



Modulhandbuch

Master of Science (M.Sc.)

Theoretischer Maschinenbau

Kohorte: Wintersemester 2021

Stand: 20. Dezember 2023

Inhaltsverzeichnis

Inhaltsverzeichnis	2
Studiengangsbeschreibung	5
Fachmodule der Kernqualifikation	6
Modul M0523: Betrieb & Management	6
Modul M0524: Nichttechnische Angebote im Master	7
Modul M1259: Technischer Ergänzungskurs Kernfächer für TMBMS (laut FSPO)	9
Modul M0808: Finite Elements Methods	10
Modul M0846: Control Systems Theory and Design	12
Modul M1204: Modellierung und Optimierung in der Dynamik	14
Modul M1306: Control Lab C	16
Modul M1150: Kontinuumsmechanik	18
Modul M0751: Technische Schwingungslehre	21
Modul M0714: Numerik gewöhnlicher Differentialgleichungen	22
Modul M1203: Technische Dynamik: Numerische und experimentelle Methoden	24
Modul M0752: Nichtlineare Dynamik	26
Modul M0838: Linear and Nonlinear System Identifikation	27
Modul M0657: Numerische Methoden der Thermofluidodynamik II	28
Modul M0840: Optimal and Robust Control	29
Modul M1339: Entwurfsoptimierung und probabilistische Verfahren in der Strukturmechanik	31
Modul M0604: High-Order FEM	33
Modul M0711: Numerische Mathematik II	35
Modul M0727: Stochastik	37
Modul M1398: Ausgewählte Themen der Mehrkörperdynamik und Robotik	39
Modul M1614: Optics for Engineers	41
Modul M1181: Studienarbeit Theoretischer Maschinenbau	43
Fachmodule der Vertiefung Bio- und Medizintechnik	44
Modul M1173: Angewandte Statistik für Ingenieure	44
Modul M1334: BIO II: Biomaterials	46
Modul M0548: Bioelektromagnetik: Prinzipien und Anwendungen	48
Modul M0921: Electronic Circuits for Medical Applications	50
Modul M1302: Angewandte Humanoide Robotik	53
Modul M0811: Bildgebende Systeme in der Medizin	54
Modul M1335: BIO II: Gelenkersatz	56
Modul M0630: Robotics and Navigation in Medicine	57
Modul M1182: Technischer Ergänzungskurs für TMBMS (laut FSPO)	59
Modul M1249: Medizinische Bildgebung	60
Modul M0746: Microsystem Engineering	62
Modul M0623: Intelligent Systems in Medicine	64
Fachmodule der Vertiefung Energietechnik	66
Modul M1235: Elektrische Energiesysteme I: Einführung in elektrische Energiesysteme	66
Modul M0742: Thermische Energiesysteme	69
Modul M1037: Dampfturbinen in Energie-, Umwelt- und Antriebstechnik	71
Modul M0512: Solarenergienutzung	73
Modul M1182: Technischer Ergänzungskurs für TMBMS (laut FSPO)	77
Modul M0721: Klimaanlage	78
Modul M0906: Numerical Simulation and Lagrangian Transport	80
Modul M0511: Elektrische Energie aus Solarstrahlung und Windkraft	83
Modul M0508: Strömungsmechanik und Meeresenergie	86
Modul M0515: Energieinformationssysteme und Elektromobilität	88
Modul M1149: Energietechnik auf Schiffen	90
Modul M1161: Strömungsmaschinen	92
Modul M0641: Dampferzeuger	94
Modul M1287: Risikomanagement, Wasserstoff- und Brennstoffzellentechnologie	96
Modul M0513: Systemaspekte regenerativer Energien	99
Fachmodule der Vertiefung Flugzeug-Systemtechnik	102
Modul M0763: Flugzeug-Energiesysteme	102
Modul M0812: Luftfahrzeugentwurf I (Entwurf von Verkehrsflugzeugen)	104
Modul M0771: Flugphysik	106
Modul M1182: Technischer Ergänzungskurs für TMBMS (laut FSPO)	108
Modul M1156: Systems Engineering	109
Modul M0764: Flugsteuerungssysteme	111
Modul M1690: Luftfahrzeugentwurf II (Entwurf von Flugsystemen)	113
Modul M1155: Flugzeug-Kabinensysteme	115
Modul M1213: Avionik sicherheitskritischer Systeme	117
Modul M1738: Ausgewählte Themen der Luftfahrt-Systemtechnik (Alternative B: 12 LP)	119
Modul M1193: Entwurf von Kabinensystemen	133
Modul M1744: Ausgewählte Themen der Luftfahrt-Systemtechnik (Alternative A: 6 LP)	136
Modul M1616: Flight Control Law Design and Application	150
Fachmodule der Vertiefung Maritime Technik	152
Modul M1157: Schiffshilfsanlagen	152
Modul M1177: Maritime Technik und meeres technische Systeme	154

Modul M1240: Fatigue Strength of Ships and Offshore Structures	157
Modul M0663: Marine Geotechnik	159
Modul M1132: Maritimer Transport	161
Modul M1133: Hafenlogistik	163
Modul M1021: Schiffsmotorenanlagen	165
Modul M1175: Spezielle Gebiete der Schiffspropulsion und Hydrodynamik schneller Wasserfahrzeuge	167
Modul M1182: Technischer Ergänzungskurs für TMBMS (laut FSPO)	169
Modul M1233: Numerische Methoden im Schiffsentwurf	170
Modul M1146: Ship Vibration	171
Modul M1268: Lineare und Nichtlineare Wellen	173
Modul M1148: Ausgewählte Themen der Schiffs- und Meerestechnik	174
Modul M1232: Eistechnik	182
Modul M1178: Manövrierfähigkeit und Schiffshydrodynamik beschränkter Gewässer	184
Modul M1165: Schiffssicherheit	186
Fachmodule der Vertiefung Materialwissenschaften	188
Modul M1342: Kunststoffe	188
Modul M1182: Technischer Ergänzungskurs für TMBMS (laut FSPO)	190
Modul M1343: Aufbau und Eigenschaften der Faser-Kunststoff-Verbunde	191
Modul M1226: Mechanische Eigenschaften	193
Modul M1239: Experimentelle Mikro- und Nanomechanik	196
Modul M1237: Methoden der theoretischen Materialphysik	198
Modul M1238: Quantenmechanik von Festkörpern	200
Modul M1199: Moderne Funktionsmaterialien	202
Modul M1198: Materialphysik und atomare Materialmodellierung	203
Modul M1151: Werkstoffmodellierung	206
Modul M1170: Phänomene und Methoden der Materialwissenschaft	208
Fachmodule der Vertiefung Produktentwicklung und Produktion	210
Modul M0815: Product Planning	210
Modul M0867: Produktionsplanung und -steuerung und Digitales Unternehmen	212
Modul M1182: Technischer Ergänzungskurs für TMBMS (laut FSPO)	214
Modul M1024: Methoden der integrierten Produktentwicklung	215
Modul M1143: Applied Design Methodology in Mechatronics	217
Modul M1281: Ausgewählte Themen der Schwingungslehre	219
Modul M0805: Technical Acoustics I (Acoustic Waves, Noise Protection, Psycho Acoustics)	220
Modul M1174: Automatisierungstechnik und -systeme	221
Modul M1183: Lasersysteme und Methoden der Fertigungsprozessauslegung und -analyse	223
Modul M0806: Technical Acoustics II (Room Acoustics, Computational Methods)	225
Modul M0563: Robotics	227
Modul M0739: Fabrikplanung & Produktionslogistik	229
Modul M1025: Fluidtechnik	231
Modul M1596: Engineering Haptic Systems	234
Modul M1665: Konstruieren mit Faser-Kunststoff-Verbunden	236
Fachmodule der Vertiefung Robotik und Informatik	238
Modul M0563: Robotics	238
Modul M1552: Mathematik neuronaler Netzwerke	240
Modul M0550: Digital Image Analysis	242
Modul M1248: Compiler für Eingebettete Systeme	244
Modul M1702: Process Imaging	246
Modul M0627: Machine Learning and Data Mining	248
Modul M0692: Approximation und Stabilität	250
Modul M0835: Humanoide Robotik	252
Modul M0939: Control Lab A	253
Modul M0633: Industrial Process Automation	255
Modul M1302: Angewandte Humanoide Robotik	257
Modul M0677: Digital Signal Processing and Digital Filters	258
Modul M0832: Advanced Topics in Control	260
Modul M0629: Intelligent Autonomous Agents and Cognitive Robotics	262
Modul M0881: Mathematische Bildverarbeitung	264
Modul M1598: Bildverarbeitung	266
Modul M1592: Statistik	268
Modul M0836: Communication Networks	270
Modul M1224: Ausgewählte Themen der Mechatronik (Alternative B: 6 LP)	272
Modul M1182: Technischer Ergänzungskurs für TMBMS (laut FSPO)	282
Modul M1702: Process Imaging	283
Fachmodule der Vertiefung Simulationstechnik	285
Modul M0603: Nichtlineare Strukturanalyse	285
Modul M1151: Werkstoffmodellierung	287
Modul M0906: Numerical Simulation and Lagrangian Transport	289
Modul M0605: Numerische Strukturdynamik	292
Modul M0653: Hochleistungsrechnen	294
Modul M0606: Numerische Algorithmen in der Strukturmechanik	295
Modul M0807: Boundary Element Methods	296
Modul M0716: Hierarchische Algorithmen	298
Modul M1020: Numerik partieller Differentialgleichungen	300
Modul M0720: Matrixalgorithmen	302

Modul M0658: Innovative Methoden der Numerischen Thermofluidodynamik	304
Modul M1327: Modeling of Granular Materials	306
Modul M0806: Technical Acoustics II (Room Acoustics, Computational Methods)	309
Modul M1268: Lineare und Nichtlineare Wellen	311
Modul M1846: Finite element modeling of structures	312
Modul M1844: Modern discretization methods in structural mechanics	314
Modul M1182: Technischer Ergänzungskurs für TMBMS (laut FSPO)	316
Modul M0837: Simulation of Communication Networks	317
Modul M1281: Ausgewählte Themen der Schwingungslehre	318
Thesis	319
Modul M-002: Masterarbeit	319

Studiengangsbeschreibung

Inhalt

Der über 4 Semester laufende forschungsorientierte Master-Studiengang (MSc) „Theoretischer Maschinenbau“ baut auf forschungsorientierten maschinenbaulich orientierte Bachelor-Studiengängen (BSc) auf. Vorausgesetzt werden entsprechend vertiefte Kenntnisse in den mathematisch-naturwissenschaftlichen und ingenieurwissenschaftlichen Grundlagen. Inhaltlich erwerben die Absolventen grundlagen- und methodenorientiertes, dabei interdisziplinär ausgerichtetes, maschinenbauliches Wissen und zugeordnete maschinenbauliche Kompetenzen, um durch mathematische Beschreibung, Analyse und Synthese komplexer technischer Systeme Methoden, Produkte oder Prozesse zu entwickeln. Dabei vereint der Studiengang die beiden wichtigsten theoretisch-methodischen Gebiete, nämlich die Simulationstechnik und die Systemtheorie. Hierzu werden mathematischen Grundlagen und vertiefte Kenntnisse in Gebieten wie der Technischen Dynamik, der Regelungstechnik, Numerik und der Strukturmechanik erlernt.

Berufliche Perspektiven

Der Master-Studiengang Theoretischer Maschinenbau bereitet seine Absolventinnen und Absolventen auf Fach- und Führungspositionen in Forschung und Entwicklung vor. Durch eine Fokussierung des Studiengangs auf theoretisch-methodenorientierte Inhalte und Grundlagen sowie intensive wissenschaftliche Denkschulung steht den Absolventinnen und Absolventen ein breites Arbeitsfeld offen, speziell in den Bereich Maschinen- und Fahrzeugbau, Bio- und Medizintechnik, Energietechnik, Luft- und Raumfahrttechnik, Schiffbau, Automatisierungstechnik, Werkstoffwissenschaften und angrenzender Gebiete.

Lernziele

Die Absolventinnen und Absolventen können:

- Probleme wissenschaftlich analysieren und lösen, auch wenn sie unüblich oder unvollständig definiert sind und konkurrierende Spezifikationen aufweisen
- komplexe Problemstellungen aus einem neuen oder in der Entwicklung begriffenen Bereich ihrer Disziplin abstrahieren und formulieren
- innovative Methoden bei der grundlagenorientierten Problemlösung anwenden und neue wissenschaftliche Methoden entwickeln
- Informationsbedarf erkennen, Informationen finden und beschaffen
- theoretische und experimentelle Untersuchungen planen und durchführen
- Daten kritisch bewerten und daraus Schlüsse ziehen
- die Anwendung von neuen und aufkommenden Technologien untersuchen und bewerten.

Die Absolventinnen und Absolventen sind in der Lage:

- Konzepte und Lösungen zu grundlagenorientierten, zum Teil auch unüblichen Fragestellungen, ggf. unter Einbeziehung anderer Disziplinen, zu entwickeln
- neue Produkte, Prozesse und Methoden zu kreieren und zu entwickeln
- ihr ingenieurwissenschaftliches Urteilsvermögen anzuwenden, um mit komplexen, möglicherweise unvollständigen Informationen zu arbeiten, Widersprüche zu erkennen und mit ihnen umzugehen
- Wissen aus verschiedenen Bereichen methodisch zu klassifizieren und systematisch zu kombinieren sowie mit Komplexität umzugehen;
- sich systematisch und in kurzer Zeit in neue Aufgaben einzuarbeiten
- auch nicht technische Auswirkungen der Ingenieur Tätigkeit systematisch zu reflektieren und in ihr Handeln verantwortungsbewusst einzubeziehen
- Lösungen, die einer vertieften Methodenkompetenz bedürfen, zu erarbeiten
- einer wissenschaftlichen Tätigkeit mit dem Ziel der Promotion erfolgreich nachzugehen.

Studiengangsstruktur

Das Studium ist in grundlagenorientierte Kernfächer und ein anwendungsbezogene Vertiefungsfach aufgeteilt. In den Kernfächern werden neben weiterführenden mathematischen Grundlagen vor allem vertiefte Kenntnisse in Gebieten wie der Technischen Dynamik, der Regelungstechnik, Numerik und der Strukturmechanik erlernt. Zur Vertiefung der Grundlagen ist anwendungsbezogener Vertiefungsblöcke auszuwählen. Weitere technische und nichttechnische Wahlpflichtfächer sind aus dem Fächerangebot der TUHH und der Universität Hamburg wählbar. Im letzten Semester wird die Master-Arbeit durchgeführt.

Die curricularen Inhalte gliedern sich somit in sechs Gruppen:

- Kernqualifikationen Pflichtveranstaltungen (24 ECTS)
- Kernqualifikationen Wahlpflichtbereich (24 ECTS)
- Projektarbeit (12 ECTS)
- Eine Vertiefungsrichtung (18 ECTS)
- Übergreifende nichttechnische Inhalte (12 ECTS)
- Master-Arbeit (30 ECTS).

Die Vertiefungsrichtungen sind:

- Bio- und Medizintechnik
- Energietechnik
- Flugzeug-Systemtechnik
- Maritime Technik
- Numerik und Informatik
- Produktentwicklung und Produktion
- Werkstofftechnik

Die Wahl einer Vertiefungsrichtung ist obligatorisch, ihre Inhalte sind eng verknüpft mit den Forschungsthemen der Institute. Die bereits im Bachelor-Studium für die praktische Ingenieur Tätigkeit erworbenen Schlüsselqualifikationen werden innerhalb des Master Studiengangs ausgebaut.

Fachmodule der Kernqualifikation

In den Kernfächern werden neben weiterführenden mathematischen Grundlagen vor allem vertiefte Kenntnisse in Gebieten wie der Technischen Dynamik, der Regelungstechnik, Numerik und der Strukturmechanik erlernt.

Modul M0523: Betrieb & Management	
Modulverantwortlicher	Prof. Matthias Meyer
Zulassungsvoraussetzungen	Keine
Empfohlene Vorkenntnisse	Keine
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"> Die Studierenden sind in der Lage, ausgewählte betriebswirtschaftliche Spezialgebiete innerhalb der Betriebswirtschaftslehre zu verorten. Die Studierenden können in ausgewählten betriebswirtschaftlichen Teilbereichen grundlegende Theorien, Kategorien und Modelle erklären. Die Studierenden können technisches und betriebswirtschaftliches Wissen miteinander in Beziehung setzen. Die Studierenden können in ausgewählten betriebswirtschaftlichen Teilbereichen grundlegende Methoden anwenden. Die Studierenden können für praktische Fragestellungen in betriebswirtschaftlichen Teilbereichen Entscheidungsvorschläge begründen. Die Studierenden sind in der Lage, in interdisziplinären Kleingruppen zu kommunizieren und gemeinsam Lösungen für komplexe Problemstellungen zu erarbeiten. Die Studierenden sind in der Lage, sich notwendiges Wissen durch Recherchen und Aufbereitungen von Material selbstständig zu erschließen.
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 M0524: Nichttechnische Angebote im Master	
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>vermittelt 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 Ingenieurinnen und Ingenieure. Er setzt diese Ausbildungsziele in seiner 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 des jeweiligen nichttechnischen Bereiches erläutern, • 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 NTW-Bereich ist).
Fertigkeiten	<p>Die Studierenden können in ausgewählten Teilbereichen</p> <ul style="list-style-type: none"> • grundlegende und teils auch spezielle Methoden der genannten Wissenschaftsdisziplinen anwenden. • technische Phänomene, Modelle, Theorien usw. aus der Perspektive einer anderen, oben erwähnten Fachdisziplin befragen. • einfache und teils auch fortgeschrittene 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.

<p>Personale Kompetenzen</p> <p><i>Sozialkompetenz</i></p> <p><i>Selbstständigkeit</i></p>	<p>Die Studierenden sind fähig ,</p> <ul style="list-style-type: none"> • in unterschiedlichem Ausmaß kooperativ zu lernen • 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).
<p>Arbeitsaufwand in Stunden</p>	<p>Abhängig von der Wahl der Lehrveranstaltungen</p>
<p>Leistungspunkte</p>	<p>6</p>

<p>Lehrveranstaltungen</p>
<p>Die Informationen zu den Lehrveranstaltungen entnehmen Sie dem separat veröffentlichten Modulhandbuch des Moduls.</p>

Modul M1259: Technischer Ergänzungskurs Kernfächer für TMBMS (laut FSPO)			
Lehrveranstaltungen			
Titel	Typ	SWS	LP
Modulverantwortlicher	Prof. Robert Seifried		
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	Theoretischer Maschinenbau: Kernqualifikation: Wahlpflicht		

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. Otto von Estorff		
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	Verpflichtend Bonus	Art der Studienleistung	Beschreibung
	Nein 20 %	Midterm	
Prüfung	Klausur		
Prüfungsdauer und -umfang	120 min		
Zuordnung zu folgenden Curricula	Bauingenieurwesen: Kernqualifikation: Pflicht Energietechnik: Kernqualifikation: Wahlpflicht Flugzeug-Systemtechnik: Vertiefung Flugzeugsysteme: Wahlpflicht Flugzeug-Systemtechnik: Vertiefung Lufttransportsysteme und Flugzeugvorentwurf: Wahlpflicht Flugzeug-Systemtechnik: Kernqualifikation: Wahlpflicht Internationales Wirtschaftsingenieurwesen: Vertiefung II. Mechatronik: Wahlpflicht Internationales Wirtschaftsingenieurwesen: Vertiefung II. Produktentwicklung und Produktion: 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. Otto von Estorff
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. Otto von Estorff
Sprachen	EN
Zeitraum	WiSe
Inhalt	Siehe korrespondierende Vorlesung
Literatur	Siehe korrespondierende Vorlesung

Modul M0846: Control Systems Theory and Design			
Lehrveranstaltungen			
Titel		Typ	SWS LP
Theorie und Entwurf regelungstechnischer Systeme (L0656)		Vorlesung	2 4
Theorie und Entwurf regelungstechnischer Systeme (L0657)		Gruppenübung	2 2
Modulverantwortlicher	Prof. Herbert Werner		
Zulassungsvoraussetzungen	None		
Empfohlene Vorkenntnisse	Introduction to Control Systems		
Modulziele/ angestrebte Lernergebnisse	Nach erfolgreicher Teilnahme haben die Studierenden die folgenden Lernergebnisse erreicht		
Fachkompetenz <i>Wissen</i>	<ul style="list-style-type: none"> • Students can explain how linear dynamic systems are represented as state space models; they can interpret the system response to initial states or external excitation as trajectories in state space • They can explain the system properties controllability and observability, and their relationship to state feedback and state estimation, respectively • They can explain the significance of a minimal realisation • They can explain observer-based state feedback and how it can be used to achieve tracking and disturbance rejection • They can extend all of the above to multi-input multi-output systems • They can explain the z-transform and its relationship with the Laplace Transform • They can explain state space models and transfer function models of discrete-time systems • They can explain the experimental identification of ARX models of dynamic systems, and how the identification problem can be solved by solving a normal equation • They can explain how a state space model can be constructed from a discrete-time impulse response 		
<i>Fertigkeiten</i>	<ul style="list-style-type: none"> • Students can transform transfer function models into state space models and vice versa • They can assess controllability and observability and construct minimal realisations • They can design LQG controllers for multivariable plants • They can carry out a controller design both in continuous-time and discrete-time domain, and decide which is appropriate for a given sampling rate • They can identify transfer function models and state space models of dynamic systems from experimental data • They can carry out all these tasks using standard software tools (Matlab Control Toolbox, System Identification Toolbox, Simulink) 		
Personale Kompetenzen <i>Sozialkompetenz</i>	Students can work in small groups on specific problems to arrive at joint solutions.		
<i>Selbstständigkeit</i>	Students can obtain information from provided sources (lecture notes, software documentation, experiment guides) and use it when solving given problems. They can assess their knowledge in weekly on-line tests and thereby control their learning progress.		
Arbeitsaufwand in Stunden	Eigenstudium 124, Präsenzstudium 56		
Leistungspunkte	6		
Studienleistung	Keine		
Prüfung	Klausur		
Prüfungsdauer und -umfang	120 min		
Zuordnung zu folgenden Curricula	Elektrotechnik: Kernqualifikation: Pflicht Energietechnik: Kernqualifikation: Wahlpflicht Flugzeug-Systemtechnik: Kernqualifikation: Wahlpflicht Informatik-Ingenieurwesen: Vertiefung II. Ingenieurwissenschaften: Wahlpflicht Internationales Wirtschaftsingenieurwesen: Vertiefung II. Elektrotechnik: Wahlpflicht Internationales Wirtschaftsingenieurwesen: Vertiefung II. Mechatronik: Wahlpflicht Mechanical Engineering and Management: Vertiefung Mechatronik: Wahlpflicht Mechatronics: Kernqualifikation: Pflicht Medizingenieurwesen: Vertiefung Künstliche Organe und Regenerative Medizin: Wahlpflicht Medizingenieurwesen: Vertiefung Implantate und Endoprothesen: Wahlpflicht Medizingenieurwesen: Vertiefung Medizin- und Regelungstechnik: Pflicht Medizingenieurwesen: Vertiefung Management und Administration: Wahlpflicht Produktentwicklung, Werkstoffe und Produktion: Kernqualifikation: Wahlpflicht Theoretischer Maschinenbau: Kernqualifikation: Pflicht		

Lehrveranstaltung L0656: Control Systems Theory and Design	
Typ	Vorlesung
SWS	2
LP	4
Arbeitsaufwand in Stunden	Eigenstudium 92, Präsenzstudium 28
Dozenten	Prof. Herbert Werner
Sprachen	EN
Zeitraum	WiSe
Inhalt	<p>State space methods (single-input single-output)</p> <ul style="list-style-type: none"> • State space models and transfer functions, state feedback • Coordinate basis, similarity transformations • Solutions of state equations, matrix exponentials, Caley-Hamilton Theorem • Controllability and pole placement • State estimation, observability, Kalman decomposition • Observer-based state feedback control, reference tracking • Transmission zeros • Optimal pole placement, symmetric root locus <p>Multi-input multi-output systems</p> <ul style="list-style-type: none"> • Transfer function matrices, state space models of multivariable systems, Gilbert realization • Poles and zeros of multivariable systems, minimal realization • Closed-loop stability • Pole placement for multivariable systems, LQR design, Kalman filter <p>Digital Control</p> <ul style="list-style-type: none"> • Discrete-time systems: difference equations and z-transform • Discrete-time state space models, sampled data systems, poles and zeros • Frequency response of sampled data systems, choice of sampling rate <p>System identification and model order reduction</p> <ul style="list-style-type: none"> • Least squares estimation, ARX models, persistent excitation • Identification of state space models, subspace identification • Balanced realization and model order reduction <p>Case study</p> <ul style="list-style-type: none"> • Modelling and multivariable control of a process evaporator using Matlab and Simulink <p>Software tools</p> <ul style="list-style-type: none"> • Matlab/Simulink
Literatur	<ul style="list-style-type: none"> • Werner, H., Lecture Notes „Control Systems Theory and Design“ • T. Kailath "Linear Systems", Prentice Hall, 1980 • K.J. Astrom, B. Wittenmark "Computer Controlled Systems" Prentice Hall, 1997 • L. Ljung "System Identification - Theory for the User", Prentice Hall, 1999

Lehrveranstaltung L0657: Control Systems Theory and Design	
Typ	Gruppenübung
SWS	2
LP	2
Arbeitsaufwand in Stunden	Eigenstudium 32, Präsenzstudium 28
Dozenten	Prof. Herbert Werner
Sprachen	EN
Zeitraum	WiSe
Inhalt	Siehe korrespondierende Vorlesung
Literatur	Siehe korrespondierende Vorlesung

Modul M1204: Modellierung und Optimierung in der Dynamik			
Lehrveranstaltungen			
Titel	Typ	SWS	LP
Flexible Mehrkörpersysteme (L1632)	Vorlesung	2	3
Optimierung dynamischer Systeme (L1633)	Vorlesung	2	3
Modulverantwortlicher	Prof. Robert Seifried		
Zulassungsvoraussetzungen	Keine		
Empfohlene Vorkenntnisse	<ul style="list-style-type: none"> • Mathematik I, II, III • Mechanik I, II, III, IV • Simulation dynamischer Systeme 		
Modulziele/ angestrebte Lernergebnisse	Nach erfolgreicher Teilnahme haben die Studierenden die folgenden Lernergebnisse erreicht		
Fachkompetenz	<p><i>Wissen</i> Studierende besitzen nach erfolgreichem Besuch des Moduls grundlegende Kenntnis und Verständnis der Modellierung, Simulation und Analyse komplexer starrer und flexibler Mehrkörpersysteme und Methoden zur Optimierung dynamischer Systeme.</p> <p><i>Fertigkeiten</i> Die Studierenden sind in der Lage</p> <ul style="list-style-type: none"> + ganzheitlich zu Denken + grundlegende Problemstellungen aus der Dynamik starrer und flexibler Mehrkörpersysteme selbständig, sicher, kritisch und bedarfsgerecht zu analysieren und zu optimieren + dynamische Problem mathematisch zu beschreiben + dynamische Probleme zu optimieren 		
Personale Kompetenzen	<p><i>Sozialkompetenz</i> Studierende können</p> <ul style="list-style-type: none"> + in heterogen zusammengesetzten Gruppen Aufgaben lösen und die Arbeitsergebnisse dokumentieren. <p><i>Selbstständigkeit</i> Studierende sind fähig</p> <ul style="list-style-type: none"> + ihren Kenntnisstand mit Hilfe von Übungsaufgaben einzuschätzen. + sich zur Lösung von forschungsorientierten Aufgaben notwendiges Wissen eigenständig zu erschließen. 		
Arbeitsaufwand in Stunden	Eigenstudium 124, Präsenzstudium 56		
Leistungspunkte	6		
Studienleistung	Keine		
Prüfung	Mündliche Prüfung		
Prüfungsdauer und -umfang	30 min		
Zuordnung zu folgenden Curricula	Energietechnik: Kernqualifikation: Wahlpflicht Flugzeug-Systemtechnik: Kernqualifikation: Wahlpflicht Flugzeug-Systemtechnik: Vertiefung Flugzeugsysteme: Wahlpflicht Mechatronics: Vertiefung Systementwurf: Wahlpflicht Mechatronics: Vertiefung Intelligente Systeme und Robotik: Wahlpflicht Produktentwicklung, Werkstoffe und Produktion: Kernqualifikation: Wahlpflicht Theoretischer Maschinenbau: Kernqualifikation: Wahlpflicht		

