische Fokussierung: Wahlpflicht		

Modul M1957: Mathematik im Transfer			
Lehrveranstaltungen			
Titel	Typ	SWS	LP
Modulverantwortlicher	Dozenten der Mathematik		
Zulassungsvoraussetzungen	Keine		
Empfohlene Vorkenntnisse			
Modulziele/ angestrebte Lernergebnisse	Nach erfolgreicher Teilnahme haben die Studierenden die folgenden Lernergebnisse erreicht		
Fachkompetenz <i>Wissen</i> <i>Fertigkeiten</i>			
Personale Kompetenzen <i>Sozialkompetenz</i> <i>Selbstständigkeit</i>			
Arbeitsaufwand in Stunden	Eigenstudium 180, Präsenzstudium 0		
Leistungspunkte	6		
Studienleistung	Keine		
Prüfung	Schriftliche Ausarbeitung		
Prüfungsdauer und -umfang	Bericht, ca. 5-10 Seiten		
Zuordnung zu folgenden Curricula	Technomathematik: Vertiefung IV. Fachspezifische Fokussierung: Wahlpflicht		

Modul M1620: Ethik in der Informationstechnologie			
Lehrveranstaltungen			
Titel	Typ	SWS	LP
Ethik in der Informationstechnologie (L2450)	Vorlesung	2	3
Ethik in der Informationstechnologie (L2451)	Seminar	2	3
Modulverantwortlicher	Prof. Maximilian Kiener		
Zulassungsvoraussetzungen	Keine		
Empfohlene Vorkenntnisse	Keine		
Modulziele/ angestrebte Lernergebnisse	Nach erfolgreicher Teilnahme haben die Studierenden die folgenden Lernergebnisse erreicht		
Fachkompetenz	Die Studierenden kennen		
<i>Wissen</i>	<ul style="list-style-type: none"> • Ethische Grundpositionen • Bedeutungen des Informationsbegriffs und ihren historischen Wandel • Ethische Grundprobleme der Informationstechnologie (Entscheidungsautonomie von Algorithmen und künstlicher Intelligenz; Macht durch Zugang und Nutzen von Daten etc.) • Auswirkungen einer zunehmenden Erhebung und Analyse von Daten auf Individuen und moderne Gesellschaften • Datenschutzrichtlinien im Allgemeinen und in spezifischen Anwendungsgebieten (Beispiel: medizinische Daten) • Auswirkungen von Fehlern in Softwaresystemen • Die ethischen Leitlinien der Deutschen Gesellschaft für Informatik und die Empfehlungen zur Guten wissenschaftlichen Praxis der DFG 		
<i>Fertigkeiten</i>	Die Studierenden können		
	<ul style="list-style-type: none"> • ethische Grundpositionen in der Analyse von Beispielen aus der Geschichte und Gegenwart der Informatik und Data Science anwenden. • ethische Konflikte bezüglich dem Sammeln und der Verarbeitung von Daten erkennen und beschreiben • ihr eigenes Handeln bei der Erfassung, Verarbeitung und Analyse von Daten und die dessen Folgen reflektieren • Datenschutzrichtlinien berücksichtigen und die Konformität von Softwaresystemen mit Datenschutzrichtlinien bewerten. • die Auswirkung von Softwarefehlern in einem konkreten Anwendungsgebiet einschätzen und geeignete Maßnahmen zur Minimierung von Fehlern umsetzen 		
Personale Kompetenzen	Die Studierenden sind nach Abschluss des Moduls in der Lage, fachspezifische Aufgaben alleine oder in der Gruppe zu bearbeiten und geeignet zu präsentieren.		
<i>Sozialkompetenz</i>			
<i>Selbstständigkeit</i>	Die Studierenden sind nach Abschluss des Moduls in der Lage, sich Teilbereiche des Fachgebietes anhand von Fachliteratur selbstständig zu erarbeiten, das erworbene Wissen zusammenzufassen, zu präsentieren und es mit den Inhalten anderer Lehrveranstaltungen zu verknüpfen.		
Arbeitsaufwand in Stunden	Eigenstudium 124, Präsenzstudium 56		
Leistungspunkte	6		
Studienleistung	Keine		
Prüfung	Referat		
Prüfungsdauer und -umfang	-		
Zuordnung zu folgenden Curricula	Allgemeine Ingenieurwissenschaften (7 Semester): Vertiefung Data Science: Wahlpflicht Computer Science: Vertiefung I. Computer- und Software-Engineering: Wahlpflicht Data Science: Kernqualifikation: Pflicht Engineering Science: Vertiefung Data Science: Wahlpflicht Technomathematik: Vertiefung IV. Fachspezifische Fokussierung: Wahlpflicht		

Lehrveranstaltung L2450: Ethik in der Informationstechnologie	
Typ	Vorlesung
SWS	2
LP	3
Arbeitsaufwand in Stunden	Eigenstudium 62, Präsenzstudium 28
Dozenten	Prof. Maximilian Kiener
Sprachen	DE/EN
Zeitraum	SoSe
Inhalt	<p>Vorlesung:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Einführung in ethische Grundpositionen an Fallbeispielen aus der Informationstechnologie • Was sind Informationen? Definitionen des Informationsbegriffs und ihr historisches Wandel • Besondere Probleme der Ethik der Informationstechnologie: Entscheidungsautonomie von KI; Verantwortung für und Auswirkungen von Software-Fehler etc. • Einführung in grundlegende Positionen der Techniksoziologie an Fallbeispielen aus der Informationstechnologie (Datafizierung; Digitalisiertes Selbst etc.) • Datenschutzrichtlinien und Anwendungsbeispiele • Inhalte und Probleme ethischer Leitlinien für Informatikerinnen und Informatiker (Deutsche Gesellschaft für Informatik, DFG etc.) <p>Seminar:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Vertiefung ausgewählter Aspekte der Vorlesung • Diskussion aktueller Entwicklungen in der Ethik der Informationstechnologie
Literatur	Wird zu Beginn der Lehrveranstaltung bekannt gegeben.