Lehrveranstaltung L1632: Flexible Mehrkörpersysteme	
Typ	Vorlesung
SWS	2
LP	3
Arbeitsaufwand in Stunden	Eigenstudium 62, Präsenzstudium 28
Dozenten	Prof. Robert Seifried, Dr. Alexander Held
Sprachen	DE
Zeitraum	WiSe
Inhalt	<ol style="list-style-type: none"> 1. Grundlagen von Mehrkörpersystemen 2. Kontinuumsmechanische Grundlagen 3. Lineare finite Elemente Modelle und Modellreduktion 4. Nichtlineare finite Elemente Modelle: Absolute Nodal Coordinate Formulation 5. Kinematik eines elastischen Körpers 6. Kinetik eines elastischen Körpers 7. Zusammenbau des Gesamtsystems
Literatur	<p>Schwertassek, R. und Wallrapp, O.: Dynamik flexibler Mehrkörpersysteme. Braunschweig, Vieweg, 1999.</p> <p>Seifried, R.: Dynamics of Underactuated Multibody Systems, Springer, 2014.</p> <p>Shabana, A.A.: Dynamics of Multibody Systems. Cambridge Univ. Press, Cambridge, 2004, 3. Auflage.</p>

Lehrveranstaltung L1633: Optimierung dynamischer Systeme	
Typ	Vorlesung
SWS	2
LP	3
Arbeitsaufwand in Stunden	Eigenstudium 62, Präsenzstudium 28
Dozenten	Prof. Robert Seifried, Dr. Alexander Held
Sprachen	DE
Zeitraum	WiSe
Inhalt	<ol style="list-style-type: none"> 1. Formulierung des Optimierungsproblems und Klassifikation 2. Skalare Optimierung 3. Sensitivitätsanalyse 4. Parameteroptimierung ohne Nebenbedingungen 5. Parameteroptimierung mit Nebenbedingungen 6. Stochastische Optimierungsverfahren 7. Mehrkriterienoptimierung 8. Topologieoptimierung
Literatur	<p>Bestle, D.: Analyse und Optimierung von Mehrkörpersystemen. Springer, Berlin, 1994.</p> <p>Nocedal, J. , Wright , S.J. : Numerical Optimization. New York: Springer, 2006.</p>

Modul M1306: Control Lab C			
Lehrveranstaltungen			
Titel		Typ	SWS LP
Praktikum Regelungstechnik IX (L1836)		Laborpraktikum	1 1
Praktikum Regelungstechnik VII (L1834)		Laborpraktikum	1 1
Praktikum Regelungstechnik VIII (L1835)		Laborpraktikum	1 1
Modulverantwortlicher	Prof. Herbert Werner		
Zulassungsvoraussetzungen	None		
Empfohlene Vorkenntnisse	<ul style="list-style-type: none"> • State space methods • LQG control • H2 and H-infinity optimal control • uncertain plant models and robust control • LPV control 		
Modulziele/ angestrebte Lernergebnisse	Nach erfolgreicher Teilnahme haben die Studierenden die folgenden Lernergebnisse erreicht		
Fachkompetenz <i>Wissen</i>	<ul style="list-style-type: none"> • Students can explain the difference between validation of a control loop in simulation and experimental validation 		
<i>Fertigkeiten</i>	<ul style="list-style-type: none"> • Students are capable of applying basic system identification tools (Matlab System Identification Toolbox) to identify a dynamic model that can be used for controller synthesis • They are capable of using standard software tools (Matlab Control Toolbox) for the design and implementation of LQG controllers • They are capable of using standard software tools (Matlab Robust Control Toolbox) for the mixed-sensitivity design and the implementation of H-infinity optimal controllers • They are capable of representing model uncertainty, and of designing and implementing a robust controller • They are capable of using standard software tools (Matlab Robust Control Toolbox) for the design and the implementation of LPV gain-scheduled controllers 		
Personale Kompetenzen <i>Sozialkompetenz</i>	<ul style="list-style-type: none"> • Students can work in teams to conduct experiments and document the results 		
<i>Selbstständigkeit</i>	<ul style="list-style-type: none"> • Students can independently carry out simulation studies to design and validate control loops 		
Arbeitsaufwand in Stunden	Eigenstudium 48, Präsenzstudium 42		
Leistungspunkte	3		
Studienleistung	Keine		
Prüfung	Schriftliche Ausarbeitung		
Prüfungsdauer und -umfang	1		
Zuordnung zu folgenden Curricula	Elektrotechnik: Vertiefung Regelungs- und Energiesystemtechnik: Wahlpflicht Mechatronics: Vertiefung Intelligente Systeme und Robotik: Wahlpflicht Mechatronics: Vertiefung Systementwurf: Wahlpflicht Theoretischer Maschinenbau: Kernqualifikation: Wahlpflicht		

Lehrveranstaltung L1836: Control Lab IX	
Typ	Laborpraktikum
SWS	1
LP	1
Arbeitsaufwand in Stunden	Eigenstudium 16, Präsenzstudium 14
Dozenten	Prof. Herbert Werner, Adwait Datar, Patrick Götsch
Sprachen	EN
Zeitraum	WiSe/SoSe
Inhalt	One of the offered experiments in control theory.
Literatur	Experiment Guides

Lehrveranstaltung L1834: Control Lab VII	
Typ	Laborpraktikum
SWS	1
LP	1
Arbeitsaufwand in Stunden	Eigenstudium 16, Präsenzstudium 14
Dozenten	Prof. Herbert Werner, Patrick Götsch
Sprachen	EN
Zeitraum	WiSe/SoSe
Inhalt	One of the offered experiments in control theory.
Literatur	Experiment Guides

Lehrveranstaltung L1835: Control Lab VIII	
Typ	Laborpraktikum
SWS	1
LP	1
Arbeitsaufwand in Stunden	Eigenstudium 16, Präsenzstudium 14
Dozenten	Prof. Herbert Werner, Adwait Datar, Patrick Götttsch
Sprachen	EN
Zeitraum	WiSe/SoSe
Inhalt	One of the offered experiments in control theory.
Literatur	Experiment Guides

Modul M1150: Kontinuumsmechanik			
Lehrveranstaltungen			
Titel	Typ	SWS	LP
Kontinuumsmechanik (L1533)	Vorlesung	2	3
Kontinuumsmechanik Übung (L1534)	Gruppenübung	2	3
Modulverantwortlicher	Prof. Christian Cyron		
Zulassungsvoraussetzungen	Keine		
Empfohlene Vorkenntnisse	Grundlagen der linearen Kontinuumsmechanik wie z.B. im Modul Mechanik II unterrichtet (Kräfte und Drehmomente, Spannungen, lineare Verzerrungen, Schnittprinzip, linear-elastische Konstitutivgesetze, Verzerrungsenergie).		
Modulziele/ angestrebte Lernergebnisse	Nach erfolgreicher Teilnahme haben die Studierenden die folgenden Lernergebnisse erreicht		
Fachkompetenz			
<i>Wissen</i>	Die Studierenden können grundlegende Konzepte zur Berechnung von mechanischem Materialverhalten erklären. Sie können Methoden der Kontinuumsmechanik im größeren Kontext erläutern.		
<i>Fertigkeiten</i>	Die Studierenden können Bilanzgleichungen aufstellen und Grundlagen der Deformationstheorie elastischer Körper anwenden und auf diesem Gebiet spezifische Aufgabenstellungen sowohl anwendungsorientiert als auch forschungsorientiert bearbeiten		
Personale Kompetenzen			
<i>Sozialkompetenz</i>	Die Studierenden können Lösungen entwickeln, gegenüber Spezialisten in Schriftform präsentieren und Ideen weiterentwickeln.		
<i>Selbstständigkeit</i>	Die Studierenden können ihre eigenen Stärken und Schwächen ermitteln. Sie können selbstständig und eigenverantwortlich Probleme im Bereich der Kontinuumsmechanik identifizieren und lösen und sich dafür benötigtes Wissen aneignen.		
Arbeitsaufwand in Stunden	Eigenstudium 124, Präsenzstudium 56		
Leistungspunkte	6		
Studienleistung	Keine		
Prüfung	Klausur		
Prüfungsdauer und -umfang	60 min		
Zuordnung zu folgenden Curricula	Materialwissenschaft: Vertiefung Modellierung: Wahlpflicht Mechanical Engineering and Management: Vertiefung Werkstoffe: Wahlpflicht Mechatronics: Technischer Ergänzungskurs: Wahlpflicht Mediziningenieurwesen: Vertiefung Künstliche Organe und Regenerative Medizin: Wahlpflicht Mediziningenieurwesen: Vertiefung Implantate und Endoprothesen: Wahlpflicht Mediziningenieurwesen: Vertiefung Medizin- und Regelungstechnik: Wahlpflicht Mediziningenieurwesen: Vertiefung Management und Administration: Wahlpflicht Produktentwicklung, Werkstoffe und Produktion: Kernqualifikation: Wahlpflicht Theoretischer Maschinenbau: Kernqualifikation: Wahlpflicht		

Lehrveranstaltung L1533: Kontinuumsmechanik	
Typ	Vorlesung
SWS	2
LP	3
Arbeitsaufwand in Stunden	Eigenstudium 62, Präsenzstudium 28
Dozenten	Prof. Christian Cyron
Sprachen	DE
Zeitraum	WiSe
Inhalt	<ul style="list-style-type: none"> • Grundlagen der Tensorrechnung <ul style="list-style-type: none"> ◦ Transformationsinvarianz ◦ Tensoralgebra ◦ Tensoranalysis • Kinematik <ul style="list-style-type: none"> ◦ Bewegung eines Kontinuums ◦ Verformung infinitesimaler Linien-, Flächen- und Volumenelemente ◦ Materielle und räumliche Betrachtung ◦ Polare Zerlegung ◦ Spektrale Zerlegung ◦ Objektivität ◦ Verzerrungsmaße ◦ Zeitableitungen <ul style="list-style-type: none"> ▪ Partielle / materielle Zeitableitung ▪ Objektive Zeitableitungen ▪ Verzerrungs- und Deformationsraten ◦ Transporttheoreme • Bilanzgleichungen (globale und lokale Form) <ul style="list-style-type: none"> ◦ Massenbilanz ◦ Spannungszustand <ul style="list-style-type: none"> ▪ Randspannungsvektoren ▪ Cauchy'sches Fundamentalthemem ▪ Spannungstensoren (Cauchy-, 1. und 2. Piola-Kirchhoff-, Kirchhoff-Spannungstensor) ◦ Impulsbilanz ◦ Drehimpulsbilanz ◦ Energiebilanz ◦ Entropiebilanz ◦ Clausius-Duhem-Ungleichung • Konstitutive Beziehungen <ul style="list-style-type: none"> ◦ Konstitutive Annahmen ◦ Fluide ◦ Elastische Körper <ul style="list-style-type: none"> ▪ Hyperelastizität ▪ Materialsymmetrie ◦ Elastoplastizität • Analyse <ul style="list-style-type: none"> ◦ Anfangsrandwertprobleme und deren numerische Lösung
Literatur	R. Greve: Kontinuumsmechanik: Ein Grundkurs für Ingenieure und Physiker I-S. Liu: Continuum Mechanics, Springer weitere siehe in der Literaturliste des Scripts

Lehrveranstaltung L1534: Kontinuumsmechanik Übung	
Typ	Gruppenübung
SWS	2
LP	3
Arbeitsaufwand in Stunden	Eigenstudium 62, Präsenzstudium 28
Dozenten	Prof. Christian Cyron
Sprachen	DE
Zeitraum	WiSe
Inhalt	<ul style="list-style-type: none"> • Kinematik deformierbarer Körper • Bilanzgleichungen (Massenbilanz, Energiegleichung, ...) • Spannungszustand • Materialmodellierung
Literatur	<p>R. Greve: Kontinuumsmechanik: Ein Grundkurs für Ingenieure und Physiker</p> <p>I-S. Liu: Continuum Mechanics, Springer</p>

Modul M0751: Technische Schwingungslehre			
Lehrveranstaltungen			
Titel		Typ	SWS
Technische Schwingungslehre (L0701)		Integrierte Vorlesung	4
			LP
			6
Modulverantwortlicher	Prof. Norbert Hoffmann		
Zulassungsvoraussetzungen	Keine		
Empfohlene Vorkenntnisse	<ul style="list-style-type: none"> • Analysis • Lineare Algebra • Technische Mechanik 		
Modulziele/ angestrebte Lernergebnisse	Nach erfolgreicher Teilnahme haben die Studierenden die folgenden Lernergebnisse erreicht		
Fachkompetenz	Studierende können Begriffe und Zusammenhänge der Technischen Schwingungslehre wiedergeben und weiterentwickeln.		
<i>Wissen</i>			
<i>Fertigkeiten</i>	Studierende können Methoden der Technischen Schwingungslehre benennen und weiterentwickeln.		
Personale Kompetenzen			
<i>Sozialkompetenz</i>	Studierende können auch in Gruppen zu Arbeitsergebnissen kommen.		
<i>Selbstständigkeit</i>	Studierende können sich eigenständig Forschungsaufgaben der Technischen Schwingungslehre erschließen.		
Arbeitsaufwand in Stunden	Eigenstudium 124, Präsenzstudium 56		
Leistungspunkte	6		
Studienleistung	Keine		
Prüfung	Klausur		
Prüfungsdauer und -umfang	2 Stunden		
Zuordnung zu folgenden Curricula	Energietechnik: Kernqualifikation: Wahlpflicht Internationales Wirtschaftsingenieurwesen: Vertiefung II. Mechatronik: Wahlpflicht Mechanical Engineering and Management: Vertiefung Mechatronik: Wahlpflicht Mechatronics: Kernqualifikation: 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 Produktentwicklung, Werkstoffe und Produktion: Kernqualifikation: Pflicht Schiffbau und Meerestechnik: Kernqualifikation: Wahlpflicht Theoretischer Maschinenbau: Kernqualifikation: Wahlpflicht		
Lehrveranstaltung L0701: Technische Schwingungslehre			
Typ	Integrierte Vorlesung		
SWS	4		
LP	6		
Arbeitsaufwand in Stunden	Eigenstudium 124, Präsenzstudium 56		
Dozenten	Prof. Norbert Hoffmann		
Sprachen	DE/EN		
Zeitraum	WiSe		
Inhalt	Lineare und Nichtlineare Ein- und Mehrfreiheitsgradschwingungen und Wellen.		
Literatur	K. Magnus, K. Popp, W. Sextro: Schwingungen. Physikalische Grundlagen und mathematische Behandlung von Schwingungen. Springer Verlag, 2013.		

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 MATLAB Grundkenntnisse 		
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, Konvergenzaussagen (inklusive der an das zugrundeliegende Problem gestellten Voraussetzungen) zu den behandelten numerischen Verfahren wiedergeben, Aspekte der praktischen Durchführung numerischer Verfahren erklären. Wählen Sie die entsprechende numerische Methode für konkrete Probleme, implementieren die numerischen Algorithmen effizient und interpretieren die numerischen Ergebnisse <p><i>Fertigkeiten</i> Studierende sind in der Lage,</p> <ul style="list-style-type: none"> numerische Methoden zur Lösung gewöhnlicher Differentialgleichungen in MATLAB 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 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	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 Elektrotechnik: Vertiefung Regelungs- und Energiesystemtechnik: Wahlpflicht Energietechnik: Kernqualifikation: Wahlpflicht Flugzeug-Systemtechnik: Kernqualifikation: Wahlpflicht Interdisciplinary Mathematics: Vertiefung II. Numerical - Modelling Training: Pflicht Mechatronics: Vertiefung Intelligente Systeme und Robotik: 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 • Variationsmethoden
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

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 M1203: Technische Dynamik: Numerische und experimentelle Methoden					
Lehrveranstaltungen					
Titel			Typ	SWS	LP
Laborpraktikum Technische Dynamik (L1631)			Laborpraktikum	3	3
Technische Dynamik (L1630)			Vorlesung	2	3
Modulverantwortlicher	Prof. Robert Seifried				
Zulassungsvoraussetzungen	Keine				
Empfohlene Vorkenntnisse	Mathematik I, II, III, Mechanik I, II, III, IV Numerik gewöhnlicher Differentialgleichungen				
Modulziele/ angestrebte Lernergebnisse	Nach erfolgreicher Teilnahme haben die Studierenden die folgenden Lernergebnisse erreicht				
Fachkompetenz					
<i>Wissen</i>	Studierenden besitzen nach erfolgreichem Besuch des Moduls Technische Dynamik grundlegende Kenntnisse über die wichtigsten Methoden der Dynamik und haben ein gutes Verständnis der wichtigsten Zusammenhänge in der Technischen Dynamik.				
<i>Fertigkeiten</i>	Studierende sind in der Lage + ganzheitlich zu Denken + grundlegende Problemstellungen aus der Technischen Dynamik selbständig, sicher, kritisch und bedarfsgerecht zu analysieren und zu lösen + dynamische Problem mathematisch zu beschreiben + dynmsiche Probleme numerisch und experimentell zu untersuchen				
Personale Kompetenzen					
<i>Sozialkompetenz</i>	Studierende können + in heterogen zusammengesetzten Gruppen Aufgaben lösen und die Arbeitsergebnisse dokumentieren.				
<i>Selbstständigkeit</i>	Studierende sind fähig + ihren Kenntnisstand mit Hilfe von Übungsaufgaben und Versuchen einzuschätzen. + sich zur Lösung von forschungsorientierten Aufgaben notwendiges Wissen eigenständig zu erschließen.				
Arbeitsaufwand in Stunden	Eigenstudium 110, Präsenzstudium 70				
Leistungspunkte	6				
Studienleistung	Verpflichtend	Bonus	Art der Studienleistung	Beschreibung	
	Ja	Keiner	Fachtheoretisch-fachpraktische Studienleistung	Versuche Fachlabor	
Prüfung	Klausur				
Prüfungsdauer und -umfang	90 min				
Zuordnung zu folgenden Curricula	Theoretischer Maschinenbau: Kernqualifikation: Pflicht				

Lehrveranstaltung L1631: Laborpraktikum Technische Dynamik	
Typ	Laborpraktikum
SWS	3
LP	3
Arbeitsaufwand in Stunden	Eigenstudium 48, Präsenzstudium 42
Dozenten	Dr. Marc-André Pick
Sprachen	DE
Zeitraum	SoSe
Inhalt	In Gruppen werden praktische Übungen aus unterschiedlichen Bereichen der Technischen Dynamik mit Schwerpunkt numerischer Simulation, experimenteller Validierung und experimenteller Schwingungsanalyse selbständig durchgeführt. Die in der Vorlesung Technischer Dynamik erarbeiteten numerischen Simulationsmethoden werden für Beispielsysteme selbständig in Matlab implementiert und simuliert. Anhand der experimentellen Versuche wird neben dem Wissen über die aktuelle Problemstellung Erfahrungen im Umgang mit Meßgeräten, Sensoren, Signalverarbeitungsgeräten und mit der Meßdatenverarbeitung am PC gesammelt.
Literatur	Schiehlen, W.; Eberhard, P.: Technische Dynamik, 4. Auflage, Vieweg+Teubner: Wiesbaden, 2014.

Lehrveranstaltung L1630: Technische Dynamik	
Typ	Vorlesung
SWS	2
LP	3
Arbeitsaufwand in Stunden	Eigenstudium 62, Präsenzstudium 28
Dozenten	Prof. Robert Seifried
Sprachen	DE
Zeitraum	SoSe
Inhalt	<ol style="list-style-type: none"> 1. Modellierung von Mehrkörpersystemen 2. Kinematische und kinetische Grundlagen 3. Bindungen 4. Mehrkörpersysteme in Minimalkoordinaten 5. Zustandsraum, Linearisierung und Modalanalyse 6. Mehrkörpersysteme mit kinematischen Schleifen 7. Mehrkörpersysteme in DAE-Form 8. Nichtholonome Mehrkörpersysteme 9. Experimentelle Methoden in der Dynamik
Literatur	<p>Schiehlen, W.; Eberhard, P.: Technische Dynamik, 4. Auflage, Vieweg+Teubner: Wiesbaden, 2014.</p> <p>Woernle, C.: Mehrkörpersysteme, Springer: Heidelberg, 2011.</p> <p>Seifried, R.: Dynamics of Underactuated Multibody Systems, Springer, 2014.</p>

Modul M0752: Nichtlineare Dynamik			
Lehrveranstaltungen			
Titel		Typ	SWS
Nichtlineare Dynamik (L0702)		Integrierte Vorlesung	4
			LP
			6
Modulverantwortlicher	Prof. Norbert Hoffmann		
Zulassungsvoraussetzungen	Keine		
Empfohlene Vorkenntnisse	<ul style="list-style-type: none"> • Analysis • Lineare Algebra • Technische Mechanik 		
Modulziele/ angestrebte Lernergebnisse	Nach erfolgreicher Teilnahme haben die Studierenden die folgenden Lernergebnisse erreicht		
Fachkompetenz			
<i>Wissen</i>	Studierende sind in der Lage bestehende Begriffe und Konzepte der Nichtlinearen Dynamik wiederzugeben und neue Begriffe und Konzepte zu entwickeln.		
<i>Fertigkeiten</i>	Studierende sind in der Lage bestehende Verfahren und Methoden der Nichtlinearen Dynamik anzuwenden und neue Verfahren und Methoden zu entwickeln.		
Personale Kompetenzen			
<i>Sozialkompetenz</i>	Studierende können Arbeitsergebnisse auch in Gruppen erzielen.		
<i>Selbstständigkeit</i>	Studierende können eigenständig vorgegebene Forschungsaufgaben angehen und selbständig neue Forschungsaufgaben identifizieren und bearbeiten.		
Arbeitsaufwand in Stunden	Eigenstudium 124, Präsenzstudium 56		
Leistungspunkte	6		
Studienleistung	Keine		
Prüfung	Klausur		
Prüfungsdauer und -umfang	2 Stunden		
Zuordnung zu folgenden Curricula	Flugzeug-Systemtechnik: Kernqualifikation: Wahlpflicht Internationales Wirtschaftsingenieurwesen: Vertiefung II. Mechatronik: Wahlpflicht Mechanical Engineering and Management: Vertiefung Mechatronik: Wahlpflicht Mechatronics: Vertiefung Systementwurf: Wahlpflicht Mechatronics: Vertiefung Intelligente Systeme und Robotik: Wahlpflicht Mediziningenieurwesen: Vertiefung Künstliche Organe und Regenerative Medizin: Wahlpflicht Mediziningenieurwesen: Vertiefung Implantate und Endoprothesen: Wahlpflicht Mediziningenieurwesen: Vertiefung Medizin- und Regelungstechnik: Wahlpflicht Mediziningenieurwesen: Vertiefung Management und Administration: Wahlpflicht Produktentwicklung, Werkstoffe und Produktion: Kernqualifikation: Wahlpflicht Theoretischer Maschinenbau: Kernqualifikation: Wahlpflicht		

Lehrveranstaltung L0702: Nichtlineare Dynamik	
Typ	Integrierte Vorlesung
SWS	4
LP	6
Arbeitsaufwand in Stunden	Eigenstudium 124, Präsenzstudium 56
Dozenten	Prof. Norbert Hoffmann
Sprachen	DE/EN
Zeitraum	SoSe
Inhalt	Grundlagen der Nichtlinearen Dynamik.
Literatur	S. Strogatz: Nonlinear Dynamics and Chaos. Perseus, 2013.

Modul M0838: Linear and Nonlinear System Identifikation			
Lehrveranstaltungen			
Titel		Typ	SWS
Lineare und Nichtlineare Systemidentifikation (L0660)		Vorlesung	2
			LP
			3
Modulverantwortlicher	Prof. Herbert Werner		
Zulassungsvoraussetzungen	None		
Empfohlene Vorkenntnisse	<ul style="list-style-type: none"> • Classical control (frequency response, root locus) • State space methods • Discrete-time systems • Linear algebra, singular value decomposition • Basic knowledge about stochastic processes 		
Modulziele/ angestrebte Lernergebnisse	Nach erfolgreicher Teilnahme haben die Studierenden die folgenden Lernergebnisse erreicht		
Fachkompetenz	<ul style="list-style-type: none"> • Students can explain the general framework of the prediction error method and its application to a variety of linear and nonlinear model structures • They can explain how multilayer perceptron networks are used to model nonlinear dynamics • They can explain how an approximate predictive control scheme can be based on neural network models • They can explain the idea of subspace identification and its relation to Kalman realisation theory 		
<i>Wissen</i>			
<i>Fertigkeiten</i>	<ul style="list-style-type: none"> • Students are capable of applying the prediction error method to the experimental identification of linear and nonlinear models for dynamic systems • They are capable of implementing a nonlinear predictive control scheme based on a neural network model • They are capable of applying subspace algorithms to the experimental identification of linear models for dynamic systems • They can do the above using standard software tools (including the Matlab System Identification Toolbox) 		
Personale Kompetenzen			
<i>Sozialkompetenz</i>	Students can work in mixed groups on specific problems to arrive at joint solutions.		
<i>Selbstständigkeit</i>	Students are able to find required information in sources provided (lecture notes, literature, software documentation) and use it to solve given problems.		
Arbeitsaufwand in Stunden	Eigenstudium 62, Präsenzstudium 28		
Leistungspunkte	3		
Studienleistung	Keine		
Prüfung	Mündliche Prüfung		
Prüfungsdauer und -umfang	30 min		
Zuordnung zu folgenden Curricula	Elektrotechnik: Vertiefung Regelungs- und Energiesystemtechnik: Wahlpflicht Mechatronics: Vertiefung Intelligente Systeme und Robotik: Wahlpflicht Mechatronics: Vertiefung Systementwurf: Wahlpflicht Mediziningenieurwesen: Vertiefung Künstliche Organe und Regenerative Medizin: Wahlpflicht Mediziningenieurwesen: Vertiefung Implantate und Endoprothesen: Wahlpflicht Mediziningenieurwesen: Vertiefung Medizin- und Regelungstechnik: Pflicht Mediziningenieurwesen: Vertiefung Management und Administration: Wahlpflicht Theoretischer Maschinenbau: Kernqualifikation: Wahlpflicht		

Lehrveranstaltung L0660: Linear and Nonlinear System Identification	
Typ	Vorlesung
SWS	2
LP	3
Arbeitsaufwand in Stunden	Eigenstudium 62, Präsenzstudium 28
Dozenten	Prof. Herbert Werner
Sprachen	EN
Zeitraum	SoSe
Inhalt	<ul style="list-style-type: none"> • Prediction error method • Linear and nonlinear model structures • Nonlinear model structure based on multilayer perceptron network • Approximate predictive control based on multilayer perceptron network model • Subspace identification
Literatur	<ul style="list-style-type: none"> • Lennart Ljung, System Identification - Theory for the User, Prentice Hall 1999 • M. Norgaard, O. Ravn, N.K. Poulsen and L.K. Hansen, Neural Networks for Modeling and Control of Dynamic Systems, Springer Verlag, London 2003 • T. Kailath, A.H. Sayed and B. Hassibi, Linear Estimation, Prentice Hall 2000

Modul M0657: Numerische Methoden der Thermofluiddynamik II			
Lehrveranstaltungen			
Titel		Typ	SWS
Numerische Methoden der Thermofluiddynamik II (L0237)		Vorlesung	2
Numerische Methoden der Thermofluiddynamik II (L0421)		Hörsaalübung	3
Modulverantwortlicher	Prof. Thomas Rung		
Zulassungsvoraussetzungen	Keine		
Empfohlene Vorkenntnisse	Grundkenntnisse in numerischer und allgemeiner Thermofluiddynamik		
Modulziele/ angestrebte Lernergebnisse	Nach erfolgreicher Teilnahme haben die Studierenden die folgenden Lernergebnisse erreicht		
Fachkompetenz			
<i>Wissen</i>	Aufbau von vertieften methodischen Kenntnissen in numerischer Thermofluiddynamik, insbesondere Finite-Volumen Techniken. Detailliertes Verständnis der theoretischen Hintergründe komplexer CFD-Simulationssoftware.		
<i>Fertigkeiten</i>	Erwerb von Schnittstellenverständnis und Ausbau der Programmierkompetenzen. Fähigkeit zur Analyse und Bewertung unterschiedlicher Lösungsansätze.		
Personale Kompetenzen			
<i>Sozialkompetenz</i>	Verbesserte Teamfähigkeit durch Gruppenübungen.		
<i>Selbstständigkeit</i>	Selbstständige Analyse von problemspezifischen Lösungsansätzen.		
Arbeitsaufwand in Stunden	Eigenstudium 124, Präsenzstudium 56		
Leistungspunkte	6		
Studienleistung	Keine		
Prüfung	Mündliche Prüfung		
Prüfungsdauer und -umfang	0.5h-0.75h		
Zuordnung zu folgenden Curricula	Energietechnik: Kernqualifikation: Wahlpflicht Schiffbau und Meerestechnik: Kernqualifikation: Wahlpflicht Theoretischer Maschinenbau: Kernqualifikation: Wahlpflicht Verfahrenstechnik: Vertiefung Allgemeine Verfahrenstechnik: Wahlpflicht		

Lehrveranstaltung L0237: Numerische Methoden der Thermofluiddynamik II	
Typ	Vorlesung
SWS	2
LP	3
Arbeitsaufwand in Stunden	Eigenstudium 62, Präsenzstudium 28
Dozenten	Prof. Thomas Rung
Sprachen	DE/EN
Zeitraum	SoSe
Inhalt	Numerische Modellierung komplexer turbulenter Ein- und Mehrphasenströmungen mit höherwertigen Ansätzen für unstrukturierte und netzfreie Approximationstechniken
Literatur	1) Vorlesungsmanskript und Übungsunterlagen 2) J.H. Ferziger, M. Peric: Computational Methods for Fluid Dynamics, Springer

Lehrveranstaltung L0421: Numerische Methoden der Thermofluiddynamik II	
Typ	Hörsaalübung
SWS	2
LP	3
Arbeitsaufwand in Stunden	Eigenstudium 62, Präsenzstudium 28
Dozenten	Prof. Thomas Rung
Sprachen	DE/EN
Zeitraum	SoSe
Inhalt	Siehe korrespondierende Vorlesung
Literatur	Siehe korrespondierende Vorlesung

Modul M0840: Optimal and Robust Control			
Lehrveranstaltungen			
Titel	Typ	SWS	LP
Optimale und robuste Regelung (L0658)	Vorlesung	2	3
Optimale und robuste Regelung (L0659)	Gruppenübung	2	3
Modulverantwortlicher	Prof. Herbert Werner		
Zulassungsvoraussetzungen	None		
Empfohlene Vorkenntnisse	<ul style="list-style-type: none"> Classical control (frequency response, root locus) State space methods Linear algebra, singular value decomposition 		
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"> Students can explain the significance of the matrix Riccati equation for the solution of LQ problems. They can explain the duality between optimal state feedback and optimal state estimation. They can explain how the H2 and H-infinity norms are used to represent stability and performance constraints. They can explain how an LQG design problem can be formulated as special case of an H2 design problem. They can explain how model uncertainty can be represented in a way that lends itself to robust controller design They can explain how - based on the small gain theorem - a robust controller can guarantee stability and performance for an uncertain plant. They understand how analysis and synthesis conditions on feedback loops can be represented as linear matrix inequalities. <ul style="list-style-type: none"> Students are capable of designing and tuning LQG controllers for multivariable plant models. They are capable of representing a H2 or H-infinity design problem in the form of a generalized plant, and of using standard software tools for solving it. They are capable of translating time and frequency domain specifications for control loops into constraints on closed-loop sensitivity functions, and of carrying out a mixed-sensitivity design. They are capable of constructing an LFT uncertainty model for an uncertain system, and of designing a mixed-objective robust controller. They are capable of formulating analysis and synthesis conditions as linear matrix inequalities (LMI), and of using standard LMI-solvers for solving them. They can carry out all of the above using standard software tools (Matlab robust control toolbox). <p>Students can work in small groups on specific problems to arrive at joint solutions.</p> <p>Students are able to find required information in sources provided (lecture notes, literature, software documentation) and use it to solve given problems.</p>		
Arbeitsaufwand in Stunden	Eigenstudium 124, Präsenzstudium 56		
Leistungspunkte	6		
Studienleistung	Keine		
Prüfung	Mündliche Prüfung		
Prüfungsdauer und -umfang	30 min		
Zuordnung zu folgenden Curricula	Elektrotechnik: Vertiefung Regelungs- und Energiesystemtechnik: Wahlpflicht Energietechnik: Kernqualifikation: Wahlpflicht Flugzeug-Systemtechnik: Kernqualifikation: Wahlpflicht Mechatronics: Vertiefung Intelligente Systeme und Robotik: Wahlpflicht Mechatronics: Vertiefung Systementwurf: Wahlpflicht Mediziningenieurwesen: Vertiefung Künstliche Organe und Regenerative Medizin: Wahlpflicht Mediziningenieurwesen: Vertiefung Implantate und Endoprothesen: Wahlpflicht Mediziningenieurwesen: Vertiefung Medizin- und Regelungstechnik: Wahlpflicht Mediziningenieurwesen: Vertiefung Management und Administration: Wahlpflicht Produktentwicklung, Werkstoffe und Produktion: Vertiefung Produktentwicklung: Wahlpflicht Produktentwicklung, Werkstoffe und Produktion: Vertiefung Produktion: Wahlpflicht Produktentwicklung, Werkstoffe und Produktion: Vertiefung Werkstoffe: Wahlpflicht Theoretischer Maschinenbau: Kernqualifikation: Wahlpflicht		

Lehrveranstaltung L0658: Optimal and Robust Control	
Typ	Vorlesung
SWS	2
LP	3
Arbeitsaufwand in Stunden	Eigenstudium 62, Präsenzstudium 28
Dozenten	Prof. Herbert Werner
Sprachen	EN
Zeitraum	SoSe
Inhalt	<ul style="list-style-type: none"> • Optimal regulator problem with finite time horizon, Riccati differential equation • Time-varying and steady state solutions, algebraic Riccati equation, Hamiltonian system • Kalman's identity, phase margin of LQR controllers, spectral factorization • Optimal state estimation, Kalman filter, LQG control • Generalized plant, review of LQG control • Signal and system norms, computing H2 and H∞ norms • Singular value plots, input and output directions • Mixed sensitivity design, H∞ loop shaping, choice of weighting filters • Case study: design example flight control • Linear matrix inequalities, design specifications as LMI constraints (H2, H∞ and pole region) • Controller synthesis by solving LMI problems, multi-objective design • Robust control of uncertain systems, small gain theorem, representation of parameter uncertainty
Literatur	<ul style="list-style-type: none"> • Werner, H., Lecture Notes: "Optimale und Robuste Regelung" • Boyd, S., L. El Ghaoui, E. Feron and V. Balakrishnan "Linear Matrix Inequalities in Systems and Control", SIAM, Philadelphia, PA, 1994 • Skogestad, S. and I. Postlewaite "Multivariable Feedback Control", John Wiley, Chichester, England, 1996 • Strang, G. "Linear Algebra and its Applications", Harcourt Brace Jovanovic, Orlando, FA, 1988 • Zhou, K. and J. Doyle "Essentials of Robust Control", Prentice Hall International, Upper Saddle River, NJ, 1998

Lehrveranstaltung L0659: Optimal and Robust Control	
Typ	Gruppenübung
SWS	2
LP	3
Arbeitsaufwand in Stunden	Eigenstudium 62, Präsenzstudium 28
Dozenten	Prof. Herbert Werner
Sprachen	EN
Zeitraum	SoSe
Inhalt	Siehe korrespondierende Vorlesung
Literatur	Siehe korrespondierende Vorlesung

Modul M1339: Entwurfsoptimierung und probabilistische Verfahren in der Strukturmechanik			
Lehrveranstaltungen			
Titel	Typ	SWS	LP
Entwurfsoptimierung und Probabilistische Verfahren in der Strukturmechanik (L1873)	Vorlesung	2	3
Entwurfsoptimierung und Probabilistische Verfahren in der Strukturmechanik (L1874)	Hörsaalübung	2	3
Modulverantwortlicher	Prof. Benedikt Kriegesmann		
Zulassungsvoraussetzungen	Keine		
Empfohlene Vorkenntnisse	<ul style="list-style-type: none"> • Technische Mechanik • Höhere Mathematik 		
Modulziele/ angestrebte Lernergebnisse	Nach erfolgreicher Teilnahme haben die Studierenden die folgenden Lernergebnisse erreicht		
Fachkompetenz <i>Wissen</i>	<ul style="list-style-type: none"> • Entwurfsoptimierung <ul style="list-style-type: none"> ◦ Gradientenbasierte Verfahren ◦ Genetische Algorithmen ◦ Optimierung unter Nebenbedingungen ◦ Topologieoptimierung • Zuverlässigkeitsanalyse <ul style="list-style-type: none"> ◦ Grundlagen der Stochastik ◦ Monte-Carlo-Methoden ◦ Semi-analytische Verfahren • Robustheitsoptimierung Entwurfsoptimierung <ul style="list-style-type: none"> ◦ Robustheitsmaße ◦ Verknüpfung von Entwurfsoptimierung Zuverlässigkeitsanalyse 		
<i>Fertigkeiten</i>	<ul style="list-style-type: none"> • Anwendung von Optimierungsalgorithmen und probabilistischen Methoden im Strukturentwurf • Programmieren mit Matlab • Implementieren von Algorithmen • Fehlersuche 		
Personale Kompetenzen <i>Sozialkompetenz</i>	<ul style="list-style-type: none"> • Arbeiten im Team (Hausarbeit) • Mündliche Verteidigung der eigenen Arbeit 		
<i>Selbstständigkeit</i>	<ul style="list-style-type: none"> • Anwenden der erlernten Methoden im Rahmen einer Hausarbeit • Einarbeitung in vorgegebenen Quellcode • Darstellen der Lösungswege und Ergebnisse 		
Arbeitsaufwand in Stunden	Eigenstudium 124, Präsenzstudium 56		
Leistungspunkte	6		
Studienleistung	Keine		
Prüfung	Schriftliche Ausarbeitung		
Prüfungsdauer und -umfang	10 Seiten		
Zuordnung zu folgenden Curricula	Flugzeug-Systemtechnik: Kernqualifikation: Wahlpflicht Produktentwicklung, Werkstoffe und Produktion: Kernqualifikation: Wahlpflicht Theoretischer Maschinenbau: Kernqualifikation: Wahlpflicht		

Lehrveranstaltung L1873: Entwurfsoptimierung und Probabilistische Verfahren in der Strukturmechanik	
Typ	Vorlesung
SWS	2
LP	3
Arbeitsaufwand in Stunden	Eigenstudium 62, Präsenzstudium 28
Dozenten	Prof. Benedikt Kriegesmann
Sprachen	DE
Zeitraum	SoSe
Inhalt	<p>Im Kurs werden theoretischen Grundlagen der Entwurfsoptimierung und Zuverlässigkeitsanalyse vermittelt, der Fokus liegt jedoch auf dem Anwendungsbezug dieser Verfahren. Die Inhalte werden in Veranstaltungen vermittelt, die sowohl Vorlesungskomponenten als auch Rechnerübungen enthalten. In den Rechnerübungen werden die erlernten Methoden in Matlab implementiert, um deren praktische Umsetzung zu vermitteln.</p> <p>Folgende Inhalte werden im Kurs behandelt:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Entwurfsoptimierung <ul style="list-style-type: none"> ◦ Gradientenbasierte Verfahren ◦ Genetische Algorithmen ◦ Optimierung unter Nebenbedingungen ◦ Topologieoptimierung • Zuverlässigkeitsanalyse <ul style="list-style-type: none"> ◦ Grundlagen der Stochastik ◦ Monte-Carlo-Methoden ◦ Semi-analytische Verfahren • Robustheitsoptimierung Entwurfsoptimierung <ul style="list-style-type: none"> ◦ Robustheitsmaße ◦ Verknüpfung von Entwurfsoptimierung Zuverlässigkeitsanalyse
Literatur	<p>[1] Arora, Jasbir. Introduction to Optimum Design. 3rd ed. Boston, MA: Academic Press, 2011.</p> <p>[2] Haldar, A., and S. Mahadevan. Probability, Reliability, and Statistical Methods in Engineering Design. John Wiley & Sons New York/Chichester, UK, 2000.</p>

Lehrveranstaltung L1874: Entwurfsoptimierung und Probabilistische Verfahren in der Strukturmechanik	
Typ	Hörsaalübung
SWS	2
LP	3
Arbeitsaufwand in Stunden	Eigenstudium 62, Präsenzstudium 28
Dozenten	Prof. Benedikt Kriegesmann
Sprachen	DE
Zeitraum	SoSe
Inhalt	Matlab-Übungen zur Vorlesung
Literatur	siehe Vorlesung

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 and to document the corresponding results.		
<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.		
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	Energietechnik: Kernqualifikation: Wahlpflicht Internationales Wirtschaftsingenieurwesen: Vertiefung II. Produktentwicklung und Produktion: Wahlpflicht Materialwissenschaft: Vertiefung Modellierung: Wahlpflicht Mechanical Engineering and Management: Vertiefung Produktentwicklung und Produktion: Wahlpflicht Mechatronik: 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 M0711: Numerische Mathematik II			
Lehrveranstaltungen			
Titel		Typ	SWS
Numerische Mathematik II (L0568)		Vorlesung	2
Numerische Mathematik II (L0569)		Gruppenübung	3
Modulverantwortlicher	Prof. Sabine Le Borne		
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 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	Prof. Sabine Le Borne, Dr. Jens-Peter Zemke
Sprachen	DE/EN
Zeitraum	SoSe
Inhalt	<ol style="list-style-type: none"> Fehler und Stabilität: Begriffe und Abschätzungen Rationale Interpolation und Approximation Mehrdimensionale Interpolation (RBF) und Approximation (neuronale Netze) Quadratur: Gauß-Quadratur, Orthogonalpolynome Lineare Systeme: Perturbationstheorie von Zerlegungen, strukturierte Matrizen Eigenwertaufgaben: LR-, QD-, QR-Algorithmus Nichtlineare Gleichungssysteme: Newton- und Quasi-Newton-Verfahren, Liniensuche (optional) 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	Prof. Sabine Le Borne, Dr. Jens-Peter Zemke
Sprachen	DE/EN
Zeitraum	SoSe
Inhalt	Siehe korrespondierende Vorlesung
Literatur	Siehe korrespondierende Vorlesung

Modul M0727: Stochastik			
Lehrveranstaltungen			
Titel	Typ	SWS	LP
Stochastik (L0777)	Vorlesung	2	4
Stochastik (L0778)	Gruppenübung	2	2
Modulverantwortlicher	Prof. Matthias Schulte		
Zulassungsvoraussetzungen	Keine		
Empfohlene Vorkenntnisse	<ul style="list-style-type: none"> • Analysis • Aussagenlogik • Diskrete Algebraische Strukturen (Kombinatorik) 		
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 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. • Studierende 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 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 Mitstudierenden 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 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 Computer Science: Kernqualifikation: Pflicht Data Science: Kernqualifikation: Pflicht Informatik-Ingenieurwesen: Kernqualifikation: Pflicht Logistik und Mobilität: Vertiefung Ingenieurwissenschaft: Wahlpflicht Logistik und Mobilität: Vertiefung Informationstechnologie: Wahlpflicht Theoretischer Maschinenbau: Kernqualifikation: Wahlpflicht Wirtschaftsingenieurwesen - Fachrichtung Logistik und Mobilität: Vertiefung Informationstechnologie: Wahlpflicht		

Lehrveranstaltung L0777: Stochastik	
Typ	Vorlesung
SWS	2
LP	4
Arbeitsaufwand in Stunden	Eigenstudium 92, Präsenzstudium 28
Dozenten	Prof. Matthias Schulte
Sprachen	DE/EN
Zeitraum	SoSe
Inhalt	<ul style="list-style-type: none"> • Wahrscheinlichkeitsdefinitionen, bedingte Wahrscheinlichkeiten • Zufallsvariablen • Unabhängigkeit • Verteilungs- und Dichtefunktionen • Kenngrößen: Erwartungswert, Varianz, Standardabweichung, Momente • Multivariate Verteilungen • Gesetz der großen Zahlen und zentraler Grenzwertsatz • Grundbegriffe zu stochastischen Prozessen • Grundkonzepte der Statistik (Punktschätzer, Konfidenzintervalle und Hypothesentests)
Literatur	<ol style="list-style-type: none"> 1. Methoden der statistischen Inferenz, Likelihood und Bayes, Held, L., Spektrum 2008 2. Stochastik für Informatiker, Dümbgen, L., Springer 2003 3. Statistik: Der Weg zur Datenanalyse, Fahrmeir, L., Künstler R., Pigeot, I, Tutz, G., Springer 2010 4. Stochastik, Georgii, H.-O., deGruyter, 2009 5. Probability and Random Processes, Grimmett, G., Stirzaker, D., Oxford University Press, 2001 6. Programmieren mit R, Ligges, U., Springer 2008

Lehrveranstaltung L0778: Stochastik	
Typ	Gruppenübung
SWS	2
LP	2
Arbeitsaufwand in Stunden	Eigenstudium 32, Präsenzstudium 28
Dozenten	Prof. Matthias Schulte
Sprachen	DE/EN
Zeitraum	SoSe
Inhalt	Siehe korrespondierende Vorlesung
Literatur	Siehe korrespondierende Vorlesung

Modul M1398: Ausgewählte Themen der Mehrkörperdynamik und Robotik			
Lehrveranstaltungen			
Titel		Typ	SWS LP
Formulas and Vehicles - Dynamik und Regelung Autonomer Fahrzeuge (L2869)		Integrierte Vorlesung	1 1
Formulas and Vehicles - Einführung in die Mobile Unterwasserrobotik (L1981)		Projekt-/problembasierte Lehrveranstaltung	4 5
Modulverantwortlicher	Prof. Robert Seifried		
Zulassungsvoraussetzungen	Keine		
Empfohlene Vorkenntnisse	Mechanik IV, Technische Dynamik oder Robotik Theorie und Entwurf regelungstechnischer Systeme Numerik gewöhnlicher Differentialgleichungen		
Modulziele/ angestrebte Lernergebnisse	Nach erfolgreicher Teilnahme haben die Studierenden die folgenden Lernergebnisse erreicht		
Fachkompetenz			
<i>Wissen</i>	Studierenden besitzen nach erfolgreichem Besuch des Moduls weiterführende Kenntnis und Verständnis in ausgewählten Anwendungsbereichen der Mehrkörperdynamik und Robotik		
<i>Fertigkeiten</i>	Die Studierenden sind in der Lage + ganzheitlich zu Denken + grundlegende Problemstellungen aus der Dynamik starrer und flexibler Mehrkörpersysteme selbständig, sicher, kritisch und bedarfsgerecht zu analysieren und zu optimieren + dynamische Problem mathematisch zu beschreiben + dynamische Probleme auf Hardware zu implementieren		
Personale Kompetenzen			
<i>Sozialkompetenz</i>	Studierende können + in heterogen zusammengesetzten Gruppen Aufgaben lösen, die Arbeitsergebnisse dokumentieren und präsentieren.		
<i>Selbstständigkeit</i>	Studierende sind fähig + ihren Kenntnisstand mit Hilfe von Übungsaufgaben und Projekten einzuschätzen. + sich zur Lösung von forschungsorientierten Aufgaben notwendiges Wissen eigenständig zu erschließen.		
Arbeitsaufwand in Stunden	Eigenstudium 110, Präsenzstudium 70		
Leistungspunkte	6		
Studienleistung	Keine		
Prüfung	Referat		
Prüfungsdauer und -umfang	TBA		
Zuordnung zu folgenden Curricula	Mechatronics: Vertiefung Intelligente Systeme und Robotik: Wahlpflicht Mechatronics: Vertiefung Systementwurf: Wahlpflicht Theoretischer Maschinenbau: Kernqualifikation: Wahlpflicht		

Lehrveranstaltung L2869: Formulas and Vehicles - Dynamik und Regelung Autonomer Fahrzeuge	
Typ	Integrierte Vorlesung
SWS	1
LP	1
Arbeitsaufwand in Stunden	Eigenstudium 16, Präsenzstudium 14
Dozenten	Prof. Robert Seifried, Daniel-André Dücker
Sprachen	DE
Zeitraum	WiSe
Inhalt	
Literatur	

Lehrveranstaltung L1981: Formulas and Vehicles - Einführung in die Mobile Unterwasserrobotik	
Typ	Projekt-/problembasierte Lehrveranstaltung
SWS	4
LP	5
Arbeitsaufwand in Stunden	Eigenstudium 94, Präsenzstudium 56
Dozenten	Prof. Robert Seifried, Daniel-André Dücker
Sprachen	DE
Zeitraum	WiSe
Inhalt	<ul style="list-style-type: none"> • Interdisziplinär zwischen angewandter Mathematik (Systemtheorie) und Ingenieurwesen (Maschinenbau) angesiedelt • Bearbeitung von Fragestellungen des autonomen Fahrens in interdisziplinären Kleingruppen • Entwicklung theoretischer Regelungsverfahren sowie deren Implementation an Versuchsfahrzeugen • Einschließlich geisteswissenschaftlichem Bezug (durch externe Referenten bspw. zu Ethik und juristische Grundlagen des autonomen Fahrens)
Literatur	<p>Seifried, R.: Dynamics of underactuated multibody systems, Springer, 2014</p> <p>Popp, K.; Schiehlen, W.: Ground vehicle dynamics, Springer, 2010</p>

Modul M1614: Optics for Engineers				
Lehrveranstaltungen				
Titel		Typ	SWS	LP
Optik für Ingenieure (L2437)		Vorlesung	3	3
Optik für Ingenieure (L2438)		Projekt-/problembasierte Lehrveranstaltung	3	3
Modulverantwortlicher	Prof. Thorsten Kern			
Zulassungsvoraussetzungen	None			
Empfohlene Vorkenntnisse	- Basics of physics			
Modulziele/ angestrebte Lernergebnisse	Nach erfolgreicher Teilnahme haben die Studierenden die folgenden Lernergebnisse erreicht			
Fachkompetenz	Teaching subject ist the design of simple optical systems for illumination and imaging optics			
<i>Wissen</i>	<ul style="list-style-type: none"> • Basic values for optical systems and lighting technology • Spectrum, black-bodies, color-perception • Light-Sources und their characterization • Photometrics • Ray-Optics • Matrix-Optics • Stops, Pupils and Windows • Light-field Technology • Introduction to Wave-Optics • Introduction to Holography 			
<i>Fertigkeiten</i>	Understandings of optics as part of light and electromagnetic spectrum. Design rules, approach to designing optics			
Personale Kompetenzen				
<i>Sozialkompetenz</i>				
<i>Selbstständigkeit</i>				
Arbeitsaufwand in Stunden	Eigenstudium 96, Präsenzstudium 84			
Leistungspunkte	6			
Studienleistung	Verpflichtend Bonus	Art der Studienleistung	Beschreibung	
	Ja Keiner	Fachtheoretisch- fachpraktische Studienleistung	Teilnahme an Laborübungen und Simulation	
Prüfung	Mündliche Prüfung			
Prüfungsdauer und -umfang	30 min			
Zuordnung zu folgenden Curricula	Elektrotechnik: Vertiefung HF-Technik, Optik und Elektromagnetische Verträglichkeit: Wahlpflicht Mechatronics: Technischer Ergänzungskurs: Wahlpflicht Mechatronics: Vertiefung Intelligente Systeme und Robotik: Wahlpflicht Mechatronics: Vertiefung Systementwurf: Wahlpflicht Theoretischer Maschinenbau: Kernqualifikation: Wahlpflicht			

Lehrveranstaltung L2437: Optics for Engineers	
Typ	Vorlesung
SWS	3
LP	3
Arbeitsaufwand in Stunden	Eigenstudium 48, Präsenzstudium 42
Dozenten	Prof. Thorsten Kern
Sprachen	EN
Zeitraum	WiSe
Inhalt	<ul style="list-style-type: none"> • Basic values for optical systems and lighting technology • Spectrum, black-bodies, color-perception • Light-Sources und their characterization • Photometrics • Ray-Optics • Matrix-Optics • Stops, Pupils and Windows • Light-field Technology • Introduction to Wave-Optics • Introduction to Holography
Literatur	

Lehrveranstaltung L2438: Optics for Engineers	
Typ	Projekt-/problembasierte Lehrveranstaltung
SWS	3
LP	3
Arbeitsaufwand in Stunden	Eigenstudium 48, Präsenzstudium 42
Dozenten	Prof. Thorsten Kern
Sprachen	EN
Zeitraum	WiSe
Inhalt	Siehe korrespondierende Vorlesung
Literatur	Siehe korrespondierende Vorlesung

Modul M1181: Studienarbeit Theoretischer Maschinenbau			
Lehrveranstaltungen			
Titel	Typ	SWS	LP
Modulverantwortlicher	Dozenten des SD M		
Zulassungsvoraussetzungen	Keine		
Empfohlene Vorkenntnisse	<ul style="list-style-type: none"> • Finite-Elemente-Methoden • Theorie und Entwurf regelungstechnischer Systeme • Technische Dynamik • Numerik gewöhnlicher Differentialgleichungen 		
Modulziele/ angestrebte Lernergebnisse	Nach erfolgreicher Teilnahme haben die Studierenden die folgenden Lernergebnisse erreicht		
Fachkompetenz	<p><i>Wissen</i> Die Studierenden können ihre Detailkenntnisse im Gebiet des Theoretischen Maschinenbaus demonstrieren. Sie können zum Stand von Entwicklung und Anwendung Beispiele geben und diese kritisch unter Berücksichtigung aktueller Probleme und Rahmenbedingungen in Wissenschaft und Gesellschaft diskutieren.</p> <p>Die Studierenden sind in der Lage, für eine grundlagenorientierte, praktische Fragestellung aus dem Bereich des Theoretischen Maschinenbaus eigenständig eine Lösungsstrategie zu definieren und einzelne Lösungsansätze zu skizzieren. Dabei können sie theorieorientiert vorgehen und aktuelle sicherheitstechnische, ökologische, ethische und wirtschaftliche Gesichtspunkte nach dem Stand der Wissenschaft und zugehöriger gesellschaftlicher Diskussionen einbeziehen.</p> <p>Wissenschaftliche Arbeitstechniken, die sie zur eigenen Projektbearbeitung gewählt haben, können sie detailliert darlegen und kritisch erörtern.</p>		
<i>Fertigkeiten</i>	Die Studierenden sind in der Lage, zur Projektbearbeitung selbständig Methoden auszuwählen und diese Auswahl zu begründen. Sie können darlegen, wie sie die Methoden auf das spezifische Anwendungsfeld beziehen und hierfür an den Anwendungskontext anpassen. Über das Projekt hinaus weisende Ergebnisse sowie Weiterentwicklungen können sie in Grundzügen skizzieren.		
Personale Kompetenzen	<p><i>Sozialkompetenz</i> Die Studierenden können die Relevanz und den Zuschnitt ihrer Projektaufgabe, die Arbeitsschritte und Teilprobleme für die Diskussion und Erörterung in größeren Gruppen aufbereiten, die Diskussionen anleiten und Kolleginnen und Kollegen Rückmeldung zu ihren Projekten geben.</p> <p><i>Selbstständigkeit</i> Die Studierenden sind fähig, die zur Bearbeitung der Projektarbeit notwendigen Arbeitsschritte und Abläufe selbständig unter Berücksichtigung vorgegebener Fristen zu planen und zu dokumentieren. Hierzu gehört, dass sie sich aktuelle wissenschaftliche Informationen zielorientiert beschaffen können. Ferner sind sie in der Lage, bei Fachexperten Rückmeldungen zum Arbeitsfortschritt einzuholen, um hochwertige, auf den Stand von Wissenschaft und Technik bezogene Arbeitsergebnisse zu erreichen.</p>		
Arbeitsaufwand in Stunden	Eigenstudium 360, Präsenzstudium 0		
Leistungspunkte	12		
Studienleistung	Keine		
Prüfung	Studienarbeit		
Prüfungsdauer und -umfang	laut FSPO		
Zuordnung zu folgenden Curricula	Theoretischer Maschinenbau: Kernqualifikation: Pflicht		

Fachmodule der Vertiefung Bio- und Medizintechnik

Die Vertiefung Bio- und Medizintechnik setzt sich zusammen aus Modulen zu Intelligenten Systemen, Robotik und Navigation in der Medizin, ergänzt durch Endoprothesen und Materialien sowie Regenerative Medizin, und abgerundet durch die Module Bildgebende Systeme in der Medizin sowie Industrielle Bildtransformationen im Wahlpflichtbereich. Somit steht der Erwerb von Wissen und Kompetenzen ingenieurspezifischer Aspekte in der Bio- und Medizintechnik im Mittelpunkt dieser Vertiefung. Zusätzlich sind Fächer aus dem Technischen Ergänzungskurs für TMBMS (laut FSPO) frei wählbar.