Lehrveranstaltung L2451: Ethik in der Informationstechnologie	
Typ	Seminar
SWS	2
LP	3
Arbeitsaufwand in Stunden	Eigenstudium 62, Präsenzstudium 28
Dozenten	Prof. Maximilian Kiener
Sprachen	DE/EN
Zeitraum	SoSe
Inhalt	Siehe korrespondierende Vorlesung
Literatur	Siehe korrespondierende Vorlesung

Thesis

Modul M-001: Bachelorarbeit			
Lehrveranstaltungen			
Titel	Typ	SWS	LP
Modulverantwortlicher	Professoren der TUHH		
Zulassungsvoraussetzungen	<ul style="list-style-type: none"> Laut ASPO § 21 (1): <p>Es müssen mindestens 126 Leistungspunkte im Studiengang erworben worden sein. Über Ausnahmen entscheidet der Prüfungsausschuss.</p>		
Empfohlene Vorkenntnisse			
Modulziele/ angestrebte Lernergebnisse	Nach erfolgreicher Teilnahme haben die Studierenden die folgenden Lernergebnisse erreicht		
Fachkompetenz <i>Wissen</i> <i>Fertigkeiten</i> Personale Kompetenzen <i>Sozialkompetenz</i> <i>Selbstständigkeit</i>	<ul style="list-style-type: none"> Studierende können die wichtigsten wissenschaftlichen Grundlagen ihres Studienfaches (Fakten, Theorien und Methoden) problembezogen auswählen, darstellen und nötigenfalls kritisch diskutieren. Die Studierenden können ausgehend von ihrem fachlichen Grundlagenwissen anlassbezogen auch weiterführendes fachliches Wissen erschließen und verknüpfen. Die Studierenden können zu einem ausgewählten Thema ihres Faches einen Forschungsstand darstellen. Die Studierenden können das im Studium vermittelte Grundwissen ihres Studienfaches zielgerichtet zur Lösung fachlicher Probleme einsetzen. Die Studierenden können mit Hilfe der im Studium erlernten Methoden Fragestellungen analysieren, fachliche Sachverhalte entscheiden und Lösungen entwickeln. Die Studierenden können zu den Ergebnissen ihrer eigenen Forschungsarbeit kritisch aus einer Fachperspektive Stellung beziehen. Studierende können eine wissenschaftliche Fragestellung für ein Fachpublikum sowohl schriftlich als auch mündlich strukturiert, verständlich und sachlich richtig darstellen. Studierende können in einer Fachdiskussion auf Fragen eingehen und sie in adressatengerechter Weise beantworten. Sie können dabei eigene Einschätzungen und Standpunkte überzeugend vertreten. Studierende können einen umfangreichen Arbeitsprozess zeitlich strukturieren und eine Fragestellung in vorgegebener Frist bearbeiten. Studierende können notwendiges Wissen und Material zur Bearbeitung eines wissenschaftlichen Problems identifizieren, erschließen und verknüpfen. Studierende können die wesentlichen Techniken des wissenschaftlichen Arbeitens in einer eigenen Forschungsarbeit anwenden. 		
Arbeitsaufwand in Stunden	Eigenstudium 360, Präsenzstudium 0		
Leistungspunkte	12		
Studienleistung	Keine		
Prüfung	Abschlussarbeit		
Prüfungsdauer und -umfang	laut ASPO		
Zuordnung zu folgenden Curricula	Allgemeine Ingenieurwissenschaften: Abschlussarbeit: Pflicht Allgemeine Ingenieurwissenschaften (7 Semester): Abschlussarbeit: Pflicht Bau- und Umweltingenieurwesen: Abschlussarbeit: Pflicht Bioverfahrenstechnik: Abschlussarbeit: Pflicht Chemie- und Bioingenieurwesen: Abschlussarbeit: Pflicht Computer Science: Abschlussarbeit: Pflicht Data Science: Abschlussarbeit: Pflicht Elektrotechnik: Abschlussarbeit: Pflicht Engineering Science: Abschlussarbeit: Pflicht General Engineering Science: Abschlussarbeit: Pflicht General Engineering Science (7 Semester): Abschlussarbeit: Pflicht Green Technologies: Energie, Wasser, Klima: Abschlussarbeit: Pflicht Informatik-Ingenieurwesen: Abschlussarbeit: Pflicht Logistik und Mobilität: Abschlussarbeit: Pflicht Maschinenbau: Abschlussarbeit: Pflicht Mechatronik: Abschlussarbeit: Pflicht Schiffbau: Abschlussarbeit: Pflicht Technomathematik: Abschlussarbeit: Pflicht Teilstudiengang Lehramt Metalltechnik: Abschlussarbeit: Pflicht Verfahrenstechnik: Abschlussarbeit: Pflicht Wirtschaftsingenieurwesen - Fachrichtung Logistik und Mobilität: Abschlussarbeit: Pflicht		