Modul M1173: Angewandte Statistik für Ingenieure			
Lehrveranstaltungen			
Titel	Typ	SWS	LP
Angewandte Statistik für Ingenieure (L1584)	Vorlesung	2	3
Angewandte Statistik für Ingenieure (L1586)	Projekt-/problembasierte Lehrveranstaltung	2	2
Angewandte Statistik für Ingenieure (L1585)	Gruppenübung	1	1
Modulverantwortlicher	Prof. Michael Morlock		
Zulassungsvoraussetzungen	Keine		
Empfohlene Vorkenntnisse	Grundlegende Kenntnisse statistischen Vorgehens		
Modulziele/ angestrebte Lernergebnisse	Nach erfolgreicher Teilnahme haben die Studierenden die folgenden Lernergebnisse erreicht		
Fachkompetenz			
<i>Wissen</i>	Die Studenten können die Einsatzgebiete der statistischen Verfahren, die in der Veranstaltung besprochen werden und die Voraussetzungen für den Einsatz des entsprechenden Verfahrens erläutern.		
<i>Fertigkeiten</i>	Die Studenten können das verwendete Statistikprogramm zur Lösung von statistischen Fragestellungen einsetzen und die Ergebnisse fachgerecht darstellen und interpretieren.		
Personale Kompetenzen			
<i>Sozialkompetenz</i>	Gruppenarbeit, gemeinsam Ergebnisse präsentieren		
<i>Selbstständigkeit</i>	Fragestellung verstehen und selbstständig lösen		
Arbeitsaufwand in Stunden	Eigenstudium 110, Präsenzstudium 70		
Leistungspunkte	6		
Studienleistung	Verpflichtend Bonus	Art der Studienleistung	Beschreibung
	Ja	Keiner	Schriftliche Ausarbeitung
Prüfung	Klausur		
Prüfungsdauer und -umfang	90 Minuten, 28 Fragen		
Zuordnung zu folgenden Curricula	Mechanical Engineering and Management: Vertiefung Management: Wahlpflicht Mechatronics: Vertiefung Systementwurf: Wahlpflicht Mechatronics: Vertiefung Intelligente Systeme und Robotik: Wahlpflicht Mediziningenieurwesen: Kernqualifikation: Pflicht Produktentwicklung, Werkstoffe und Produktion: Kernqualifikation: Wahlpflicht Theoretischer Maschinenbau: Vertiefung Bio- und Medizintechnik: Wahlpflicht		

Lehrveranstaltung L1584: Angewandte Statistik für Ingenieure	
Typ	Vorlesung
SWS	2
LP	3
Arbeitsaufwand in Stunden	Eigenstudium 62, Präsenzstudium 28
Dozenten	Prof. Michael Morlock
Sprachen	DE/EN
Zeitraum	WiSe
Inhalt	<p>Inhalt (deutsch)</p> <p>Lösung statistischer Fragestellungen unter Anwendung eines gebräuchlichen Statistikprogrammes. Die vermittelten statistischen Tests und Vorgehensweisen beinhalten:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Wahl des statistischen Verfahrens • Einfluss der Gruppengröße auf die Ergebnisse • Chi quadrat test • Regression und Korrelation mit einer unabhängigen Variablen • Regression und Korrelation mit mehreren unabhängigen Variablen • Varianzanalyse mit eine unabhängigen Variablen • Varianzanalyse mit mehreren unabhängigen Variablen • Diskriminantenanalyse • Analyse kategorischer Daten • Nichtparametrische Statistik • Überlebensanalysen
Literatur	Applied Regression Analysis and Multivariable Methods, 3rd Edition, David G. Kleinbaum Emory University, Lawrence L. Kupper University of North Carolina at Chapel Hill, Keith E. Muller University of North Carolina at Chapel Hill, Azhar Nizam Emory University, Published by Duxbury Press, CB © 1998, ISBN/ISSN: 0-534-20910-6

Lehrveranstaltung L1586: Angewandte Statistik für Ingenieure	
Typ	Projekt-/problembasierte Lehrveranstaltung
SWS	2
LP	2
Arbeitsaufwand in Stunden	Eigenstudium 32, Präsenzstudium 28
Dozenten	Prof. Michael Morlock
Sprachen	DE/EN
Zeitraum	WiSe
Inhalt	Die Studenten bekommen in Kleingruppen (n=5) eine Fragestellung, zu deren Beantwortung sie sowohl die Datenerhebung als auch die Analyse durchführen und die Ergebnisse in Form eines executive summaries in der letzten Vorlesung vorstellen müssen.
Literatur	Selbst zu finden

Lehrveranstaltung L1585: Angewandte Statistik für Ingenieure	
Typ	Gruppenübung
SWS	1
LP	1
Arbeitsaufwand in Stunden	Eigenstudium 16, Präsenzstudium 14
Dozenten	Prof. Michael Morlock
Sprachen	DE/EN
Zeitraum	WiSe
Inhalt	Anhand von praktischen Fragestellungen werden die wichtigsten statistischen Verfahren angewendet und gleichzeitig in die Benutzung der kommerziell am häufigsten eingesetzten Software eingeführt und deren Benutzung geübt.
Literatur	Student Solutions Manual for Kleinbaum/Kupper/Muller/Nizam's Applied Regression Analysis and Multivariable Methods, 3rd Edition, David G. Kleinbaum Emory University Lawrence L. Kupper University of North Carolina at Chapel Hill, Keith E. Muller University of North Carolina at Chapel Hill, Azhar Nizam Emory University, Published by Duxbury Press, Paperbound © 1998, ISBN/ISSN: 0-534-20913-0

Modul M1334: BIO II: Biomaterials			
Lehrveranstaltungen			
Titel	Typ	SWS	LP
Biomaterialien (L0593)	Vorlesung	2	3
Modulverantwortlicher	Prof. Michael Morlock		
Zulassungsvoraussetzungen	None		
Empfohlene Vorkenntnisse	Basic knowledge of orthopedic and surgical techniques is recommended.		
Modulziele/ angestrebte Lernergebnisse	Nach erfolgreicher Teilnahme haben die Studierenden die folgenden Lernergebnisse erreicht		
Fachkompetenz	The students can describe the materials of the human body and the materials being used in medical engineering, and their fields of use.		
<i>Wissen</i>			
<i>Fertigkeiten</i>	The students can explain the advantages and disadvantages of different kinds of biomaterials.		
Personale Kompetenzen	The students are able to discuss issues related to materials being present or being used for replacements with student mates and the teachers.		
<i>Sozialkompetenz</i>			
<i>Selbstständigkeit</i>	The students are able to acquire information on their own. They can also judge the information with respect to its credibility.		
Arbeitsaufwand in Stunden	Eigenstudium 62, Präsenzstudium 28		
Leistungspunkte	3		
Studienleistung	Keine		
Prüfung	Klausur		
Prüfungsdauer und -umfang	90 min		
Zuordnung zu folgenden Curricula	Internationales Wirtschaftsingenieurwesen: Vertiefung II. Verfahrenstechnik und Biotechnologie: Wahlpflicht Materialwissenschaft: Vertiefung Nano- und Hybridmaterialien: Wahlpflicht Medizingenieurwesen: Vertiefung Künstliche Organe und Regenerative Medizin: Wahlpflicht Medizingenieurwesen: Vertiefung Implantate und Endoprothesen: Pflicht Medizingenieurwesen: Vertiefung Medizin- und Regelungstechnik: Wahlpflicht Medizingenieurwesen: Vertiefung Management und Administration: Wahlpflicht Theoretischer Maschinenbau: Vertiefung Bio- und Medizintechnik: Wahlpflicht		

Lehrveranstaltung L0593: Biomaterials	
Typ	Vorlesung
SWS	2
LP	3
Arbeitsaufwand in Stunden	Eigenstudium 62, Präsenzstudium 28
Dozenten	Prof. Michael Morlock
Sprachen	EN
Zeitraum	WiSe
Inhalt	<p>Topics to be covered include:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Introduction (Importance, nomenclature, relations) 2. Biological materials <ol style="list-style-type: none"> 2.1 Basics (components, testing methods) 2.2 Bone (composition, development, properties, influencing factors) 2.3 Cartilage (composition, development, structure, properties, influencing factors) 2.4 Fluids (blood, synovial fluid) 3 Biological structures <ol style="list-style-type: none"> 3.1 Menisci of the knee joint 3.2 Intervertebral discs 3.3 Teeth 3.4 Ligaments 3.5 Tendons 3.6 Skin 3.7 Nervs 3.8 Muscles 4. Replacement materials <ol style="list-style-type: none"> 4.1 Basics (history, requirements, norms) 4.2 Steel (alloys, properties, reaction of the body) 4.3 Titan (alloys, properties, reaction of the body) 4.4 Ceramics and glas (properties, reaction of the body) 4.5 Plastics (properties of PMMA, HDPE, PET, reaction of the body) 4.6 Natural replacement materials <p>Knowledge of composition, structure, properties, function and changes/adaptations of biological and technical materials (which are used for replacements in-vivo). Acquisition of basics for theses work in the area of biomechanics.</p>
Literatur	<p>Hastings G and Ducheyne P.: Natural and living biomaterials. Boca Raton: CRC Press, 1984.</p> <p>Williams D.: Definitions in biomaterials. Oxford: Elsevier, 1987.</p> <p>Hastings G.: Mechanical properties of biomaterials: proceedings held at Keele University, September 1978. New York: Wiley, 1998.</p> <p>Black J.: Orthopaedic biomaterials in research and practice. New York: Churchill Livingstone, 1988.</p> <p>Park J. Biomaterials: an introduction. New York: Plenum Press, 1980.</p> <p>Wintermantel, E. und Ha, S.-W : Biokompatible Werkstoffe und Bauweisen. Berlin, Springer, 1996.</p>

Modul M0548: Bioelektromagnetik: Prinzipien und Anwendungen			
Lehrveranstaltungen			
Titel	Typ	SWS	LP
Bioelektromagnetik: Prinzipien und Anwendungen (L0371)	Vorlesung	3	5
Bioelektromagnetik: Prinzipien und Anwendungen (L0373)	Gruppenübung	2	1
Modulverantwortlicher	Prof. Christian Schuster		
Zulassungsvoraussetzungen	Keine		
Empfohlene Vorkenntnisse	Grundlagen der Physik		
Modulziele/ angestrebte Lernergebnisse	Nach erfolgreicher Teilnahme haben die Studierenden die folgenden Lernergebnisse erreicht		
Fachkompetenz	<p><i>Wissen</i> Die Studierenden können die grundlegenden Gesetzmäßigkeiten, Zusammenhänge und Methoden der Bioelektromagnetik, d.h. der Beschreibung und Anwendung des Verhaltens elektromagnetischer Felder in biologischer Materie, erklären. Sie können die wesentlichen physikalischen Abläufe erläutern und nach Wellenlänge bzw. Frequenz der Felder einordnen. Sie können einen Überblick über messtechnische und numerische Methoden zur Charakterisierung elektromagnetischer Felder in der Praxis geben. Sie können therapeutische und diagnostische Anwendungen elektromagnetischer Felder in der Medizintechnik benennen.</p> <p><i>Fertigkeiten</i> Die Studierenden können eine Reihe von Verfahren zur Beschreibung des Verhaltens elektromagnetischer Felder in biologischer Materie anwenden. Dafür können Sie auf elementare Lösungen der Maxwell'schen Gleichungen Bezug nehmen und diese sinnvoll einsetzen. Sie können einschätzen, welche prinzipiellen Effekte diese Modelle in Bezug auf biologische Materie vorhersagen, können diese nach Wellenlänge bzw. Frequenz klassifizieren und quantitativ analysieren. Sie können Validierungsstrategien für ihre Vorhersagen entwickeln. Sie können Effekte elektromagnetischer Felder für therapeutische und diagnostische Anwendungen gegeneinander abwägen und auswählen.</p>		
Personale Kompetenzen	<p><i>Sozialkompetenz</i> Die Studierenden können in kleinen Gruppen fachspezifische Aufgaben gemeinsam bearbeiten und Ergebnisse in geeigneter Weise auf Englisch präsentieren (z.B. während Kleingruppenübungen).</p> <p><i>Selbstständigkeit</i> Die Studierenden sind in der Lage, Informationen aus einschlägigen Fachpublikationen zu gewinnen und in den Kontext der Vorlesung zu setzen. Sie können ihr erlangtes Wissen mit den Inhalten anderer Lehrveranstaltungen (z.B. Theoretischer Elektrotechnik, Grundlagen der Elektrotechnik oder Physik) zu verknüpfen. Sie können Probleme und Effekte im Bereich der Bioelektromagnetik auf Englisch kommunizieren.</p>		
Arbeitsaufwand in Stunden	Eigenstudium 110, Präsenzstudium 70		
Leistungspunkte	6		
Studienleistung	Verpflichtend Bonus	Art der Studienleistung	Beschreibung
	Ja	Keiner	Referat
Prüfung	Mündliche Prüfung		
Prüfungsdauer und -umfang	45 min		
Zuordnung zu folgenden Curricula	Elektrotechnik: Vertiefung HF-Technik, Optik und Elektromagnetische Verträglichkeit: Wahlpflicht Elektrotechnik: Vertiefung Medizintechnik: Wahlpflicht Internationales Wirtschaftsingenieurwesen: Vertiefung II. Elektrotechnik: Wahlpflicht Medizingenieurwesen: Vertiefung Künstliche Organe und Regenerative Medizin: Wahlpflicht Medizingenieurwesen: Vertiefung Management und Administration: Wahlpflicht Medizingenieurwesen: Vertiefung Medizin- und Regelungstechnik: Wahlpflicht Medizingenieurwesen: Vertiefung Implantate und Endoprothesen: Wahlpflicht Theoretischer Maschinenbau: Vertiefung Bio- und Medizintechnik: Wahlpflicht		

Lehrveranstaltung L0371: Bioelektromagnetik: Prinzipien und Anwendungen	
Typ	Vorlesung
SWS	3
LP	5
Arbeitsaufwand in Stunden	Eigenstudium 108, Präsenzstudium 42
Dozenten	Prof. Christian Schuster
Sprachen	DE/EN
Zeitraum	WiSe
Inhalt	<ul style="list-style-type: none"> - Grundlegende Eigenschaften elektromagnetischer Felder (Phänomene) - Mathematische Beschreibung elektromagnetischer Felder (Maxwell-Gleichungen) - Elektromagnetische Eigenschaften biologischer Materie - Prinzipien der Energieabsorption in biologischer Materie, Dosimetrie - Numerische Methoden zur Berechnung elektromagnetischer Felder (v.a. FDTD) - Messtechnische Methoden zur Bestimmung elektromagnetischer Felder - Verhalten elektromagnetischer Felder niedriger Frequenz in biologischer Materie - Verhalten elektromagnetischer Felder mittlerer Frequenz in biologischer Materie - Verhalten elektromagnetischer Felder hoher Frequenz in biologischer Materie - Verhalten elektromagnetischer Felder sehr hoher Frequenz in biologischer Materie - Diagnostische Anwendungen elektromagnetischer Felder in der Medizin - Therapeutische Anwendungen elektromagnetischer Felder in der Medizin - Der menschliche Körper als Generator elektromagnetischer Felder
Literatur	<ul style="list-style-type: none"> - C. Furse, D. Christensen, C. Durney, "Basic Introduction to Bioelectromagnetics", CRC (2009) - A. Vorst, A. Rosen, Y. Kotsuka, "RF/Microwave Interaction with Biological Tissues", Wiley (2006) - S. Grimnes, O. Martinsen, "Bioelectricity and Bioimpedance Basics", Academic Press (2008) - F. Barnes, B. Greenebaum, "Bioengineering and Biophysical Aspects of Electromagnetic Fields", CRC (2006)

Lehrveranstaltung L0373: Bioelektromagnetik: Prinzipien und Anwendungen	
Typ	Gruppenübung
SWS	2
LP	1
Arbeitsaufwand in Stunden	Eigenstudium 2, Präsenzstudium 28
Dozenten	Prof. Christian Schuster
Sprachen	DE/EN
Zeitraum	WiSe
Inhalt	Siehe korrespondierende Vorlesung
Literatur	Siehe korrespondierende Vorlesung

Modul M0921: Electronic Circuits for Medical Applications			
Lehrveranstaltungen			
Titel		Typ	SWS LP
Medizinelektronik (L0696)		Vorlesung	2 3
Medizinelektronik (L1056)		Gruppenübung	1 2
Medizinelektronik (L1408)		Laborpraktikum	1 1
Modulverantwortlicher	Prof. Matthias Kuhl		
Zulassungsvoraussetzungen	None		
Empfohlene Vorkenntnisse	Fundamentals of electrical engineering		
Modulziele/ angestrebte Lernergebnisse	Nach erfolgreicher Teilnahme haben die Studierenden die folgenden Lernergebnisse erreicht		
Fachkompetenz	<ul style="list-style-type: none"> • Students can explain the basic functionality of the information transfer by the central nervous system • Students are able to explain the build-up of an action potential and its propagation along an axon • Students can exemplify the communication between neurons and electronic devices • Students can describe the special features of low-noise amplifiers for medical applications • Students can explain the functions of prostheses, e. g. an artificial hand • Students are able to discuss the potential and limitations of cochlea implants and artificial eyes <ul style="list-style-type: none"> • Students can calculate the time dependent voltage behavior of an action potential • Students can give scenarios for further improvement of low-noise and low-power signal acquisition. • Students can develop the block diagrams of prosthetic systems • Students can define the building blocks of electronic systems for an artificial eye. <ul style="list-style-type: none"> • Students are trained to solve problems in the field of medical electronics in teams together with experts with different professional background. • Students are able to recognize their specific limitations, so that they can ask for assistance to the right time. • Students can document their work in a clear manner and communicate their results in a way that others can be involved whenever it is necessary <ul style="list-style-type: none"> • Students are able to realistically judge the status of their knowledge and to define actions for improvements when necessary. • Students can break down their work in appropriate work packages and schedule their work in a realistic way. • Students can handle the complex data structures of bioelectrical experiments without needing support. • Students are able to act in a responsible manner in all cases and situations of experimental work. 		
<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
	Ja	Keiner	Fachtheoretisch- fachpraktische Studienleistung
	Nein	Keiner	Übungsaufgaben
Prüfung	Klausur		
Prüfungsdauer und -umfang	90 min		
Zuordnung zu folgenden Curricula	Elektrotechnik: Vertiefung Medizintechnik: Wahlpflicht Mediziningenieurwesen: Vertiefung Künstliche Organe und Regenerative Medizin: Wahlpflicht Mediziningenieurwesen: Vertiefung Implantate und Endoprothesen: Wahlpflicht Mediziningenieurwesen: Vertiefung Medizin- und Regelungstechnik: Pflicht Mediziningenieurwesen: Vertiefung Management und Administration: Wahlpflicht Microelectronics and Microsystems: Vertiefung Microelectronics Complements: Wahlpflicht Theoretischer Maschinenbau: Vertiefung Bio- und Medizintechnik: Wahlpflicht		

Lehrveranstaltung L0696: Electronic Circuits for Medical Applications	
Typ	Vorlesung
SWS	2
LP	3
Arbeitsaufwand in Stunden	Eigenstudium 62, Präsenzstudium 28
Dozenten	Prof. Matthias Kuhl
Sprachen	EN
Zeitraum	WiSe
Inhalt	<ul style="list-style-type: none"> • Market for medical instruments • Membrane potential, action potential, sodium-potassium pump • Information transfer by the central nervous system • Interface tissue - electrode • Amplifiers for medical applications, analog-digital converters • Examples for electronic implants • Artificial eye, cochlea implant
Literatur	<p>Kim E. Barret, Susan M. Barman, Scott Boitano and Heddwen L. Brooks</p> <p>Ganong's Review of Medical Physiology, 24nd Edition, McGraw Hill Lange, 2010</p> <p>Tier- und Humanphysiologie: Eine Einführung von Werner A. Müller (Author), Stephan Frings (Author), 657 p., 4. editions, Springer, 2009</p> <p>Robert F. Schmidt (Editor), Hans-Georg Schaible (Editor)</p> <p>Neuro- und Sinnesphysiologie (Springer-Lehrbuch) (Paper back), 488 p., Springer, 2006, 5. Edition, currently online only</p> <p>Russell K. Hobbie, Bradley J. Roth, Intermediate Physics for Medicine and Biology, Springer, 4th ed., 616 p., 2007</p> <p>Vorlesungen der Universität Heidelberg zur Tier- und Humanphysiologie: http://www.sinnesphysiologie.de/gruvo03/gruvoin.htm</p> <p>Internet: http://butler.cc.tut.fi/~malmivuo/bem/bembook/</p>

Lehrveranstaltung L1056: Electronic Circuits for Medical Applications	
Typ	Gruppenübung
SWS	1
LP	2
Arbeitsaufwand in Stunden	Eigenstudium 46, Präsenzstudium 14
Dozenten	Prof. Matthias Kuhl
Sprachen	EN
Zeitraum	WiSe
Inhalt	Siehe korrespondierende Vorlesung
Literatur	Siehe korrespondierende Vorlesung

Lehrveranstaltung L1408: Electronic Circuits for Medical Applications	
Typ	Laborpraktikum
SWS	1
LP	1
Arbeitsaufwand in Stunden	Eigenstudium 16, Präsenzstudium 14
Dozenten	Prof. Matthias Kuhl
Sprachen	EN
Zeitraum	WiSe
Inhalt	<ul style="list-style-type: none"> • Market for medical instruments • Membrane potential, action potential, sodium-potassium pump • Information transfer by the central nervous system • Interface tissue - electrode • Amplifiers for medical applications, analog-digital converters • Examples for electronic implants • Artificial eye, cochlea implant
Literatur	<p>Kim E. Barret, Susan M. Barman, Scott Boitano and Heddwen L. Brooks</p> <p>Ganong's Review of Medical Physiology, 24nd Edition, McGraw Hill Lange, 2010</p> <p>Tier- und Humanphysiologie: Eine Einführung von Werner A. Müller (Author), Stephan Frings (Author), 657 p., 4. editions, Springer, 2009</p> <p>Robert F. Schmidt (Editor), Hans-Georg Schaible (Editor)</p> <p>Neuro- und Sinnesphysiologie (Springer-Lehrbuch) (Paper back), 488 p., Springer, 2006, 5. Edition, currently online only</p> <p>Russell K. Hobbie, Bradley J. Roth, Intermediate Physics for Medicine and Biology, Springer, 4th ed., 616 p., 2007</p> <p>Vorlesungen der Universität Heidelberg zur Tier- und Humanphysiologie: http://www.sinnesphysiologie.de/gruvo03/gruvoin.htm</p> <p>Internet: http://butler.cc.tut.fi/~malmivuo/bem/bembook/</p>

Modul M1302: Angewandte Humanoide Robotik			
Lehrveranstaltungen			
Titel	Angewandte Humanoide Robotik (L1794)	Typ	Projekt-/problembasierte Lehrveranstaltung
		SWS	6
		LP	6
Modulverantwortlicher	Patrick Götttsch		
Zulassungsvoraussetzungen	Keine		
Empfohlene Vorkenntnisse	<ul style="list-style-type: none"> • Objektorientierte Programmierung, Algorithmen und Datenstrukturen • Grundlagen der Regelungstechnik • Control systems theory and design • Mechanik 		
Modulziele/ angestrebte Lernergebnisse	Nach erfolgreicher Teilnahme haben die Studierenden die folgenden Lernergebnisse erreicht		
Fachkompetenz	<ul style="list-style-type: none"> • Die Studierenden können Eigenschaften der humanoiden Robotik nennen und erläutern. • Die Studierenden können die grundlegenden Theorien, Zusammenhänge und Methoden der Vorwärts- & Rückwärtskinematik von humanoiden Robotersystemen erklären. • Die Studierenden können Regelkonzepte für verschiedene Aufgaben der Humanoiden Robotik anwenden. 		
<i>Wissen</i>			
<i>Fertigkeiten</i>			
Personale Kompetenzen			
<i>Sozialkompetenz</i>	<ul style="list-style-type: none"> • Die Studierenden können die Modelle der Systeme der humanoiden Robotik in Matlab und C++ implementieren und diese Modelle für Bewegungen des Roboters oder andere Aufgaben nutzen. • Sie sind in der Lage die Modelle in Matlab für Simulationen zu nutzen und dann ggf. auch mit C++ Code auf dem realen Robotersystem zu testen. • Sie sind darüber hinaus in der Lage, für eine abstrakte Aufgabenstellung, für die es keine standardisierte Lösung gibt, Methoden auszuwählen, die zu gewünschten Ergebnissen führen. 		
<i>Selbstständigkeit</i>	<ul style="list-style-type: none"> • Die Studierenden können in fachlich gemischten Teams gemeinsame Lösungen entwickeln und diese vor anderen vertreten. • Sie sind in der Lage angemessenes Feedback zu geben und mit Rückmeldungen zu ihren eigenen Leistungen konstruktiv umzugehen. 		
	<ul style="list-style-type: none"> • Die Studierenden sind in der Lage, die notwendigen Informationen aus den angegebenen Literaturquellen zu beschaffen und in den Kontext der Lehrveranstaltung zu setzen. • Sie können sich eigenständig Aufgaben definieren und geeignete Mittel zur Umsetzung einsetzen. 		
Arbeitsaufwand in Stunden	Eigenstudium 96, Präsenzstudium 84		
Leistungspunkte	6		
Studienleistung	Keine		
Prüfung	Schriftliche Ausarbeitung		
Prüfungsdauer und -umfang	5-10 Seiten		
Zuordnung zu folgenden Curricula	Computer Science: Vertiefung II. Intelligenz-Engineering: Wahlpflicht Elektrotechnik: Vertiefung Regelungs- und Energiesystemtechnik: Wahlpflicht Mechatronics: Vertiefung Intelligente Systeme und Robotik: Wahlpflicht Theoretischer Maschinenbau: Vertiefung Bio- und Medizintechnik: Wahlpflicht Theoretischer Maschinenbau: Vertiefung Robotik und Informatik: Wahlpflicht		

Lehrveranstaltung L1794: Angewandte Humanoide Robotik	
Typ	Projekt-/problembasierte Lehrveranstaltung
SWS	6
LP	6
Arbeitsaufwand in Stunden	Eigenstudium 96, Präsenzstudium 84
Dozenten	Patrick Götttsch
Sprachen	DE/EN
Zeitraum	WiSe/SoSe
Inhalt	<ul style="list-style-type: none"> • Grundlagen der Kinematik • Grundlagen der statischen und dynamischen Stabilität humanoider Robotersysteme • Verknüpfung verschiedener Entwicklungsumgebungen (Matlab, C++, etc.) • Einarbeitung in die notwendigen Frameworks • Bearbeitung einer Projektaufgabe im Team • Präsentation und Demonstration von Zwischen- und Endergebnissen
Literatur	<ul style="list-style-type: none"> • B. Siciliano, O. Khatib. "Handbook of Robotics. Part A: Robotics Foundations", Springer (2008)

Modul M0811: Bildgebende Systeme in der Medizin			
Lehrveranstaltungen			
Titel	Typ	SWS	LP
Bildgebende Systeme in der Medizin (L0819)	Vorlesung	4	6
Modulverantwortlicher	Dr. Michael Grass		
Zulassungsvoraussetzungen	Keine		
Empfohlene Vorkenntnisse	keine		
Modulziele/ angestrebte Lernergebnisse	Nach erfolgreicher Teilnahme haben die Studierenden die folgenden Lernergebnisse erreicht		
Fachkompetenz			
<i>Wissen</i>	Studierende können <ul style="list-style-type: none"> • den Systemaufbau sowie die Systemkomponenten der wesentlichen klinischen bildgebenden Systeme beschreiben; • die Funktionsweise der Systemkomponenten und des Gesamtsystems der bildgebenden Systeme erklären; • die physikalischen Prozesse, die eine Bildgebung ermöglichen, erklären sowie die grundlegenden physikalischen Gleichungen anwenden; • die physikalischen Effekte, die für die Erzeugung von Bildkontrasten notwendig sind, benennen und beschreiben; • erklären, wie man räumliche und zeitliche Auflösung beeinflussen kann und wie man die erzeugten Bilder charakterisiert; • erklären, welche Bildrekonstruktionsverfahren für die Erzeugung von Bildern verwendet werden; • die wesentlichen klinischen Anwendungen der verschiedenen Systeme darstellen und begründen. 		
<i>Fertigkeiten</i>	Studierende sind in der Lage: <ul style="list-style-type: none"> • die physikalischen Prozesse der Bildgebung zu erklären und die benötigten mathematischen bzw. physikalischen Grundgleichungen den Systemen zuzuordnen. • durch Anwendung der mathematischen bzw. physikalischen Grundgleichungen Kenngrößen bildgebender Systeme zu berechnen; • den Einfluss von verschiedenen Systemkomponenten auf die räumliche und zeitliche Auflösung bildgebender Systeme zu bestimmen; • die Bedeutung verschiedener bildgebender Systeme für einige klinische Applikationen zu erläutern; • ein geeignetes bildgebendes System für eine Applikation auszuwählen. 		
Personale Kompetenzen			
<i>Sozialkompetenz</i>	keine		
<i>Selbstständigkeit</i>	Studierende können: <ul style="list-style-type: none"> • verstehen, welche physikalischen Effekte in der medizinischen Bildgebung verwendet werden; • selbstständig entscheiden, für welche klinische Fragestellung ein Messsystem eingesetzt werden kann. 		
Arbeitsaufwand in Stunden	Eigenstudium 124, Präsenzstudium 56		
Leistungspunkte	6		
Studienleistung	Keine		
Prüfung	Klausur		
Prüfungsdauer und -umfang	90 min		
Zuordnung zu folgenden Curricula	Elektrotechnik: Vertiefung Medizintechnik: Wahlpflicht Mediziningenieurwesen: Kernqualifikation: Pflicht Produktentwicklung, Werkstoffe und Produktion: Vertiefung Produktentwicklung: Wahlpflicht Produktentwicklung, Werkstoffe und Produktion: Vertiefung Produktion: Wahlpflicht Produktentwicklung, Werkstoffe und Produktion: Vertiefung Werkstoffe: Wahlpflicht Theoretischer Maschinenbau: Vertiefung Bio- und Medizintechnik: Wahlpflicht		

Lehrveranstaltung L0819: Bildgebende Systeme in der Medizin	
Typ	Vorlesung
SWS	4
LP	6
Arbeitsaufwand in Stunden	Eigenstudium 124, Präsenzstudium 56
Dozenten	Dr. Michael Grass, Dr. Frank Michael Weber, Dr. Sven Prevrhal, Dr. Tim Nielsen
Sprachen	DE
Zeitraum	SoSe
Inhalt	<p>Im Rahmen der Vorlesung werden die physikalischen Grundlagen, die Grundlagen der Bildgebung und die Hauptapplikationsgebiete der Magnetresonanztomographie (MR), der Bildgebung mittels Röntgenstrahlung (X-ray und CT), der nuklearen Bildgebung (SPECT und PET) und des Ultraschalls (US) vermittelt. Am Ende der Vorlesung sollte jeder Student ein Basisverständnis der verschiedenen Modalitäten, ihrer Hauptanwendungsgebiete in der Medizin und ihre Stärken und Schwächen erworben haben.</p> <p>Die Vorlesung teilt sich in eine Einführung und fünf Blöcke auf:</p> <p>In jedem Block werden die physikalischen Grundlagen der Modalität erklärt. Darauf aufbauend werden die Prinzipien der Signalzeugung und ihrer Detektion diskutiert. Im folgenden, werden die resultierenden Bildkontraste veranschaulicht und die Basis der zweidimensionalen und dreidimensionalen Bildgebung vermittelt. Abschließend werden die prinzipiellen Limitierungen jeder Modalität und erwartete zukünftige Entwicklungen vorgestellt.</p> <p>0: Einführungsvorlesung 1: medizinische Bildgebung mittels Ultraschalls 2: Projektionsröntgenbildgebung 3: Röntgen-Computertomographie 4: Magnetresonanztomographie 5: Bildgebung mittels nuklearer Verfahren</p> <ul style="list-style-type: none"> • Ultraschall: Physikalische Grundlagen, Aufbau und technische Realisierung eines Ultraschallsystems, Bildgebungsverfahren, Flußmessverfahren, medizinische Anwendungen. • Röntgen: Physikalische Grundlagen der Röntgenbildgebung, Aufbau von Röntgenröhren, Detektion von Röntgenstrahlung, Techniken der Bildaufnahme, Bildkontrast, Projektionsröntgen, Dosisquantifizierung. • Computer Tomographie (CT): Aufbau eines Computer-Tomographen, Datenakquisition, Bildrekonstruktion und Bildkontrast, ausgewählte medizinische Anwendungen. • Magnetresonanztomographie (MRT): Physikalische Grundlagen, Aufbau eines MR-Tomographen, Grundlagen der MR-Bildgebung, Relaxation und Bildkontrast, ausgewählte medizinische Anwendungen. • Nuklearmedizin: Kernphysikalische Grundlagen, Herstellung von Radionukleiden, Nuklearmedizinische Meßtechnik, Szintigraphie, Single Photon Emission Computer Tomographie (SPECT), Positronen Emissions Tomographie (PET), medizinische Anwendungen.
Literatur	<p>Primary book:</p> <p>1. P. Suetens, "Fundamentals of Medical Imaging", Cambridge Press</p> <p>Secondary books:</p> <p>- A. Webb, "Introduction to Biomedical Imaging", IEEE Press 2003.</p> <p>- W.R. Hendee and E.R. Ritenour, "Medical Imaging Physics", Wiley-Liss, New York, 2002.</p> <p>- H. Morneburg (Edt), "Bildgebende Systeme für die medizinische Diagnostik", Erlangen: Siemens Publicis MCD Verlag, 1995.</p> <p>- O. Dössel, "Bildgebende Verfahren in der Medizin", Springer Verlag Berlin, 2000.</p>

Modul M1335: BIO II: Gelenkersatz			
Lehrveranstaltungen			
Titel		Typ	SWS
Gelenkersatz (L1306)		Vorlesung	2
			LP
			3
Modulverantwortlicher	Prof. Michael Morlock		
Zulassungsvoraussetzungen	Keine		
Empfohlene Vorkenntnisse	Grundlegende Kenntnisse über orthopädische und chirurgische Verfahren.		
Modulziele/ angestrebte Lernergebnisse	Nach erfolgreicher Teilnahme haben die Studierenden die folgenden Lernergebnisse erreicht		
Fachkompetenz			
<i>Wissen</i>	Studierende können die Krankheiten, die einen Gelenkersatz notwendig machen können, aufzählen.		
<i>Fertigkeiten</i>	Studierende können die Vor- und Nachteile unterschiedlicher Endoprothesentypen darstellen und erklären.		
Personale Kompetenzen			
<i>Sozialkompetenz</i>	Studierende können mit ihren Kommilitoninnen und Kommilitonen sowie den Lehrenden eine Diskussion zu Fragestellungen bezüglich Endoprothesen führen.		
<i>Selbstständigkeit</i>	Studierende können sich benötigte Informationen selber erarbeiten und diese hinsichtlich der Belastbarkeit einschätzen.		
Arbeitsaufwand in Stunden	Eigenstudium 62, Präsenzstudium 28		
Leistungspunkte	3		
Studienleistung	Keine		
Prüfung	Klausur		
Prüfungsdauer und -umfang	90 min		
Zuordnung zu folgenden Curricula	Internationales Wirtschaftsingenieurwesen: Vertiefung II. Verfahrenstechnik und Biotechnologie: Wahlpflicht Materialwissenschaft: Vertiefung Nano- und Hybridmaterialien: Wahlpflicht Medizingenieurwesen: Vertiefung Künstliche Organe und Regenerative Medizin: Wahlpflicht Medizingenieurwesen: Vertiefung Implantate und Endoprothesen: Pflicht Medizingenieurwesen: Vertiefung Medizin- und Regelungstechnik: Wahlpflicht Medizingenieurwesen: Vertiefung Management und Administration: Wahlpflicht Orientierungsstudium: Kernqualifikation: Wahlpflicht Theoretischer Maschinenbau: Vertiefung Bio- und Medizintechnik: Wahlpflicht		

Lehrveranstaltung L1306: Gelenkersatz	
Typ	Vorlesung
SWS	2
LP	3
Arbeitsaufwand in Stunden	Eigenstudium 62, Präsenzstudium 28
Dozenten	Prof. Michael Morlock
Sprachen	DE
Zeitraum	SoSe
Inhalt	Inhalt (deutsch) <ol style="list-style-type: none"> 1. EINLEITUNG (Bedeutung, Ziel, Grundlagen, allg. Geschichte des künstlichen Gelenkersatzes) 2. FUNKTIONSANALYSE (Der menschliche Gang, die menschliche Arbeit, die sportliche Aktivität) 3. DAS HÜFTGELENK (Anatomie, Biomechanik, Gelenkersatz Schaftseite und Pfannenseite, Evolution der Implantate) 4. DAS KNIEGELENK (Anatomie, Biomechanik, Bandersatz, Gelenkersatz femorale, tibiale und patelläre Komponenten) 5. DER FUß (Anatomie, Biomechanik, Gelenkersatz, orthopädische Verfahren) 6. DIE SCHULTER (Anatomie, Biomechanik, Gelenkersatz) 7. DER ELLBOGEN (Anatomie, Biomechanik, Gelenkersatz) 8. DIE HAND (Anatomie, Biomechanik, Gelenkersatz) 9. TRIBOLOGIE NATÜRLICHER UND KÜNSTLICHER GELENKE (Korrosion, Reibung, Verschleiß)
Literatur	Literatur: Kapandji, I.: Funktionelle Anatomie der Gelenke (Band 1-4), Enke Verlag, Stuttgart, 1984. Nigg, B., Herzog, W.: Biomechanics of the musculo-skeletal system, John Wiley&Sons, New York 1994 Nordin, M., Frankel, V.: Basic Biomechanics of the Musculoskeletal System, Lea&Febiger, Philadelphia, 1989. Czichos, H.: Tribologiehandbuch, Vieweg, Wiesbaden, 2003. Sobotta und Netter für Anatomie der Gelenke

Modul M0630: Robotics and Navigation in Medicine			
Lehrveranstaltungen			
Titel		Typ	SWS
Robotik und Navigation in der Medizin (L0335)		Vorlesung	2
Robotik und Navigation in der Medizin (L0338)		Projektseminar	2
Robotik und Navigation in der Medizin (L0336)		Gruppenübung	1
Modulverantwortlicher	Prof. Alexander Schlaefer		
Zulassungsvoraussetzungen	None		
Empfohlene Vorkenntnisse	<ul style="list-style-type: none"> principles of math (algebra, analysis/calculus) principles of programming, e.g., in Java or C++ solid R or Matlab skills 		
Modulziele/ angestrebte Lernergebnisse	Nach erfolgreicher Teilnahme haben die Studierenden die folgenden Lernergebnisse erreicht		
Fachkompetenz	<p><i>Wissen</i> The students can explain kinematics and tracking systems in clinical contexts and illustrate systems and their components in detail. Systems can be evaluated with respect to collision detection and safety and regulations. Students can assess typical systems regarding design and limitations.</p> <p><i>Fertigkeiten</i> The students are able to design and evaluate navigation systems and robotic systems for medical applications.</p>		
Personale Kompetenzen	<p><i>Sozialkompetenz</i> The students discuss the results of other groups, provide helpful feedback and can incorporate feedback into their work.</p> <p><i>Selbstständigkeit</i> The students can reflect their knowledge and document the results of their work. They can present the results in an appropriate manner.</p>		
Arbeitsaufwand in Stunden	Eigenstudium 110, Präsenzstudium 70		
Leistungspunkte	6		
Studienleistung	Verpflichtend Bonus	Art der Studienleistung	Beschreibung
	Ja	10 %	Referat
	Ja	10 %	Schriftliche Ausarbeitung
Prüfung	Klausur		
Prüfungsdauer und -umfang	90 Minuten		
Zuordnung zu folgenden Curricula	Computer Science: Vertiefung II. Intelligenz-Engineering: Wahlpflicht Elektrotechnik: Vertiefung Medizintechnik: Wahlpflicht Internationales Wirtschaftsingenieurwesen: Vertiefung II. Elektrotechnik: Wahlpflicht Internationales Wirtschaftsingenieurwesen: Vertiefung II. Verfahrenstechnik und Biotechnologie: Wahlpflicht Mechatronics: Vertiefung Intelligente Systeme und Robotik: Wahlpflicht Mediziningenieurwesen: Vertiefung Künstliche Organe und Regenerative Medizin: Wahlpflicht Mediziningenieurwesen: Vertiefung Implantate und Endoprothesen: Wahlpflicht Mediziningenieurwesen: Vertiefung Medizin- und Regelungstechnik: Wahlpflicht Mediziningenieurwesen: Vertiefung Management und Administration: Wahlpflicht Produktentwicklung, Werkstoffe und Produktion: Vertiefung Produktentwicklung: Wahlpflicht Produktentwicklung, Werkstoffe und Produktion: Vertiefung Produktion: Wahlpflicht Produktentwicklung, Werkstoffe und Produktion: Vertiefung Werkstoffe: Wahlpflicht Theoretischer Maschinenbau: Vertiefung Bio- und Medizintechnik: Wahlpflicht		

Lehrveranstaltung L0335: Robotics and Navigation in Medicine	
Typ	Vorlesung
SWS	2
LP	3
Arbeitsaufwand in Stunden	Eigenstudium 62, Präsenzstudium 28
Dozenten	Prof. Alexander Schlaefer
Sprachen	EN
Zeitraum	SoSe
Inhalt	- kinematics - calibration - tracking systems - navigation and image guidance - motion compensation The seminar extends and complements the contents of the lecture with respect to recent research results.
Literatur	Spong et al.: Robot Modeling and Control, 2005 Troccaz: Medical Robotics, 2012 Further literature will be given in the lecture.

Lehrveranstaltung L0338: Robotics and Navigation in Medicine	
Typ	Projektseminar
SWS	2
LP	2
Arbeitsaufwand in Stunden	Eigenstudium 32, Präsenzstudium 28
Dozenten	Prof. Alexander Schlaefer
Sprachen	EN
Zeitraum	SoSe
Inhalt	Siehe korrespondierende Vorlesung
Literatur	Siehe korrespondierende Vorlesung

Lehrveranstaltung L0336: Robotics and Navigation in Medicine	
Typ	Gruppenübung
SWS	1
LP	1
Arbeitsaufwand in Stunden	Eigenstudium 16, Präsenzstudium 14
Dozenten	Prof. Alexander Schlaefer
Sprachen	EN
Zeitraum	SoSe
Inhalt	Siehe korrespondierende Vorlesung
Literatur	Siehe korrespondierende Vorlesung

Modul M1182: Technischer Ergänzungskurs für TMBMS (laut FSPO)			
Lehrveranstaltungen			
Titel	Typ	SWS	LP
Modulverantwortlicher	Prof. Robert Seifried		
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	Theoretischer Maschinenbau: Vertiefung Produktentwicklung und Produktion: Wahlpflicht Theoretischer Maschinenbau: Vertiefung Flugzeug-Systemtechnik: Wahlpflicht Theoretischer Maschinenbau: Vertiefung Materialwissenschaften: Wahlpflicht Theoretischer Maschinenbau: Vertiefung Maritime Technik: Wahlpflicht Theoretischer Maschinenbau: Vertiefung Energietechnik: Wahlpflicht Theoretischer Maschinenbau: Vertiefung Bio- und Medizintechnik: Wahlpflicht Theoretischer Maschinenbau: Vertiefung Robotik und Informatik: Wahlpflicht Theoretischer Maschinenbau: Vertiefung Simulationstechnik: Wahlpflicht		

Modul M1249: Medizinische Bildgebung			
Lehrveranstaltungen			
Titel		Typ	SWS
Medizinische Bildgebung (L1694)		Vorlesung	2
Medizinische Bildgebung (L1695)		Gruppenübung	3
Modulverantwortlicher	Prof. Tobias Knopp		
Zulassungsvoraussetzungen	Keine		
Empfohlene Vorkenntnisse	Grundkenntnisse in Linear Algebra, Numerik und Signalverarbeitung		
Modulziele/ angestrebte Lernergebnisse	Nach erfolgreicher Teilnahme haben die Studierenden die folgenden Lernergebnisse erreicht		
Fachkompetenz	<p><i>Wissen</i> Nach erfolgreichem Abschluss des Moduls sind die Studierenden in der Lage, Rekonstruktionsverfahren für verschiedene tomographische Bildgebungsmodalitäten wie die Computertomographie und die Magnetresonanztomographie zu beschreiben. Sie kennen die nötigen Grundlagen aus den Bereichen der Signalverarbeitung und der inversen Probleme und kennen sowohl analytische als auch iterative Bildrekonstruktionsmethoden. Die Studierenden verfügen über vertiefende Kenntnisse über die Bildgebungsoperatoren der Computertomographie und die Magnetresonanztomographie.</p> <p><i>Fertigkeiten</i> Die Studierenden sind dazu in der Lage, Rekonstruktionsverfahren zu implementieren und diese anhand von tomographischen Messdaten zu testen. Sie können die rekonstruierten Bilder visualisieren und die Qualität ihrer Daten und Resultate und beurteilen. Zudem können die Studierenden die zeitliche Komplexität von Bildgebungsalgorithmen abschätzen.</p> <p>Personale Kompetenzen</p> <p><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.</p> <p><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.</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 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 Theoretischer Maschinenbau: Vertiefung Bio- und Medizintechnik: Wahlpflicht		

Lehrveranstaltung L1694: Medizinische Bildgebung	
Typ	Vorlesung
SWS	2
LP	3
Arbeitsaufwand in Stunden	Eigenstudium 62, Präsenzstudium 28
Dozenten	Prof. Tobias Knopp
Sprachen	DE/EN
Zeitraum	WiSe
Inhalt	<ul style="list-style-type: none"> • Überblick über bekannte Bildgebungsverfahren • Signalverarbeitung • Inverse Probleme • Computertomographie • Magnetresonanztomographie • 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: Medizinische Bildgebung	
Typ	Gruppenübung
SWS	2
LP	3
Arbeitsaufwand in Stunden	Eigenstudium 62, Präsenzstudium 28
Dozenten	Prof. Tobias Knopp
Sprachen	DE/EN
Zeitraum	WiSe
Inhalt	Siehe korrespondierende Vorlesung
Literatur	Siehe korrespondierende Vorlesung

Modul M0746: Microsystem Engineering			
Lehrveranstaltungen			
Titel		Typ	SWS LP
Mikrosystemtechnik (L0680)		Vorlesung	2 4
Mikrosystemtechnik (L0682)		Projekt-/problembasierte Lehrveranstaltung	2 2
Modulverantwortlicher	Dr. rer. nat. Thomas Kusserow		
Zulassungsvoraussetzungen	None		
Empfohlene Vorkenntnisse	Basic courses in physics, mathematics and electric engineering		
Modulziele/ angestrebte Lernergebnisse	Nach erfolgreicher Teilnahme haben die Studierenden die folgenden Lernergebnisse erreicht		
Fachkompetenz			
<i>Wissen</i>	The students know about the most important technologies and materials of MEMS as well as their applications in sensors and actuators.		
<i>Fertigkeiten</i>	Students are able to analyze and describe the functional behaviour of MEMS components and to evaluate the potential of microsystems.		
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 particular knowledge using specialized literature and to integrate and associate this knowledge with other fields.		
Arbeitsaufwand in Stunden	Eigenstudium 124, Präsenzstudium 56		
Leistungspunkte	6		
Studienleistung	Verpflichtend	Bonus	Art der Studienleistung Beschreibung
	Nein	10 %	Referat
Prüfung	Klausur		
Prüfungsdauer und -umfang	zweistündig		
Zuordnung zu folgenden Curricula	Elektrotechnik: Kernqualifikation: Pflicht Internationales Wirtschaftsingenieurwesen: Vertiefung II. Elektrotechnik: Wahlpflicht Internationales Wirtschaftsingenieurwesen: Vertiefung II. Mechatronik: Wahlpflicht Mechanical Engineering and Management: Vertiefung Mechatronik: Wahlpflicht Mechatronics: Vertiefung Systementwurf: Wahlpflicht Microelectronics and Microsystems: Kernqualifikation: Wahlpflicht Theoretischer Maschinenbau: Vertiefung Bio- und Medizintechnik: Wahlpflicht		

Lehrveranstaltung L0680: Microsystem Engineering	
Typ	Vorlesung
SWS	2
LP	4
Arbeitsaufwand in Stunden	Eigenstudium 92, Präsenzstudium 28
Dozenten	Dr. rer. nat. Thomas Kusserow
Sprachen	EN
Zeitraum	WiSe
Inhalt	<p>Object and goal of MEMS</p> <p>Scaling Rules</p> <p>Lithography</p> <p>Film deposition</p> <p>Structuring and etching</p> <p>Energy conversion and force generation</p> <p>Electromagnetic Actuators</p> <p>Reluctance motors</p> <p>Piezoelectric actuators, bi-metal-actuator</p> <p>Transducer principles</p> <p>Signal detection and signal processing</p> <p>Mechanical and physical sensors</p> <p>Acceleration sensor, pressure sensor</p> <p>Sensor arrays</p> <p>System integration</p> <p>Yield, test and reliability</p>
Literatur	<p>M. Kasper: Mikrosystementwurf, Springer (2000)</p> <p>M. Madou: Fundamentals of Microfabrication, CRC Press (1997)</p>

Lehrveranstaltung L0682: Microsystem Engineering	
Typ	Projekt-/problembasierte Lehrveranstaltung
SWS	2
LP	2
Arbeitsaufwand in Stunden	Eigenstudium 32, Präsenzstudium 28
Dozenten	Dr. rer. nat. Thomas Kusserow
Sprachen	EN
Zeitraum	WiSe
Inhalt	<p>Examples of MEMS components</p> <p>Layout consideration</p> <p>Electric, thermal and mechanical behaviour</p> <p>Design aspects</p>
Literatur	Wird in der Veranstaltung bekannt gegeben

Modul M0623: Intelligent Systems in Medicine			
Lehrveranstaltungen			
Titel		Typ	SWS LP
Intelligente Systeme in der Medizin (L0331)		Vorlesung	2 3
Intelligente Systeme in der Medizin (L0334)		Projektseminar	2 2
Intelligente Systeme in der Medizin (L0333)		Gruppenübung	1 1
Modulverantwortlicher	Prof. Alexander Schlaefer		
Zulassungsvoraussetzungen	None		
Empfohlene Vorkenntnisse	<ul style="list-style-type: none"> • principles of math (algebra, analysis/calculus) • principles of stochastics • principles of programming, Java/C++ and R/Matlab • advanced programming skills 		
Modulziele/ angestrebte Lernergebnisse	Nach erfolgreicher Teilnahme haben die Studierenden die folgenden Lernergebnisse erreicht		
Fachkompetenz	<p><i>Wissen</i> The students are able to analyze and solve clinical treatment planning and decision support problems using methods for search, optimization, and planning. They are able to explain methods for classification and their respective advantages and disadvantages in clinical contexts. The students can compare different methods for representing medical knowledge. They can evaluate methods in the context of clinical data and explain challenges due to the clinical nature of the data and its acquisition and due to privacy and safety requirements.</p> <p><i>Fertigkeiten</i> The students can give reasons for selecting and adapting methods for classification, regression, and prediction. They can assess the methods based on actual patient data and evaluate the implemented methods.</p> <p>Personale Kompetenzen</p> <p><i>Sozialkompetenz</i> The students are able to grasp practical tasks in groups, develop solution strategies independently, define work processes and work on them collaboratively. The students can critically reflect on the results of other groups, make constructive suggestions for improvement and also incorporate them into their own work.</p> <p><i>Selbstständigkeit</i> The students can assess their level of knowledge and document their work results. They can critically evaluate the results achieved and present them in an appropriate argumentative manner to the other groups.</p>		
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	Computer Science: Vertiefung II. Intelligenz-Engineering: Wahlpflicht Elektrotechnik: Vertiefung Medizintechnik: Wahlpflicht Interdisciplinary Mathematics: Vertiefung III. Computational Methods in Biomedical Imaging: Pflicht Mechatronics: Vertiefung Intelligente Systeme und Robotik: Wahlpflicht Mediziningenieurwesen: Vertiefung Künstliche Organe und Regenerative Medizin: Wahlpflicht Mediziningenieurwesen: Vertiefung Implantate und Endoprothesen: Wahlpflicht Mediziningenieurwesen: Vertiefung Medizin- und Regelungstechnik: Wahlpflicht Mediziningenieurwesen: Vertiefung Management und Administration: Wahlpflicht Theoretischer Maschinenbau: Vertiefung Bio- und Medizintechnik: Wahlpflicht		

Lehrveranstaltung L0331: Intelligent Systems in Medicine	
Typ	Vorlesung
SWS	2
LP	3
Arbeitsaufwand in Stunden	Eigenstudium 62, Präsenzstudium 28
Dozenten	Prof. Alexander Schlaefer
Sprachen	EN
Zeitraum	WiSe
Inhalt	<ul style="list-style-type: none"> - methods for search, optimization, planning, classification, regression and prediction in a clinical context - representation of medical knowledge - understanding challenges due to clinical and patient related data and data acquisition The students will work in groups to apply the methods introduced during the lecture using problem based learning.
Literatur	Russel & Norvig: Artificial Intelligence: a Modern Approach, 2012 Berner: Clinical Decision Support Systems: Theory and Practice, 2007 Greenes: Clinical Decision Support: The Road Ahead, 2007 Further literature will be given in the lecture

Lehrveranstaltung L0334: Intelligent Systems in Medicine	
Typ	Projektseminar
SWS	2
LP	2
Arbeitsaufwand in Stunden	Eigenstudium 32, Präsenzstudium 28
Dozenten	Prof. Alexander Schlaefer
Sprachen	EN
Zeitraum	WiSe
Inhalt	Siehe korrespondierende Vorlesung
Literatur	Siehe korrespondierende Vorlesung

Lehrveranstaltung L0333: Intelligent Systems in Medicine	
Typ	Gruppenübung
SWS	1
LP	1
Arbeitsaufwand in Stunden	Eigenstudium 16, Präsenzstudium 14
Dozenten	Prof. Alexander Schlaefer
Sprachen	EN
Zeitraum	WiSe
Inhalt	Siehe korrespondierende Vorlesung
Literatur	Siehe korrespondierende Vorlesung

Fachmodule der Vertiefung Energietechnik

Im Vordergrund der Vertiefung Energietechnik steht der Erwerb von Kenntnissen und Kompetenzen zur ökonomisch und ökologisch sinnvollen Bereitstellung von Strom, Wärme und Kälte auf der Basis von konventionellen und regenerativen Energiesystemen. Dieses wird ermöglicht durch Module in den Bereichen Strömungsmechanik und Meeresenergie, Solarenergienutzung, Elektrische Energietechnik, Wärmetechnik, Klimaanlage, Kraftwerke und Dampfturbinen sowie Kraft-Wärme-Kopplung und Verbrennungstechnik im Wahlpflichtbereich. Zusätzlich sind Fächer aus dem Technischen Ergänzungskurs für TMBMS (laut FSPO) frei wählbar.

Modul M1235: Elektrische Energiesysteme I: Einführung in elektrische Energiesysteme			
Lehrveranstaltungen			
Titel	Typ	SWS	LP
Elektrische Energiesysteme I: Einführung in elektrische Energiesysteme (L1670)	Vorlesung	3	4
Elektrische Energiesysteme I: Einführung in elektrische Energiesysteme (L1671)	Gruppenübung	2	2
Modulverantwortlicher	Prof. Christian Becker		
Zulassungsvoraussetzungen	Keine		
Empfohlene Vorkenntnisse	Grundlagen der Elektrotechnik		
Modulziele/ angestrebte Lernergebnisse	Nach erfolgreicher Teilnahme haben die Studierenden die folgenden Lernergebnisse erreicht		
Fachkompetenz	Die Studierenden können einen Überblick über die konventionelle und moderne elektrische Energietechnik geben. Technologien der elektrischen Energieerzeugung, -übertragung, -speicherung und -verteilung sowie Integration von Betriebsmitteln können detailliert erläutert und kritisch bewertet werden.		
<i>Wissen</i>			
<i>Fertigkeiten</i>	Mit Abschluss dieses Moduls sind die Studierenden in der Lage, das erlernte Fachwissen in Aufgabenstellungen zur Auslegung, Integration oder Entwicklung elektrischer Energiesysteme angemessen anzuwenden und die Ergebnisse einzuschätzen und zu beurteilen.		
Personale Kompetenzen	Die Studierenden können fachspezifische und fachübergreifende Diskussionen führen, Ideen weiterentwickeln und ihre eigenen Arbeitsergebnisse vor anderen vertreten.		
<i>Sozialkompetenz</i>			
<i>Selbstständigkeit</i>	Die Studierenden können sich selbstständig Quellen über die Schwerpunkte der Vorlesung erschließen und das darin enthaltene Wissen aneignen.		
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: Wahlpflicht Allgemeine Ingenieurwissenschaften (7 Semester): Vertiefung Green Technologies, Schwerpunkt Regenerative Energien: Wahlpflicht Data Science: Kernqualifikation: Wahlpflicht Elektrotechnik: Kernqualifikation: Wahlpflicht Energie- und Umwelttechnik: Vertiefung Energietechnik: Wahlpflicht Energietechnik: Vertiefung Energiesysteme: Wahlpflicht General Engineering Science (7 Semester): Vertiefung Elektrotechnik: Wahlpflicht Green Technologies: Energie, Wasser, Klima: Vertiefung Energiesysteme: Wahlpflicht Informatik-Ingenieurwesen: Vertiefung II. Mathematik & Ingenieurwissenschaften: Wahlpflicht Regenerative Energien: Kernqualifikation: Pflicht Theoretischer Maschinenbau: Vertiefung Energietechnik: Wahlpflicht		

Lehrveranstaltung L1670: Elektrische Energiesysteme I: Einführung in elektrische Energiesysteme	
Typ	Vorlesung
SWS	3
LP	4
Arbeitsaufwand in Stunden	Eigenstudium 78, Präsenzstudium 42
Dozenten	Prof. Christian Becker
Sprachen	DE
Zeitraum	WiSe
Inhalt	<ul style="list-style-type: none"> • Aufbau und Entwicklungstendenzen der elektrischen Energieversorgung • Aufgaben und historische Entwicklung • symmetrische Drehstromsysteme • Grundlagen und Modellierung von Netzen <ul style="list-style-type: none"> ◦ Leitungen ◦ Transformatoren ◦ Synchronmaschinen ◦ Asynchronmaschinen ◦ Lasten und Kompensation ◦ Netzaufbau und Schaltanlagen • Grundlagen der Energieumwandlung <ul style="list-style-type: none"> ◦ Elektromechanische Energiewandlung ◦ Thermodynamische Grundlagen ◦ Kraftwerkstechnik ◦ Regenerative Energieumwandlung • Netzberechnung <ul style="list-style-type: none"> ◦ Netzmodellierung ◦ Lastflussrechnung ◦ Ausfallkriterium • Symmetrische Kurzschlussberechnung, Kurzschlussleistung • Netz- und Kraftwerksregelung • Netzschutz • Grundlagen der Netzplanung • Grundlagen der elektrischen Energiewirtschaft und -märkte
Literatur	K. Heuck, K.-D. Dettmann, D. Schulz: "Elektrische Energieversorgung", Vieweg + Teubner, 9. Auflage, 2013 A. J. Schwab: "Elektroenergiesysteme", Springer, 5. Auflage, 2017 R. Flösdorff: "Elektrische Energieverteilung" Vieweg + Teubner, 9. Auflage, 2008

Lehrveranstaltung L1671: Elektrische Energiesysteme I: Einführung in elektrische Energiesysteme	
Typ	Gruppenübung
SWS	2
LP	2
Arbeitsaufwand in Stunden	Eigenstudium 32, Präsenzstudium 28
Dozenten	Prof. Christian Becker
Sprachen	DE
Zeitraum	WiSe
Inhalt	<ul style="list-style-type: none"> • Aufbau und Entwicklungstendenzen der elektrischen Energieversorgung • Aufgaben und historische Entwicklung • symmetrische Drehstromsysteme • Grundlagen und Modellierung von Netzen <ul style="list-style-type: none"> ◦ Leitungen ◦ Transformatoren ◦ Synchronmaschinen ◦ Asynchronmaschinen ◦ Lasten und Kompensation ◦ Netzaufbau und Schaltanlagen • Grundlagen der Energieumwandlung <ul style="list-style-type: none"> ◦ Elektromechanische Energieumwandlung ◦ Thermodynamische Grundlagen ◦ Kraftwerkstechnik ◦ Regenerative Energieumwandlung • Netzberechnung <ul style="list-style-type: none"> ◦ Netzmodellierung ◦ Lastflussrechnung ◦ Ausfallkriterium • Symmetrische Kurzschlussberechnung, Kurzschlussleistung • Netz- und Kraftwerksregelung • Netzschutz • Grundlagen der Netzplanung • Grundlagen der elektrischen Energiewirtschaft und -märkte
Literatur	K. Heuck, K.-D. Dettmann, D. Schulz: "Elektrische Energieversorgung", Vieweg + Teubner, 9. Auflage, 2013 A. J. Schwab: "Elektroenergiesysteme", Springer, 5. Auflage, 2017 R. Flösdorff: "Elektrische Energieverteilung" Vieweg + Teubner, 9. Auflage, 2008

Modul M0742: Thermische Energiesysteme			
Lehrveranstaltungen			
Titel	Typ	SWS	LP
Thermische Energiesysteme (L0023)	Vorlesung	3	5
Thermische Energiesysteme (L0024)	Hörsaalübung	1	1
Modulverantwortlicher	Prof. Arne Speerforck		
Zulassungsvoraussetzungen	Keine		
Empfohlene Vorkenntnisse	Technische Thermodynamik I, II, Strömungsmechanik, Wärmeübertragung		
Modulziele/ angestrebte Lernergebnisse	Nach erfolgreicher Teilnahme haben die Studierenden die folgenden Lernergebnisse erreicht		
Fachkompetenz			
<i>Wissen</i>	Studierende kennen die verschiedenen Energiewandlungsstufen und den Unterschied zwischen einem Wirkungsgrad und einem Nutzungsgrad. Sie verfügen über vertiefte Grundkenntnisse in der Wärme- und Stoffübertragung, insbesondere hinsichtlich der Anwendung im Gebäude- und Fahrzeugbau. Sie sind mit dem Aufbau und dem Inhalt der Energiesparverordnung und weiterer Technischer Regeln vertraut. Sie wissen verschiedene Beheizsysteme in den Bereichen Haushalt und Kleinverbraucher, Gewerbe und Industrie zu unterscheiden und wie ein Beheizungssystem geregelt wird. Sie können für einen Feuerraum ein Modell mit den entsprechenden Wärmeströmen aufstellen und damit zeitliche Temperaturverläufe ermitteln. Sie beherrschen die Grundlagen der Schadstoffbildung bei Brennern von Kleinfeuerungen und wissen, wie Abgase gefahrlos abgeführt werden. Darüber hinaus sind sie mit objektorientierten Modellierungsarten von thermodynamischen Systemen vertraut.		
<i>Fertigkeiten</i>	Studierende sind in der Lage, den Wärmebedarf für unterschiedliche Beheizungsaufgaben zu ermitteln und die entsprechenden Komponenten eines Heizungssystems auszulegen. Sie können eine Rohrnetzrechnung durchführen und sind befähigt, einfache Planungsaufgaben unter Einbeziehung von Solarenergie selbstständig durchzuführen. Sie schreiben zur Lösung dynamischer Probleme selbst einfache Modelica-Programme und sind in der Lage, aktuelle Forschungsergebnisse in die Praxis zu übertragen bzw. wissenschaftliche Arbeiten auf dem Gebiet der Wärmetechnik selbstständig durchzuführen.		
Personale Kompetenzen			
<i>Sozialkompetenz</i>	Die Studierenden können in Kleingruppen diskutieren und einen Lösungsweg erarbeiten.		
<i>Selbstständigkeit</i>	Studierende sind in der Lage, eigenständig Aufgaben zu definieren, hierfür notwendiges Wissen aufbauend auf dem vermittelten Wissen selbst zu erarbeiten sowie geeignete Mittel zur Umsetzung einzusetzen.		
Arbeitsaufwand in Stunden	Eigenstudium 124, Präsenzstudium 56		
Leistungspunkte	6		
Studienleistung	Keine		
Prüfung	Klausur		
Prüfungsdauer und -umfang	60 min		
Zuordnung zu folgenden Curricula	Bioverfahrenstechnik: Vertiefung A - Allgemeine Bioverfahrenstechnik: Wahlpflicht Energietechnik: Vertiefung Energiesysteme: Pflicht Energietechnik: Vertiefung Schiffsmaschinenbau: Wahlpflicht Internationales Wirtschaftsingenieurwesen: Vertiefung II. Energie- und Umwelttechnik: Wahlpflicht Produktentwicklung, Werkstoffe und Produktion: Kernqualifikation: Wahlpflicht Regenerative Energien: Kernqualifikation: Pflicht Theoretischer Maschinenbau: Vertiefung Energietechnik: Wahlpflicht Verfahrenstechnik: Vertiefung Allgemeine Verfahrenstechnik: Wahlpflicht		

Lehrveranstaltung L0023: Thermische Energiesysteme	
Typ	Vorlesung
SWS	3
LP	5
Arbeitsaufwand in Stunden	Eigenstudium 108, Präsenzstudium 42
Dozenten	Prof. Arne Speerforck, Prof. Gerhard Schmitz
Sprachen	DE
Zeitraum	WiSe
Inhalt	<p>1. Einleitung</p> <p>2. Grundlagen der Wärmetechnik 2.1 Wärmeleitung 2.2 Konvektiver Wärmeübergang 2.3 Wärmestrahlung 2.4 Wärmedurchgang 2.5 Verbrennungstechnische Kennzahlen 2.6 Elektrische Erwärmung 2.7 Wasserdampfdiffusion</p> <p>3. Heizungssysteme 3.1. Warmwasserheizungen 3.2 Anlagen zur Warmwasserbereitung 3.3 Rohrnetzberechnung 3.4 Wärmeerzeuger 3.5 Warmluftheizungen 3.6 Strahlungsheizungen</p> <p>4 .Wärme- und Wärmebehandlungssysteme 4.1 Industrieöfen 4.2 Schmelzanlagen 4.3 Trocknungsanlagen 4.4 Schadstoffemissionen 4.5 Schornsteinberechnungsverfahren 4.6 Energiemesssysteme</p> <p>5. Verordnung und Normen 5.1 Gebäude 5.2 Industrielle und gewerbliche Anlagen</p>
Literatur	<ul style="list-style-type: none"> • Schmitz, G.: Klimaanlage, Skript zur Vorlesung • VDI Wärmeatlas, 11. Auflage, Springer Verlag, Düsseldorf 2013 • Herwig, H.; Moschallski, A.: Wärmeübertragung, Vieweg+Teubner Verlag, Wiesbaden 2009 • Recknagel, H.; Sprenger, E.; Schrammek, E.-R.: Taschenbuch für Heizung- und Klimatechnik 2013/2014, 76. Auflage, Deutscher Industrieverlag, 2013

Lehrveranstaltung L0024: Thermische Energiesysteme	
Typ	Hörsaalübung
SWS	1
LP	1
Arbeitsaufwand in Stunden	Eigenstudium 16, Präsenzstudium 14
Dozenten	Prof. Arne Speerforck, Prof. Gerhard Schmitz
Sprachen	DE
Zeitraum	WiSe
Inhalt	Siehe korrespondierende Vorlesung
Literatur	Siehe korrespondierende Vorlesung

Modul M1037: Dampfturbinen in Energie-, Umwelt- und Antriebstechnik			
Lehrveranstaltungen			
Titel	Typ	SWS	LP
Dampfturbinen in Energie, Umwelt- und Antriebstechnik (L1286)	Vorlesung	3	5
Dampfturbinen in Energie, Umwelt- und Antriebstechnik (L1287)	Gruppenübung	1	1
Modulverantwortlicher	Dr. Christian Scharfetter		
Zulassungsvoraussetzungen	Keine		
Empfohlene Vorkenntnisse	<ul style="list-style-type: none"> "Wärme kraftwerke" "Technische Thermodynamik I & II" "Strömungsmechanik" 		
Modulziele/ angestrebte Lernergebnisse	Nach erfolgreicher Teilnahme haben die Studierenden die folgenden Lernergebnisse erreicht		
Fachkompetenz	<p><i>Wissen</i> Nach dem erfolgreichen Absolvieren des Moduls sollten die Studierenden in der Lage sein:</p> <ul style="list-style-type: none"> die wesentlichen Bauteile und Baugruppen von Dampfturbinen zu benennen und zu unterscheiden die wesentlichen Randbedingungen für den Einsatz von Dampfturbinen zu beschreiben und zu erläutern verschiedene Bauarten zu klassifizieren und zwischen Turbinen entsprechend der Baugrößen und deren Einsatzbereichen zu differenzieren die thermodynamischen Vorgänge zu beschreiben und daraus konstruktive Merkmale sowie Charakteristika beim Einsatz abzuleiten eine Turbinenstufe sowie eine Stufengruppe thermodynamisch zu berechnen weitere Teilsysteme der Turbine zu berechnen bzw. abzuschätzen und zu beurteilen Diagramme zum Beschreiben der Einsatzbereiche und konstruktive Merkmale zu skizzieren den konstruktiven Aufbau zu untersuchen sowie aus thermodynamischen Anforderungen auf konstruktive Merkmale rückzuschließen Einsatzbereiche unterschiedlicher Maschinentypen zu diskutieren und begründen grundlegend thermodynamische Auslegungen hinsichtlich der Einbindung in Wärmekreisläufe zu beurteilen. <p><i>Fertigkeiten</i> In dem Modul erlernen die Studierenden die grundsätzliche Handhabung und Methoden bei der Auslegung und betriebliche Bewertung von komplexen Anlagen und sind mit der Suche von Optimierungen vertraut:</p> <ul style="list-style-type: none"> erwerben die Fähigkeit zur Beurteilung der Potenziale verschiedener Energiequellen, die thermisch nutzbar sind, aus energiewirtschaftlicher und technischer Sicht können die Leistungsfähigkeit und technischen Grenzen des Einsatzes der unterschiedlichen Energiequellen zur Versorgung des Netzes mit Grundlast und Regelenergie bewerten können auf der Grundlage von Kenntnissen über die Auswirkungen des Kraftwerksbetriebes auf die Komponentenintegrität Anforderungen zur Vorsorge an die Vermeidung von Schäden benennen können anhand der übergeordneten Anforderungen unterschiedlicher Regelwerke wesentliche Anforderungen an das Management und die Auslegung von Thermischen Kraftwerken benennen. <p>Personale Kompetenzen</p> <p><i>Sozialkompetenz</i> Durch das Modul erlernen die Studierenden:</p> <ul style="list-style-type: none"> das gemeinsame Erarbeiten von Lösungswegen Hilfsbereitschaft gegenüber anderen Studierenden das Führen von Diskussionen Vertreten von Arbeitsergebnissen das respektvolle Zusammenarbeiten im Team. <p><i>Selbstständigkeit</i> Durch das Modul erlernen die Studierenden das selbstständige Erarbeiten eines Themenkomplexes unter Berücksichtigung unterschiedlicher Aspekte sowie das eigenständige Übertragen von Einzelfunktionen in einen Systemzusammenhang.</p> <p>Die Studierenden bekommen die Fähigkeit Wissen selbständig zu erschließen und das erworbene Wissen auch auf neue Fragestellungen transferieren zu können.</p>		
Arbeitsaufwand in Stunden	Eigenstudium 124, Präsenzstudium 56		
Leistungspunkte	6		
Studienleistung	Keine		
Prüfung	Klausur		
Prüfungsdauer und -umfang	180 Minuten		
Zuordnung zu folgenden Curricula	Internationales Wirtschaftsingenieurwesen: Vertiefung II. Energie- und Umwelttechnik: Wahlpflicht Theoretischer Maschinenbau: Vertiefung Energietechnik: Wahlpflicht		

Lehrveranstaltung L1286: Dampfturbinen in Energie, Umwelt- und Antriebstechnik	
Typ	Vorlesung
SWS	3
LP	5
Arbeitsaufwand in Stunden	Eigenstudium 108, Präsenzstudium 42
Dozenten	Dr. Christian Scharfetter
Sprachen	DE
Zeitraum	WiSe
Inhalt	<ul style="list-style-type: none"> • Einführung • Bauelemente einer Dampfturbine • Energieumsetzung in einer Dampfturbine • Dampfturbinen-Bauarten • Verhalten von Dampfturbinen • Stopfbuchssysteme bei Dampfturbinen • Axialschub • Regelung von Dampfturbinen • Festigkeitsberechnung der Beschau felung • Schaufel- und Rotorschwingungen • Grundlagen für den sicheren Dampfturbinenbetrieb • Anwendungen in konventionellen und regenerativen Kraftwerken • Anbindung an thermische und elektrische Energienetze, Schnittstellen • konventionelle und regenerative Kraftwerkskonzepte, Antriebstechnik • Analyse des globalen Energieversorgungsmarktes • Anwendungen in konventionellen und regenerativen Kraftwerken • Unterschiedliche Kraftwerkskonzepte und deren Einfluss auf die Dampfturbine (Motor- und Gasturbinenkraftwerke mit Abwärmenutzung, Geothermie, Solarthermie, nukleare Energie, Biomasse, Biogas, Müllverbrennung) dafür erforderliche Grundlagen von Motoren und Gasturbinen sowie Anlagentechnik aus den verschiedenen Bereichen. • klassische Kraftwärmekopplung sowie Stromerzeugung als Kombinationsprodukt der produzierenden Industrie • Einfluss der Veränderung im Energie Markt, Betriebsprofile • Anwendungen in der Antriebstechnik • Betriebs- und Wartungskonzepte <p>Die Vertiefung des Vorlesungsstoffes erfolgt anhand von Beispielaufgaben sowie von zwei Exkursionen</p>
Literatur	<ul style="list-style-type: none"> • Traupel, W.: Thermische Turbomaschinen. Berlin u. a., Springer (TUB HH: Signatur MSI-105) • Menny, K.: Strömungsmaschinen: hydraulische und thermische Kraft- und Arbeitsmaschinen. Ausgabe: 5. Wiesbaden, Teubner, 2006 (TUB HH: Signatur MSI-121) • Bohl, W.: Aufbau und Wirkungsweise. Ausgabe 6. Würzburg, Vogel, 1994 (TUB HH: Signatur MSI-109) • Bohl, W.: Berechnung und Konstruktion. Ausgabe 6. Aufl. Würzburg, Vogel, 1999 (TUB HH: Signatur MSI-110)

Lehrveranstaltung L1287: Dampfturbinen in Energie, Umwelt- und Antriebstechnik	
Typ	Gruppenübung
SWS	1
LP	1
Arbeitsaufwand in Stunden	Eigenstudium 16, Präsenzstudium 14
Dozenten	Dr. Christian Scharfetter
Sprachen	DE
Zeitraum	WiSe
Inhalt	Siehe korrespondierende Vorlesung
Literatur	Siehe korrespondierende Vorlesung

Modul M0512: Solarenergienutzung			
Lehrveranstaltungen			
Titel	Typ	SWS	LP
Energiemeteorologie (L0016)	Vorlesung	1	1
Energiemeteorologie (L0017)	Gruppenübung	1	1
Kollektortechnik (L0018)	Vorlesung	2	2
Solare Stromerzeugung (L0015)	Vorlesung	2	2
Modulverantwortlicher	Prof. Martin Kaltschmitt		
Zulassungsvoraussetzungen	Keine		
Empfohlene Vorkenntnisse	keine		
Modulziele/ angestrebte Lernergebnisse	Nach erfolgreicher Teilnahme haben die Studierenden die folgenden Lernergebnisse erreicht		
Fachkompetenz			
<i>Wissen</i>	Mit Abschluss dieses Moduls können die Studierenden sich fachliche mit Grundlagen und mit aktuellen Fragen und Problemen aus dem Gebiet der Solarenergienutzung auseinandersetzen und diese unter Einbeziehung vorheriger Lehrinhalte und aktueller Problematiken erläutern und kritisch Stellung dazu beziehen. Sie können insbesondere die Prozesse innerhalb einer Solarzelle fachlich beschreiben und die Besonderheiten bei der Anwendung von Solarmodulen erläutern. Des Weiteren können sie einen Überblick über die Kollektortechnik in solarthermischen Anlagen geben.		
<i>Fertigkeiten</i>	Die Studierenden können mit Abschluss dieses Moduls die erlernten Grundlagen auf beispielhafte solarstrahlungsnutzende Energiesysteme anwenden und in diesem Zusammenhang unter anderem Potenziale und Grenzen solarer Energieerzeugungsanlagen für verschiedene geografische Bedingungen einschätzen und beurteilen. Sie sind in der Lage unter gegebenen Randbedingungen solare Energieerzeugungsanlagen technische effizient zu dimensionieren und mit der Nutzung modulübergreifendes Wissens ökonomisch und ökologisch zu beurteilen. Dafür notwendige Berechnungsmethoden innerhalb der Strahlungslehre können sie auswählen und aufgabenspezifisch anwenden.		
Personale Kompetenzen			
<i>Sozialkompetenz</i>	Die Studierenden können Problemstellungen in den angrenzenden Themengebieten im Bereich erneuerbarer Energien, die innerhalb des Moduls vertieft wurden, diskutieren.		
<i>Selbstständigkeit</i>	Die Studierenden können sich selbstständig Quellen auf Basis der Vorlesungsschwerpunkte über das Fachgebiet erschließen und Wissen aneignen. Des Weiteren können die Studierenden angeleitet durch Lehrende eigenständig Berechnungsmethoden zur Potenzialanalyse und technischen Auslegung von solaren Energiesystemen durchführen und auf dieser Basis Ihren jeweiligen Lernstand einschätzen und eventuell weitere Arbeitsschritte definieren.		
Arbeitsaufwand in Stunden	Eigenstudium 96, Präsenzstudium 84		
Leistungspunkte	6		
Studienleistung	Keine		
Prüfung	Klausur		
Prüfungsdauer und -umfang	3 Stunden		
Zuordnung zu folgenden Curricula	Energietechnik: Vertiefung Energiesysteme: Wahlpflicht Internationales Wirtschaftsingenieurwesen: Vertiefung II. Regenerative Energien: Wahlpflicht Internationales Wirtschaftsingenieurwesen: Vertiefung II. Energie- und Umwelttechnik: Wahlpflicht Regenerative Energien: Kernqualifikation: Pflicht Theoretischer Maschinenbau: Vertiefung Energietechnik: Wahlpflicht Verfahrenstechnik: Vertiefung Umweltverfahrenstechnik: Wahlpflicht		

Lehrveranstaltung L0016: Energiemeteorologie	
Typ	Vorlesung
SWS	1
LP	1
Arbeitsaufwand in Stunden	Eigenstudium 16, Präsenzstudium 14
Dozenten	Dr. Volker Matthias, Dr. Beate Geyer
Sprachen	DE
Zeitraum	SoSe
Inhalt	<ul style="list-style-type: none"> • Einführung: Strahlungsquelle Sonne, Astronomische Grundlagen, Grundlagen der Strahlung • Aufbau der Atmosphäre • Eigenschaften und Gesetze von Strahlung <ul style="list-style-type: none"> ◦ Polarisation ◦ Strahlungsgrößen ◦ Plancksches Strahlungsgesetz ◦ Wiensches Verschiebungsgesetz ◦ Stefan-Boltzmann Gesetz ◦ Das Kirchhoffsche Gesetz ◦ Helligkeitstemperatur ◦ Absorption, Reflexion, Transmission • Strahlungsbilanz, Globalstrahlung, Energiebilanz • Atmosphärische Extinktion • Mie- und Rayleigh-Streuung • Strahlungstransfer • Optische Effekte in der Atmosphäre • Berechnung Sonnenstand und Berechnung Strahlung auf geneigte Flächen
Literatur	<ul style="list-style-type: none"> • Helmut Kraus: Die Atmosphäre der Erde • Hans Häckel: Meteorologie • Grant W. Petty: A First Course in Atmospheric Radiation • Martin Kaltschmitt, Wolfgang Streicher, Andreas Wiese: Renewable Energy • Alexander Löw, Volker Matthias: Skript Optik Strahlung Fernerkundung

Lehrveranstaltung L0017: Energiemeteorologie	
Typ	Gruppenübung
SWS	1
LP	1
Arbeitsaufwand in Stunden	Eigenstudium 16, Präsenzstudium 14
Dozenten	Dr. Beate Geyer
Sprachen	DE
Zeitraum	SoSe
Inhalt	Siehe korrespondierende Vorlesung
Literatur	Siehe korrespondierende Vorlesung

Lehrveranstaltung L0018: Kollektortechnik	
Typ	Vorlesung
SWS	2
LP	2
Arbeitsaufwand in Stunden	Eigenstudium 32, Präsenzstudium 28
Dozenten	Prof. Agis Papadopoulos
Sprachen	DE
Zeitraum	SoSe
Inhalt	<ul style="list-style-type: none"> • Einführung: Energiebedarf und Anwendung der Sonnenenergie. • Wärmeübertragung in der Solarthermie: Wärmeleitung, Konvektion, Wärmestrahlung. • Kollektoren: Arten, Aufbau, Wirkungsgrad, Dimensionierung, konzentrierende Systeme. • Energiespeicher: Anforderungen, Arten. • Passive Sonnenenergienutzung: Komponenten und Systeme. • Solarthermische Niedertemperatursysteme: Kollektorvarianten, Aufbau, Berechnung. • Solarthermische Hochtemperatursysteme: Klassifizierung von Solarkraftwerke, Aufbau. • Solare Klimatisierung.
Literatur	<ul style="list-style-type: none"> • Vorlesungsskript. • Kaltschmitt, Streicher und Wiese (Hrsg.). Erneuerbare Energien: Systemtechnik, Wirtschaftlichkeit, Umweltaspekte, 5. Auflage, Springer, 2013. • Stieglitz und Heinzel .Thermische Solarenergie: Grundlagen, Technologie, Anwendungen. Springer, 2012. • Von Böckh und Wetzel. Wärmeübertragung: Grundlagen und Praxis, Springer, 2011. • Baehr und Stephan. Wärme- und Stoffübertragung. Springer, 2009. • de Vos. Thermodynamics of solar energy conversion. Wiley-VCH, 2008. • Mohr, Svoboda und Unger. Praxis solarthermischer Kraftwerke. Springer, 1999.

Lehrveranstaltung L0015: Solare Stromerzeugung	
Typ	Vorlesung
SWS	2
LP	2
Arbeitsaufwand in Stunden	Eigenstudium 32, Präsenzstudium 28
Dozenten	Martin Schlecht, Paola Pignatelli, Prof. Alf Mews, Roman Fritsches-Baguhi
Sprachen	DE
Zeitraum	SoSe
Inhalt	<p>Photovoltaik:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Einführung 2. Primärenergien und Verbrauch, verfügbare Sonnenenergie 3. Physik der idealen Solarzelle 4. Lichtabsorption, PN-Übergang, charakteristische Größen der Solarzelle, Wirkungsgrad 5. Physik der realen Solarzelle 6. Ladungsträgerrekombination, Kennlinien, Sperrschichtrekombination, Ersatzschaltbild 7. Erhöhung der Effizienz 8. Methoden zur Erhöhung der Quantenausbeute und Verringerung der Rekombination 9. Hetero- und Tandemstrukturen 10. Hetero-Übergang, Schottky-, elektrochemische, MIS- und SIS-Zelle, Tandem-Zelle 11. Konzentratorzellen 12. Konzentrator-Optiken und Nachführsysteme, Konzentratorzellen 13. Technologie und Eigenschaften: Solarzellentypen, Herstellung, einkristallines Silizium und Galliumarsenid, polykristalline Silizium- und Silizium-Dünnschichtzellen, Dünnschichtzellen auf Trägern (amorphes Silizium, CIS, elektrochemische Zellen) 14. Module 15. Schaltungen <p>Konzentrierende Solarkraftwerke:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Einführung 2. Punkt-fokussierte Technologien 3. Linien-fokussierte Technologien 4. Auslegung CSP-Projekte
Literatur	<ul style="list-style-type: none"> • A. Götzberger, B. Voß, J. Knobloch: Sonnenenergie: Photovoltaik, Teubner Studienskripten, Stuttgart, 1995 • A. Götzberger: Sonnenenergie: Photovoltaik : Physik und Technologie der Solarzelle, Teubner Stuttgart, 1994 • H.-J. Lewerenz, H. Jungblut: Photovoltaik, Springer, Berlin, Heidelberg, New York, 1995 • A. Götzberger: Photovoltaic solar energy generation, Springer, Berlin, 2005 • C. Hu, R. M. White: Solar Cells, Mc Graw Hill, New York, 1983 • H.-G. Wagemann: Grundlagen der photovoltaischen Energiewandlung: Solarstrahlung, Halbleitereigenschaften und Solarzellenkonzepte, Teubner, Stuttgart, 1994 • R. J. van Overstraeten, R.P. Mertens: Physics, technology and use of photovoltaics, Adam Hilger Ltd, Bristol and Boston, 1986 • B. O. Seraphin: Solar energy conversion Topics of applied physics V 01 31, Springer, Berlin, Heidelberg, New York, 1995 • P. Würfel: Physics of Solar cells, Principles and new concepts, Wiley-VCH, Weinheim 2005 • U. Rindelhardt: Photovoltaische Stromversorgung, Teubner-Reihe Umwelt, Stuttgart 2001 • V. Quaschnig: Regenerative Energiesysteme, Hanser, München, 2003 • G. Schmitz: Regenerative Energien, Ringvorlesung TU Hamburg-Harburg 1994/95, Institut für Energietechnik

Modul M1182: Technischer Ergänzungskurs für TMBMS (laut FSPO)			
Lehrveranstaltungen			
Titel	Typ	SWS	LP
Modulverantwortlicher	Prof. Robert Seifried		
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	Theoretischer Maschinenbau: Vertiefung Produktentwicklung und Produktion: Wahlpflicht Theoretischer Maschinenbau: Vertiefung Flugzeug-Systemtechnik: Wahlpflicht Theoretischer Maschinenbau: Vertiefung Materialwissenschaften: Wahlpflicht Theoretischer Maschinenbau: Vertiefung Maritime Technik: Wahlpflicht Theoretischer Maschinenbau: Vertiefung Energietechnik: Wahlpflicht Theoretischer Maschinenbau: Vertiefung Bio- und Medizintechnik: Wahlpflicht Theoretischer Maschinenbau: Vertiefung Robotik und Informatik: Wahlpflicht Theoretischer Maschinenbau: Vertiefung Simulationstechnik: Wahlpflicht		

Modul M0721: Klimaanlage			
Lehrveranstaltungen			
Titel	Typ	SWS	LP
Klimaanlagen (L0594)	Vorlesung	3	5
Klimaanlagen (L0595)	Hörsaalübung	1	1
Modulverantwortlicher	Prof. Arne Speerforck		
Zulassungsvoraussetzungen	Keine		
Empfohlene Vorkenntnisse	Technische Thermodynamik I, II, Strömungsmechanik, Wärmeübertragung		
Modulziele/ angestrebte Lernergebnisse	Nach erfolgreicher Teilnahme haben die Studierenden die folgenden Lernergebnisse erreicht		
Fachkompetenz			
<i>Wissen</i>	Studierende kennen die verschiedenen Arten von Klimaanlage und die dazugehörenden Regelungskonzepte für stationäre und mobile Anwendungen. Sie beherrschen die Zustandsänderungen feuchter Luft im h_1+x,x -Diagramm. Sie sind in der Lage die aus hygienischen Gründen notwendigen Luftvolumenströme für Aufenthaltsräume von Personen zu bestimmen und können dazu die geeigneten Filterverfahren auswählen. Ihnen sind grundlegende Raumströmungszustände bekannt und sie können einfache Verfahren zur Berechnung einer Strömung in Räumen anwenden. Sie wissen, wie ein Kanalnetz ausgelegt und berechnet wird. Sie sind mit verschiedenen Verfahren zur Erzeugung von Kälte vertraut und können die entsprechenden Prozesse in den geeigneten thermodynamischen Diagrammen darstellen. Sie kennen die verschiedenen Umweltbewertungskriterien für Kältemittel.		
<i>Fertigkeiten</i>	Studierende beherrschen die Berechnung von Klimaanlage für stationäre und mobile Anwendungen. Sie können eine Kanalnetzberechnung durchführen und sind befähigt, einfache Planungsaufgaben selbstständig unter Berücksichtigung der Einbindung natürlicher Wärmequellen und -senken durchzuführen. Sie sind in der Lage aktuelle Forschungsergebnisse in die Praxis zu übertragen und wissenschaftliche Arbeiten auf dem Gebiet der Klimatechnik selbstständig durchzuführen.		
Personale Kompetenzen			
<i>Sozialkompetenz</i>	Die Studierenden können in Kleingruppen diskutieren und einen Lösungsweg erarbeiten.		
<i>Selbstständigkeit</i>	Studierende sind in der Lage, eigenständig Aufgaben zu definieren, hierfür notwendiges Wissen aufbauend auf dem vermittelten Wissen selbst zu erarbeiten sowie geeignete Mittel zur Umsetzung einzusetzen.		
Arbeitsaufwand in Stunden	Eigenstudium 124, Präsenzstudium 56		
Leistungspunkte	6		
Studienleistung	Keine		
Prüfung	Klausur		
Prüfungsdauer und -umfang	60 min		
Zuordnung zu folgenden Curricula	Energietechnik: Vertiefung Energiesysteme: Wahlpflicht Energietechnik: Vertiefung Schiffsmaschinenbau: Wahlpflicht Internationales Wirtschaftsingenieurwesen: Vertiefung II. Energie- und Umwelttechnik: Wahlpflicht Internationales Wirtschaftsingenieurwesen: Vertiefung II. Luftfahrtsysteme: Wahlpflicht Theoretischer Maschinenbau: Vertiefung Energietechnik: Wahlpflicht Verfahrenstechnik: Vertiefung Allgemeine Verfahrenstechnik: Wahlpflicht		

Lehrveranstaltung L0594: Klimaanlage	
Typ	Vorlesung
SWS	3
LP	5
Arbeitsaufwand in Stunden	Eigenstudium 108, Präsenzstudium 42
Dozenten	Prof. Arne Speerforck, Prof. Gerhard Schmitz
Sprachen	DE
Zeitraum	SoSe
Inhalt	1. Überblick über Klimaanlage 1.1 Einteilung von Klimaanlage1.2 Lüftung1.3 Aufbau und Funktion von Klimaanlage2. Thermodynamische Prozesse in Klimaanlage2.1 Das h,x -Diagramm für feuchte Luft2.2 Mischkammer, Vorwärmer, Nachwärmer2.3 Luftkühler2.4 Luftbefeuchter2.5 Darstellung des konventionellen Klimaanlageprozesses im h,x -Diagramm2.6 Sorptionsgestützte Klimatisierung3. Berechnung der Heiz- und Kühlleistung3.1 Heizlast und Heizleistung3.2 Kühllasten und Kühlleistung3.3 Berechnung der inneren Kühllast3.4 Berechnung der äußeren Kühllast4. Lufttechnische Anlagen4.1 Frischluftbedarf4.2 Raumluftströmung4.3 Kanalnetzrechnung4.4 Ventilatoren4.5 Filter5. Kälteanlagen5.1. Kaltdampfkomppressionskälteanlagen5.2Absorptionskälteanlagen
Literatur	<ul style="list-style-type: none"> • Schmitz, G.: Klimaanlage, Skript zur Vorlesung • VDI Wärmeatlas, 11. Auflage, Springer Verlag, Düsseldorf 2013 • Herwig, H.; Moschallski, A.: Wärmeübertragung, Vieweg+Teubner Verlag, Wiesbaden 2009 • Recknagel, H.; Sprenger, E.; Schrammek, E.-R.: Taschenbuch für Heizung- und Klimatechnik 2013/2014, 76. Auflage, Deutscher Industrieverlag, 2013

Lehrveranstaltung L0595: Klimaanlage	
Typ	Hörsaalübung
SWS	1
LP	1
Arbeitsaufwand in Stunden	Eigenstudium 16, Präsenzstudium 14
Dozenten	Prof. Arne Speerforck, Prof. Gerhard Schmitz
Sprachen	DE
Zeitraum	SoSe
Inhalt	Siehe korrespondierende Vorlesung
Literatur	Siehe korrespondierende Vorlesung

Modul M0906: Numerical Simulation and Lagrangian Transport			
Lehrveranstaltungen			
Titel		Typ	SWS
Lagrangischer Transport in turbulenten Strömungen (L2301)		Vorlesung	2
Numerische Strömungssimulation - Übung mit OpenFoam (L1375)		Gruppenübung	1
Numerische Strömungssimulation in der Verfahrenstechnik (L1052)		Vorlesung	2
Modulverantwortlicher	Prof. Michael Schlüter		
Zulassungsvoraussetzungen	None		
Empfohlene Vorkenntnisse	<ul style="list-style-type: none"> • Mathematics I-IV • Basic knowledge in Fluid Mechanics • Basic knowledge in chemical thermodynamics 		
Modulziele/ angestrebte Lernergebnisse	Nach erfolgreicher Teilnahme haben die Studierenden die folgenden Lernergebnisse erreicht		
Fachkompetenz			
<i>Wissen</i>	After successful completion of the module the students are able to <ul style="list-style-type: none"> • explain the the basic principles of statistical thermodynamics (ensembles, simple systems) • describe the main approaches in classical Molecular Modeling (Monte Carlo, Molecular Dynamics) in various ensembles • discuss examples of computer programs in detail, • evaluate the application of numerical simulations, • list the possible start and boundary conditions for a numerical simulation. 		
<i>Fertigkeiten</i>	The students are able to: <ul style="list-style-type: none"> • set up computer programs for solving simple problems by Monte Carlo or molecular dynamics, • solve problems by molecular modeling, • set up a numerical grid, • perform a simple numerical simulation with OpenFoam, • evaluate the result of a numerical simulation. 		
Personale Kompetenzen			
<i>Sozialkompetenz</i>	The students are able to <ul style="list-style-type: none"> • develop joint solutions in mixed teams and present them in front of the other students, • to collaborate in a team and to reflect their own contribution toward it. 		
<i>Selbstständigkeit</i>	The students are able to: <ul style="list-style-type: none"> • evaluate their learning progress and to define the following steps of learning on that basis, • evaluate possible consequences for their profession. 		
Arbeitsaufwand in Stunden	Eigenstudium 110, Präsenzstudium 70		
Leistungspunkte	6		
Studienleistung	Keine		
Prüfung	Mündliche Prüfung		
Prüfungsdauer und -umfang	30 min		
Zuordnung zu folgenden Curricula	Bioverfahrenstechnik: Vertiefung A - Allgemeine Bioverfahrenstechnik: Wahlpflicht Bioverfahrenstechnik: Vertiefung B - Industrielle Bioverfahrenstechnik: Wahlpflicht Chemical and Bioprocess Engineering: Vertiefung Chemische Verfahrenstechnik: Wahlpflicht Chemical and Bioprocess Engineering: Vertiefung Allgemeine Verfahrenstechnik: Wahlpflicht Theoretischer Maschinenbau: Vertiefung Energietechnik: Wahlpflicht Theoretischer Maschinenbau: Vertiefung Simulationstechnik: Wahlpflicht Verfahrenstechnik: Vertiefung Chemische Verfahrenstechnik: Wahlpflicht Verfahrenstechnik: Vertiefung Allgemeine Verfahrenstechnik: Wahlpflicht		

Lehrveranstaltung L2301: Lagrangian transport in turbulent flows	
Typ	Vorlesung
SWS	2
LP	3
Arbeitsaufwand in Stunden	Eigenstudium 62, Präsenzstudium 28
Dozenten	Dr. Yan Jin
Sprachen	EN
Zeitraum	SoSe
Inhalt	Contents <ul style="list-style-type: none"> - Common variables and terms for characterizing turbulence (energy spectra, energy cascade, etc.) - An overview of Lagrange analysis methods and experiments in fluid mechanics - Critical examination of the concept of turbulence and turbulent structures.

	<p>-Calculation of the transport of ideal fluid elements and associated analysis methods (absolute and relative diffusion, Lagrangian Coherent Structures, etc.)</p> <p>- Implementation of a Runge-Kutta 4th-order in Matlab</p> <p>- Introduction to particle integration using ODE solver from Matlab</p> <p>- Problems from turbulence research</p> <p>- Application analytical methods with Matlab.</p> <p>Structure:</p> <p>- 14 units a 2x45 min.</p> <p>- 10 units lecture</p> <p>- 4 Units Matlab Exercise- Go through the exercises Matlab, Peer2Peer? Explain solutions to your colleague</p> <p>Learning goals:</p> <p>Students receive very specific, in-depth knowledge from modern turbulence research and transport analysis. → Knowledge</p> <p>The students learn to classify the acquired knowledge, they study approaches to further develop the knowledge themselves and to relate different data sources to each other. → Knowledge, skills</p> <p>The students are trained in the personal competence to independently delve into and research a scientific topic. → Independence</p> <p>Matlab exercises in small groups during the lecture and guided Peer2Peer discussion rounds train communication skills in complex situations. The mixture of precise language and intuitive understanding is learnt. → Knowledge, social competence</p> <p>Required knowledge:</p> <p>Fluid mechanics 1 and 2 advantageous</p> <p>Programming knowledge advantageous</p>
<p>Literatur</p>	<p>Bakunin, Oleg G. (2008): Turbulence and Diffusion. Scaling Versus Equations. Berlin [u. a.]: Springer Verlag.</p> <p>Bourgoin, Mickaël; Ouellette, Nicholas T.; Xu, Haitao; Berg, Jacob; Bodenschatz, Eberhard (2006): The role of pair dispersion in turbulent flow. In: Science (New York, N.Y.) 311 (5762), S. 835-838. DOI: 10.1126/science.1121726.</p> <p>Davidson, P. A. (2015): Turbulence. An introduction for scientists and engineers. Second edition. Oxford: Oxford Univ. Press.</p> <p>Graff, L. S.; Guttu, S.; LaCasce, J. H. (2015): Relative Dispersion in the Atmosphere from Reanalysis Winds. In: J. Atmos. Sci. 72 (7), S. 2769-2785. DOI: 10.1175/JAS-D-14-0225.1.</p> <p>Grigoriev, Roman (2011): Transport and Mixing in Laminar Flows. Weinheim, Germany: Wiley-VCH Verlag GmbH & Co. KGaA.</p> <p>Haller, George (2015): Lagrangian Coherent Structures. In: Annu. Rev. Fluid Mech. 47 (1), S. 137-162. DOI: 10.1146/annurev-fluid-010313-141322.</p> <p>Kameke, A. von; Huhn, F.; Fernández-García, G.; Muñuzuri, A. P.; Pérez-Muñuzuri, V. (2010): Propagation of a chemical wave front in a quasi-two-dimensional superdiffusive flow. In: Physical review. E, Statistical, nonlinear, and soft matter physics 81 (6 Pt 2), S. 66211. DOI: 10.1103/PhysRevE.81.066211.</p> <p>Kameke, A. von; Huhn, F.; Fernández-García, G.; Muñuzuri, A. P.; Pérez-Muñuzuri, V. (2011): Double cascade turbulence and Richardson dispersion in a horizontal fluid flow induced by Faraday waves. In: Physical review letters 107 (7), S. 74502. DOI: 10.1103/PhysRevLett.107.074502.</p> <p>Kameke, A.v.; Kastens, S.; Rüttinger, S.; Herres-Pawlis, S.; Schlüter, M. (2019): How coherent structures dominate the residence time in a bubble wake: An experimental example. In: Chemical Engineering Science 207, S. 317-326. DOI: 10.1016/j.ces.2019.06.033.</p> <p>Klages, Rainer; Radons, Günter; Sokolov, Igor M. (2008): Anomalous Transport: Wiley.</p> <p>LaCasce, J. H. (2008): Statistics from Lagrangian observations. In: Progress in Oceanography 77 (1), S. 1-29. DOI: 10.1016/j.pocean.2008.02.002.</p> <p>Neufeld, Zoltán; Hernández-García, Emilio (2009): Chemical and Biological Processes in Fluid Flows: PUBLISHED BY IMPERIAL COLLEGE PRESS AND DISTRIBUTED BY WORLD SCIENTIFIC PUBLISHING CO.</p> <p>Onu, K.; Huhn, F.; Haller, G. (2015): LCS Tool: A computational platform for Lagrangian coherent structures. In: Journal of Computational Science 7, S. 26-36. DOI: 10.1016/j.jocs.2014.12.002.</p> <p>Ouellette, Nicholas T.; Xu, Haitao; Bourgoin, Mickaël; Bodenschatz, Eberhard (2006): An experimental study of turbulent relative dispersion models. In: New J. Phys. 8 (6), S. 109. DOI: 10.1088/1367-2630/8/6/109.</p> <p>Pope, Stephen B. (2000): Turbulent Flows. Cambridge: Cambridge University Press.</p>

Rivera, M. K.; Ecke, R. E. (2005): Pair dispersion and doubling time statistics in two-dimensional turbulence. In: Physical review letters 95 (19), S. 194503. DOI: 10.1103/PhysRevLett.95.194503.

Vallis, Geoffrey K. (2010): Atmospheric and oceanic fluid dynamics. Fundamentals and large-scale circulation. 5. printing. Cambridge: Cambridge Univ. Press.

Lehrveranstaltung L1375: Computational Fluid Dynamics - Exercises in OpenFoam	
Typ	Gruppenübung
SWS	1
LP	1
Arbeitsaufwand in Stunden	Eigenstudium 16, Präsenzstudium 14
Dozenten	Prof. Michael Schlüter
Sprachen	EN
Zeitraum	SoSe
Inhalt	<ul style="list-style-type: none"> • generation of numerical grids with a common grid generator • selection of models and boundary conditions • basic numerical simulation with OpenFoam within the TUHH CIP-Pool
Literatur	OpenFoam Tutorials (StudIP)

Lehrveranstaltung L1052: Computational Fluid Dynamics in Process Engineering	
Typ	Vorlesung
SWS	2
LP	2
Arbeitsaufwand in Stunden	Eigenstudium 32, Präsenzstudium 28
Dozenten	Prof. Michael Schlüter
Sprachen	EN
Zeitraum	SoSe
Inhalt	<ul style="list-style-type: none"> • Introduction into partial differential equations • Basic equations • Boundary conditions and grids • Numerical methods • Finite difference method • Finite volume method • Time discretisation and stability • Population balance • Multiphase Systems • Modeling of Turbulent Flows • Exercises: Stability Analysis • Exercises: Example on CFD - analytically/numerically
Literatur	<p>Paschedag A.R.: CFD in der Verfahrenstechnik: Allgemeine Grundlagen und mehrphasige Anwendungen, Wiley-VCH, 2004 ISBN 3-527-30994-2.</p> <p>Ferziger, J.H.; Peric, M.: Numerische Strömungsmechanik. Springer-Verlag, Berlin, 2008, ISBN: 3540675868.</p> <p>Ferziger, J.H.; Peric, M.: Computational Methods for Fluid Dynamics. Springer, 2002, ISBN 3-540-42074-6</p>

Modul M0511: Elektrische Energie aus Solarstrahlung und Windkraft			
Lehrveranstaltungen			
Titel	Typ	SWS	LP
Nachhaltigkeitsmanagement (L0007)	Vorlesung	2	1
Wasserkraftnutzung (L0013)	Vorlesung	1	1
Windenergieanlagen (L0011)	Vorlesung	2	3
Windenergienutzung - Schwerpunkt Offshore (L0012)	Vorlesung	1	1
Modulverantwortlicher	Dr. Isabel Höfer		
Zulassungsvoraussetzungen	Keine		
Empfohlene Vorkenntnisse	Modul: Thermodynamik I, Modul: Thermodynamik II, Modul: Grundlagen der Strömungsmechanik		
Modulziele/ angestrebte Lernergebnisse	Nach erfolgreicher Teilnahme haben die Studierenden die folgenden Lernergebnisse erreicht		
Fachkompetenz	<p><i>Wissen</i> Mit Abschluss dieses Moduls können die Studierenden vertieftes Kenntnisse über Windenergieanlagen mit besonderem Fokus der Windenergienutzung unter den Offshore-Bedingungen detailliert erklären und unter Einbeziehung aktueller Problemstellung kritisch dazu Stellung beziehen. Des Weiteren sind sie in der Lage die Nutzung der Wasserkraft zur Stromerzeugung grundlegend zu beschreiben. Die Studierenden können das grundsätzliche Vorgehen bei der Umsetzung regenerativer Energieprojekte im außereuropäischen Ausland wiedergeben und erklären.</p> <p>Durch aktive Diskussionen der verschiedenen Themenschwerpunkte innerhalb des Seminars des Moduls verbessern die Studierenden das Verständnis und die Anwendung der theoretischen Grundlagen und sind so in der Lage das Gelernte auf die Praxis zu übertragen.</p> <p><i>Fertigkeiten</i> Die Studierenden können mit Abschluss dieses Moduls die erlernten theoretischen Grundlagen auf beispielhafte Wasser- oder Windkraftsysteme anwenden und die sich ergebenden Zusammenhänge bezüglich der Auslegung und des Betriebs dieser Anlagen fachlich einschätzen und beurteilen. Die besondere Verfahrensweise zur Umsetzung erneuerbarer Energieprojekte im außereuropäischen Ausland können sie grundsätzliche mit der in Europa angewendeten Vorgehensweise kritisch vergleichen und auf beispielhafte Projekte theoretisch anwenden.</p>		
Personale Kompetenzen	<p><i>Sozialkompetenz</i> Die Studierenden können wissenschaftliche Aufgabenstellungen innerhalb eines Seminars fachspezifisch und fachübergreifend diskutieren.</p> <p><i>Selbstständigkeit</i> Die Studierenden können sich selbstständig auf Basis der Schwerpunkte des Vorlesungsmaterials Quellen über das Fachgebiet erschließen, dieses zur Nachbereitung der Vorlesung nutzen und sich Wissen aneignen.</p>		
Arbeitsaufwand in Stunden	Eigenstudium 96, Präsenzstudium 84		
Leistungspunkte	6		
Studienleistung	Keine		
Prüfung	Klausur		
Prüfungsdauer und -umfang	2,5 Stunden + Schriftliche Ausarbeitung (inkl. Vortrag) in Nachhaltigkeitsmanagement		
Zuordnung zu folgenden Curricula	Bauingenieurwesen: Vertiefung Tragwerke: Wahlpflicht Bauingenieurwesen: Vertiefung Tiefbau: Wahlpflicht Bauingenieurwesen: Vertiefung Hafenanbau und Küstenschutz: Wahlpflicht Internationales Wirtschaftsingenieurwesen: Vertiefung II. Energie- und Umwelttechnik: Wahlpflicht Internationales Wirtschaftsingenieurwesen: Vertiefung II. Regenerative Energien: Wahlpflicht Produktentwicklung, Werkstoffe und Produktion: Vertiefung Produktentwicklung: Wahlpflicht Produktentwicklung, Werkstoffe und Produktion: Vertiefung Produktion: Wahlpflicht Produktentwicklung, Werkstoffe und Produktion: Vertiefung Werkstoffe: Wahlpflicht Regenerative Energien: Kernqualifikation: Pflicht Theoretischer Maschinenbau: Vertiefung Energietechnik: Wahlpflicht Verfahrenstechnik: Vertiefung Umweltverfahrenstechnik: Wahlpflicht Wasser- und Umweltingenieurwesen: Vertiefung Umwelt: Pflicht Wasser- und Umweltingenieurwesen: Vertiefung Stadt: Wahlpflicht		

Lehrveranstaltung L0007: Nachhaltigkeitsmanagement	
Typ	Vorlesung
SWS	2
LP	1
Arbeitsaufwand in Stunden	Eigenstudium 2, Präsenzstudium 28
Dozenten	Dr. Anne Rödl
Sprachen	DE
Zeitraum	SoSe
Inhalt	<p>Die Vorlesung „Nachhaltigkeitsmanagement“ gibt einen Einblick in die verschiedenen Aspekte und Dimensionen der Nachhaltigkeit. Dazu werden zunächst wichtige Begriffe und Definitionen, wesentliche Entwicklungen der letzten Jahre sowie rechtliche Rahmenbedingungen erläutert. Danach werden die verschiedenen Aspekte der Nachhaltigkeit im Einzelnen vorgestellt und diskutiert. Als wesentlicher Bestandteil der Vorlesung, werden Konzepte zur Umsetzung des Themas Nachhaltigkeit in Unternehmen besprochen. Zu beantwortende Kernfragen sind dabei u. a.:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Was ist „Nachhaltigkeit“? • Warum ist dieses Konzept für Unternehmen ein wichtiges Thema? • Welche Chancen und Risiken wirtschaftlichen Handelns werden damit thematisiert bzw. sind damit verbunden? • Wie können die oft genannten drei Säulen der Nachhaltigkeit - Ökonomie, Ökologie und Soziales - trotz ihrer z. T. gegenläufigen Tendenzen in die Unternehmensführung sinnvoll integriert und jeweils ein entsprechender Kompromiss gefunden werden? • Welche Konzepte bzw. Rahmenvorgaben für die Umsetzung des Nachhaltigkeitsmanagements in Unternehmen gibt es? • Welche Nachhaltigkeits-Labels für Produkte und/oder für Unternehmen gibt es? Was ist ihnen gemeinsam und wo unterscheiden sie sich? <p>Des Weiteren soll die Veranstaltung Einblicke in die konkrete Umsetzung von Nachhaltigkeitsaspekten in der unternehmerischen Praxis bieten. Dafür werden externe Dozenten aus Unternehmen eingeladen, die berichten, wie das Thema Nachhaltigkeit in ihre täglichen Abläufe integriert wird.</p> <p>Im Rahmen einer eigenständigen Ausarbeitung sollen die Studierenden die Umsetzung von Nachhaltigkeitsaspekten anhand kurzer Fallstudien analysieren und diskutieren. Anhand der Beschäftigung und dem Vergleich von „Best Practice“ Beispielen sollen sie die Auswirkungen und Tragweite von unternehmerischen Entscheidungen kennenlernen. Dabei soll deutlich werden, welche Risiken bzw. Chancen mit der Nichtbeachtung bzw. Beachtung von Nachhaltigkeitsaspekten verbunden sind.</p>
Literatur	<p>Die folgenden Bücher bieten einen Überblick:</p> <p>Engelfried, J. (2011) Nachhaltiges Umweltmanagement. München: Oldenbourg Verlag. 2. Auflage</p> <p>Corsten H., Roth S. (Hrsg.) (2011) Nachhaltigkeit - Unternehmerisches Handeln in globaler Verantwortung. Wiesbaden: Gabler Verlag.</p>

Lehrveranstaltung L0013: Wasserkraftnutzung	
Typ	Vorlesung
SWS	1
LP	1
Arbeitsaufwand in Stunden	Eigenstudium 16, Präsenzstudium 14
Dozenten	Prof. Stefan Achleitner
Sprachen	DE
Zeitraum	SoSe
Inhalt	<ul style="list-style-type: none"> • Einführung; Bedeutung der Wasserkraft im nationalen und globalen Kontext • Physikalische Grundlagen: Bernoulli-Gleichung, nutzbare Fallhöhe, hydrologische Grundlagen, Verlustmechanismen, Wirkungsgrade • Einteilung der Wasserkraft: Lauf- und Speicherwasserkraft, Nieder- und Hochdruckanlagen • Aufbau von Wasserkraftanlagen: Darstellung der einzelnen Komponenten und ihres systemtechnischen Zusammenspiels <ul style="list-style-type: none"> ◦ Bautechnische Komponenten; Darstellung von Dämmen, Wehren, Staumauern, Krafthäusern, Rechenanlagen etc. ◦ Energietechnische Komponenten: Darstellung der unterschiedlichen Arten der hydraulischen Strömungsmaschinen, der Generatoren und der Netzanbindung • Wasserkraft und Umwelt • Beispiele aus der Praxis
Literatur	<ul style="list-style-type: none"> • Schröder, W.; Euler, G.; Schneider, K.: Grundlagen des Wasserbaus; Werner, Düsseldorf, 1999, 4. Auflage • Quaschnig, V.: Regenerative Energiesysteme: Technologie - Berechnung - Simulation; Carl Hanser, München, 2011, 7. Auflage • Giesecke, J.; Heimerl, S.; Mosony, E.: Wasserkraftanlagen - Planung, Bau und Betrieb; Springer, Berlin, Heidelberg, 2009, 5. Auflage • von König, F.; Jehle, C.: Bau von Wasserkraftanlagen - Praxisbezogene Planungsunterlagen; C. F. Müller, Heidelberg, 2005, 4. Auflage • Strobl, T.; Zunic, F.: Wasserbau: Aktuelle Grundlagen - Neue Entwicklungen; Springer, Berlin, Heidelberg, 2006

Lehrveranstaltung L0011: Windenergieanlagen	
Typ	Vorlesung
SWS	2
LP	3
Arbeitsaufwand in Stunden	Eigenstudium 62, Präsenzstudium 28
Dozenten	Dr. Rudolf Zelleremann
Sprachen	DE
Zeitraum	SoSe
Inhalt	<ul style="list-style-type: none"> • Historische Entwicklung • Wind: Entstehung, geographische und zeitliche Verteilung, Standorte • Leistungsbeiwert, Rotorschub • Aerodynamik des Rotors • Betriebsverhalten • Leistungsbegrenzung, Teillast, Pitch und Stall, Regelung • Anlagenauswahl, Ertragsprognose, Wirtschaftlichkeit • Exkursion
Literatur	Gasch, R., Windkraftanlagen, 4. Auflage, Teubner-Verlag, 2005

Lehrveranstaltung L0012: Windenergienutzung - Schwerpunkt Offshore	
Typ	Vorlesung
SWS	1
LP	1
Arbeitsaufwand in Stunden	Eigenstudium 16, Präsenzstudium 14
Dozenten	Prof. Martin Skiba
Sprachen	DE
Zeitraum	SoSe
Inhalt	<ul style="list-style-type: none"> • Einführung , Bedeutung der Offshore-Windstromerzeugung, Besondere Anforderungen an die Offshore-Technik • Physikalische Grundlagen zur Nutzung der Windenergie • Aufbau und Funktionsweise von Offshore-Windenergieanlagen, Vorstellung unterschiedlicher Konzepte von Offshore-Windenergieanlagen, Darstellung der einzelnen Systemkomponenten und deren systemtechnisches Zusammenspiel • Gründungstechnik, Offshore-Baugrunderkundung, Vorstellung unterschiedlicher Konzepte von Offshore-Gründungsstrukturen, Planung und Fabrikation von Gründungsstrukturen • Elektrische Infrastruktur eines Offshore-Windparks, Innerpark-Verkabelung, Offshore-Umspannwerk, Netzanbindung • Installation von Offshore-Windparks, Installationstechniken und Hilfsgeräte, Errichtungslogistik • Entwicklung und Planung eines Offshore-Windparks • Betrieb und Optimierung von Offshore-Windparks • Tagesexkursion
Literatur	<ul style="list-style-type: none"> • Gasch, R.; Twele, J.: Windkraftanlagen - Grundlagen, Entwurf, Planung und Betrieb; Vieweg + Teubner, Stuttgart, 2007, 7. Auflage • Molly, J. P.: Windenergie - Theorie, Anwendung, Messung; C. F. Müller, Heidelberg, 1997, 3. Auflage • Hau, E.: Windkraftanlagen; Springer, Berlin, Heidelberg, 2008, 4.Auflage • Heier, S.: Windkraftanlagen - Systemauslegung, Integration und Regelung; Vieweg + Teubner, Stuttgart, 2009, 5. Auflage • Jarass, L.; Obermair, G.M.; Voigt, W.: Windenergie: Zuverlässige Integration in die Energieversorgung; Springer, Berlin, Heidelberg, 2009, 2. Auflage

Modul M0508: Strömungsmechanik und Meeresenergie			
Lehrveranstaltungen			
Titel		Typ	SWS LP
Energie aus dem Meer (L0002)		Vorlesung	2 2
Strömungsmechanik II (L0001)		Vorlesung	2 4
Modulverantwortlicher	Prof. Michael Schlüter		
Zulassungsvoraussetzungen	Keine		
Empfohlene Vorkenntnisse	Mathematik I-III Grundlagen der Strömungsmechanik		
Modulziele/ angestrebte Lernergebnisse	Nach erfolgreicher Teilnahme haben die Studierenden die folgenden Lernergebnisse erreicht		
Fachkompetenz			
<i>Wissen</i>	Studierende können verschiedene Anwendungen der Strömungsmechanik in der Vertiefungsrichtungsrichtung Regenerative Energien beschreiben. Sie können die Grundlagen der Strömungsmechanik der Anwendung in der Meeresenergie zuordnen und für konkrete Berechnungen abwandeln. Die Studierenden können einschätzen, welche strömungsmechanischen Probleme mit analytischen Lösungen berechnet werden können und welche alternativen Möglichkeiten (z.B. Selbstähnlichkeit, empirische Lösungen, numerische Methoden) zur Verfügung stehen.		
<i>Fertigkeiten</i>	Studierende sind in der Lage, die Grundlagen der Strömungsmechanik auf technische Prozesse anzuwenden. Insbesondere können sie Impuls- und Massenbilanzen aufstellen, um damit technische Prozesse hydrodynamisch zu optimieren. Sie sind in der Lage, einen verbal geschilderten Zusammenhang in einen abstrakten Formalismus umzusetzen.		
Personale Kompetenzen			
<i>Sozialkompetenz</i>	Die Studierenden können die vorgegebene Aufgabenstellungen in Kleingruppen diskutieren und einen gemeinsamen Lösungsweg erarbeiten. Sie sind in der Lage, eine Aufgabenstellung aus dem Fachgebiet im Team zu bearbeiten, die Ergebnisse in Form eines Posters darzustellen und im Rahmen einer Posterpräsentation zu präsentieren.		
<i>Selbstständigkeit</i>	Studierende sind in der Lage, eigenständig Aufgaben für strömungsmechanische Problemstellungen zu definieren und sich das zur Lösung dieser Aufgaben notwendige Wissen, aufbauend auf dem vermittelten Wissen, selbst zu erarbeiten.		
Arbeitsaufwand in Stunden	Eigenstudium 124, Präsenzstudium 56		
Leistungspunkte	6		
Studienleistung	Verpflichtend Bonus	Art der Studienleistung	Beschreibung
	Nein 10 %	Gruppendiskussion	
Prüfung	Klausur		
Prüfungsdauer und -umfang	3h		
Zuordnung zu folgenden Curricula	Energietechnik: Kernqualifikation: Wahlpflicht Internationales Wirtschaftsingenieurwesen: Vertiefung II. Regenerative Energien: Wahlpflicht Regenerative Energien: Kernqualifikation: Pflicht Theoretischer Maschinenbau: Vertiefung Energietechnik: Wahlpflicht		

Lehrveranstaltung L0002: Energie aus dem Meer	
Typ	Vorlesung
SWS	2
LP	2
Arbeitsaufwand in Stunden	Eigenstudium 32, Präsenzstudium 28
Dozenten	Prof. Moustafa Abdel-Maksoud
Sprachen	DE
Zeitraum	WiSe
Inhalt	<ol style="list-style-type: none"> 1. Einführung in die Umwandlung von Energie aus dem Meer 2. Welleneigenschaften <ul style="list-style-type: none"> ◦ Lineare Wellentheorie ◦ Nichtlineare Wellentheorie ◦ Irreguläre Wellen ◦ Wellenenergie ◦ Refraktion, Reflexion und Diffraktion von Wellen 3. Wellenkraftwerke <ul style="list-style-type: none"> ◦ Übersicht der verschiedenen Technologien ◦ Auslegungs- und Berechnungsverfahren 4. Meeresströmungskraftwerke
Literatur	<ul style="list-style-type: none"> • Cruz, J., Ocean wave energy, Springer Series in Green Energy and Technology, UK, 2008. • Brooke, J., Wave energy conversion, Elsevier, 2003. • McCormick, M.E., Ocean wave energy conversion, Courier Dover Publications, USA, 2013. • Falnes, J., Ocean waves and oscillating systems, Cambridge University Press, UK, 2002. • Charlier, R. H., Charles, W. F., Ocean energy. Tide and tidal Power. Berlin, Heidelberg, 2009. • Clauss, G. F., Lehmann, E., Østergaard, C., Offshore Structures. Volume 1, Conceptual Design. Springer-Verlag, Berlin 1992

Lehrveranstaltung L0001: Strömungsmechanik II	
Typ	Vorlesung
SWS	2
LP	4
Arbeitsaufwand in Stunden	Eigenstudium 92, Präsenzstudium 28
Dozenten	Prof. Michael Schlüter
Sprachen	DE
Zeitraum	WiSe
Inhalt	<ul style="list-style-type: none"> • Differenzialgleichungen zum Impuls-, Wärme- und Stoffaustausch • Beispiele für Vereinfachungen der Navier-Stokes Gleichungen • Instationärer Impulsaustausch • Freie Scherschichten, Turbulenz und Freistrah • Partikelumströmungen - Feststoffverfahrenstechnik • Kopplung Impuls- und Wärmetransport - Thermische VT • Kopplung Impuls- und Wärmetransport - Thermische VT • Rheologie - Bioverfahrenstechnik • Kopplung Impuls- und Stofftransport - Reaktives Mischen, Chemische VT • Strömung in porösen Medien - heterogene Katalyse • Pumpen und Turbinen - Energie- und Umwelttechnik • Wind- und Wellenkraftanlagen - Regenerative Energien • Einführung in die numerische Strömungssimulation
Literatur	<ol style="list-style-type: none"> 1. Brauer, H.: Grundlagen der Einphasen- und Mehrphasenströmungen. Verlag Sauerländer, Aarau, Frankfurt (M), 1971. 2. Brauer, H.; Mewes, D.: Stoffaustausch einschließlich chemischer Reaktion. Frankfurt: Sauerländer 1972. 3. Crowe, C. T.: Engineering fluid mechanics. Wiley, New York, 2009. 4. Durst, F.: Strömungsmechanik: Einführung in die Theorie der Strömungen von Fluiden. Springer-Verlag, Berlin, Heidelberg, 2006. 5. Fox, R.W.; et al.: Introduction to Fluid Mechanics. J. Wiley & Sons, 1994. 6. Herwig, H.: Strömungsmechanik: Eine Einführung in die Physik und die mathematische Modellierung von Strömungen. Springer Verlag, Berlin, Heidelberg, New York, 2006. 7. Herwig, H.: Strömungsmechanik: Einführung in die Physik von technischen Strömungen: Vieweg+Teubner Verlag / GWV Fachverlage GmbH, Wiesbaden, 2008. 8. Kuhlmann, H.C.: Strömungsmechanik. München, Pearson Studium, 2007 9. Oertl, H.: Strömungsmechanik: Grundlagen, Grundgleichungen, Lösungsmethoden, Softwarebeispiele. Vieweg+ Teubner / GWV Fachverlage GmbH, Wiesbaden, 2009. 10. Schade, H.; Kunz, E.: Strömungslehre. Verlag de Gruyter, Berlin, New York, 2007. 11. Truckenbrodt, E.: Fluidmechanik 1: Grundlagen und elementare Strömungsvorgänge dichtebeständiger Fluide. Springer-Verlag, Berlin, Heidelberg, 2008. 12. Schlichting, H. : Grenzschicht-Theorie. Springer-Verlag, Berlin, 2006. 13. van Dyke, M.: An Album of Fluid Motion. The Parabolic Press, Stanford California, 1882.

Modul M0515: Energieinformationssysteme und Elektromobilität			
Lehrveranstaltungen			
Titel		Typ	SWS LP
Elektrische Energiesysteme II: Betrieb und Informationssysteme elektrischer Energienetze (L1696)		Vorlesung	3 4
Elektromobilität (L1833)		Vorlesung	2 2
Modulverantwortlicher	Prof. Martin Kaltschmitt		
Zulassungsvoraussetzungen	Keine		
Empfohlene Vorkenntnisse	Grundlagen der Elektrotechnik		
Modulziele/ angestrebte Lernergebnisse	Nach erfolgreicher Teilnahme haben die Studierenden die folgenden Lernergebnisse erreicht		
Fachkompetenz			
<i>Wissen</i>	Die Studierenden können über die elektrische Energietechnik im Bereich Erneuerbarer Energien einen Überblick geben. Möglichkeiten der Integration von erneuerbaren Energieanlagen in das bestehende Netz, der elektrischen Speichermöglichkeiten und der elektrischen Energieübertragung und- verteilung können sie detailliert erläutern und kritisch dazu Stellung beziehen.		
<i>Fertigkeiten</i>	Mit Abschluss dieses Moduls sind die Studierenden in der Lage das erlernte Fachwissen in Aufgabenstellungen zur Auslegung, Integration oder Entwicklung erneuerbarer Energiesysteme angemessen anzuwenden und die Ergebnisse einzuschätzen und zu beurteilen.		
Personale Kompetenzen			
<i>Sozialkompetenz</i>	Die Studierenden können fachspezifische und fachübergreifende Diskussionen führen, Ideen weiterentwickeln und ihre eigenen Arbeitsergebnissen vor anderen vertreten.		
<i>Selbstständigkeit</i>	Die Studierenden können sich selbstständig Quellen über die Schwerpunkte der Vorlesung erschließen und das darin enthaltene Wissen aneignen.		
Arbeitsaufwand in Stunden	Eigenstudium 110, Präsenzstudium 70		
Leistungspunkte	6		
Studienleistung	Keine		
Prüfung	Mündliche Prüfung		
Prüfungsdauer und -umfang	40 min		
Zuordnung zu folgenden Curricula	Regenerative Energien: Vertiefung Windenergiesysteme: Wahlpflicht Regenerative Energien: Vertiefung Solare Energiesysteme: Wahlpflicht Theoretischer Maschinenbau: Vertiefung Energietechnik: Wahlpflicht		

Lehrveranstaltung L1696: Elektrische Energiesysteme II: Betrieb und Informationssysteme elektrischer Energienetze	
Typ	Vorlesung
SWS	3
LP	4
Arbeitsaufwand in Stunden	Eigenstudium 78, Präsenzstudium 42
Dozenten	Prof. Christian Becker
Sprachen	DE
Zeitraum	WiSe
Inhalt	<ul style="list-style-type: none"> • Stationäre Modellierung elektrischer Energiesysteme <ul style="list-style-type: none"> ◦ konventionelle Komponenten ◦ leistungselektronische Netzregler (FACTS) und HGÜ ◦ Netzmodellierung • Netzbetrieb <ul style="list-style-type: none"> ◦ Prozess der elektrischen Energieversorgung ◦ Netz-/Systemführung ◦ Netzbereitstellung • Netzleittechnik und Netzleitsysteme <ul style="list-style-type: none"> ◦ Informations- und Kommunikationstechnik elektrischer Energiesysteme ◦ IT-Architekturen der Stations-, Feld- und Netzleitebene ◦ IT-Integration (Energemarkt / Engpassmanagement / Asset Management) ◦ Entwicklungstrends in der Leittechnik ◦ Smart Grids • Funktionen und stationäre Berechnungen für den Netzbetrieb <ul style="list-style-type: none"> ◦ Lastflussberechnungsmethoden ◦ Sensitivitätsanalyse und Lastflusssteuerung ◦ Sensitivitätsanalyse ◦ Betriebsoptimierung ◦ Symmetrische Kurzschlussberechnung ◦ Unsymmetrische Fehlerstromberechnung <ul style="list-style-type: none"> ▪ symmetrische Komponenten ▪ Berechnung unsymmetrischer Fehler ◦ Netzzustandsabschätzung
Literatur	E. Handschin: Elektrische Energieübertragungssysteme, Hüthig Verlag B. R. Oswald: Berechnung von Drehstromnetzen, Springer-Vieweg Verlag V. Crastan: Elektrische Energieversorgung Bd. 1 & 3, Springer Verlag E.-G. Tietze: Netzleittechnik Bd. 1 & 2, VDE-Verlag

Lehrveranstaltung L1833: Elektromobilität	
Typ	Vorlesung
SWS	2
LP	2
Arbeitsaufwand in Stunden	Eigenstudium 32, Präsenzstudium 28
Dozenten	Prof. Klaus Bonhoff
Sprachen	DE
Zeitraum	WiSe
Inhalt	<ul style="list-style-type: none"> • Einführung und Umfeld • Definition von Elektrofahrzeugen • Exkurs: Elektrofahrzeuge mit Brennstoffzelle • Markthochlauf von Elektroautos • Politischer / Regulativer Rahmen • Historischer Rückblick • Portfolio der Elektrofahrzeuge / Einsatzbeispiele • Mild-Hybrids mit 48 Volt-Technologie • Lithium-Ionen Batterie inkl. Kosten, Roadmap, Produktion, Rohstoffe • Fahrzeugintegration • Energieverbrauch von Elektroautos • Batterielebensdauer • Ladeinfrastruktur • Elektrischer Straßengüterverkehr • Elektrischer ÖPNV / SPNV • Batteriesicherheit
Literatur	Vorlesungsunterlagen/ lecture material

Modul M1149: Energietechnik auf Schiffen			
Lehrveranstaltungen			
Titel	Typ	SWS	LP
Elektrische Anlagen auf Schiffen (L1531)	Vorlesung	2	2
Elektrische Anlagen auf Schiffen (L1532)	Hörsaalübung	1	1
Schiffsmaschinenbau (L1569)	Vorlesung	2	2
Schiffsmaschinenbau (L1570)	Hörsaalübung	1	1
Modulverantwortlicher	Prof. Christopher Friedrich Wirz		
Zulassungsvoraussetzungen	Keine		
Empfohlene Vorkenntnisse			
Modulziele/ angestrebte Lernergebnisse	Nach erfolgreicher Teilnahme haben die Studierenden die folgenden Lernergebnisse erreicht		
Fachkompetenz			
<i>Wissen</i>	Die Studierenden können den Stand der Technik bezüglich der vielfältigen antriebstechnischen Komponenten an Bord von Schiffen wiedergeben und die Kenntnisse anwenden. Sie sind ferner in der Lage, das Zusammenwirken der einzelnen Komponenten im Gesamtsystem zu analysieren und zu optimieren. Die Studierenden können außerdem das Betriebsverhalten der Verbraucher nennen, spezielle Anforderungen an die Auslegung von Versorgungsnetzen und an die elektrischen Betriebsmittel in Inselnetzen, z. B. an Bord von Schiffen, von Offshore-Geräten, Fabrikanlagen und Notstrom-Versorgungseinrichtungen beschreiben, Energieerzeugung und Verteilung in Inselnetzen, Wellengeneratoranlagen auf Schiffen erläutern, sowie Anforderungen an Netzschutz, Selektivität und Betriebsüberwachung benennen.		
<i>Fertigkeiten</i>	Die Studierenden haben die Fähigkeit, grundlegende sowie detaillierte Kenntnisse über Kolbenmaschinen anzuwenden in Bezug auf die Auswahl und den zweckdienlichen Einsatz in Schiffsantrieben und Hilfssystemen. Des Weiteren können sie komplexe technische Zusammenhänge von Schiffs-Antriebsanlagen bewerten und Probleme ggf. analysieren und lösen. Außerdem haben sie Fertigkeiten, die für die Auslegung und Konstruktion von Antriebskomponenten erforderlich sind und können das gelernte Wissen in einen Kontext zu den weiteren schiffbaulichen Disziplinen bringen. Die Studierenden sind außerdem in der Lage, Kurzschlussstrom, Schaltgeräte und Schaltanlagen zu berechnen, sowie Elektrische Propulsionsantriebe für Schiffe auszulegen.		
Personale Kompetenzen			
<i>Sozialkompetenz</i>	Die Studierenden sind in der Lage, im Beruf sowohl im Bereich des Schiffsentwurfes als auch im Bereich der Zulieferindustrie im kollegialen Umfeld effizient fachlich zusammenzuarbeiten.		
<i>Selbstständigkeit</i>	Durch den umfassenden Überblick über die Konstruktion und die Anwendung können die Studierenden sicher, selbstständig und selbstbewusst Situationen bei Einsatz und Problemen bewerten und bearbeiten.		
Arbeitsaufwand in Stunden	Eigenstudium 96, Präsenzstudium 84		
Leistungspunkte	6		
Studienleistung	Keine		
Prüfung	Klausur		
Prüfungsdauer und -umfang	90 Minuten plus 20 Minuten mündliche Prüfung		
Zuordnung zu folgenden Curricula	Energietechnik: Vertiefung Energiesysteme: Wahlpflicht Energietechnik: Vertiefung Schiffsmaschinenbau: Pflicht Theoretischer Maschinenbau: Vertiefung Energietechnik: Wahlpflicht		

Lehrveranstaltung L1531: Elektrische Anlagen auf Schiffen	
Typ	Vorlesung
SWS	2
LP	2
Arbeitsaufwand in Stunden	Eigenstudium 32, Präsenzstudium 28
Dozenten	Prof. Günter Ackermann
Sprachen	DE
Zeitraum	WiSe
Inhalt	<ul style="list-style-type: none"> • Betriebsverhalten der Verbraucher • Spezielle Anforderungen an die Auslegung von Versorgungsnetzen und an die elektrischen Betriebsmittel in Inselnetzen, z. B. an Bord von Schiffen, von Offshore-Geräten, Fabrikanlagen und Notstrom-Versorgungseinrichtungen • Energieerzeugung und Verteilung in Inselnetzen, Wellengeneratoranlagen auf Schiffen • Kurzschlussstrom-Berechnung, Schaltgeräte und Schaltanlagen • Netzschutz, Selektivität und Betriebsüberwachung • Elektrische Propulsionsantriebe für Schiffe
Literatur	H. Meier-Peter, F. Bernhardt u. a.: Handbuch der Schiffsbetriebstechnik, Seehafen Verlag (engl. Version: "Compendium Marine Engineering") Gleiß, Thamm: Schiffselektrotechnik, VEB Verlag Technik Berlin

Lehrveranstaltung L1532: Elektrische Anlagen auf Schiffen	
Typ	Hörsaalübung
SWS	1
LP	1
Arbeitsaufwand in Stunden	Eigenstudium 16, Präsenzstudium 14
Dozenten	Prof. Günter Ackermann
Sprachen	DE
Zeitraum	WiSe
Inhalt	Siehe korrespondierende Vorlesung
Literatur	Siehe korrespondierende Vorlesung

Lehrveranstaltung L1569: Schiffsmaschinenbau	
Typ	Vorlesung
SWS	2
LP	2
Arbeitsaufwand in Stunden	Eigenstudium 32, Präsenzstudium 28
Dozenten	Prof. Christopher Friedrich Wirz
Sprachen	DE
Zeitraum	WiSe
Inhalt	Wird in der Veranstaltung bekannt gegeben
Literatur	Wird in der Veranstaltung bekannt gegeben

Lehrveranstaltung L1570: Schiffsmaschinenbau	
Typ	Hörsaalübung
SWS	1
LP	1
Arbeitsaufwand in Stunden	Eigenstudium 16, Präsenzstudium 14
Dozenten	Prof. Christopher Friedrich Wirz
Sprachen	DE
Zeitraum	WiSe
Inhalt	Siehe korrespondierende Vorlesung
Literatur	Siehe korrespondierende Vorlesung

Modul M1161: Strömungsmaschinen			
Lehrveranstaltungen			
Titel		Typ	SWS
Strömungsmaschinen (L1562)		Vorlesung	3
Strömungsmaschinen (L1563)		Hörsaalübung	1
Modulverantwortlicher	Prof. Markus Schatz		
Zulassungsvoraussetzungen	Keine		
Empfohlene Vorkenntnisse	Technische Thermodynamik I, II, Strömungsmechanik, Wärmeübertragung		
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 physikalischen Phänomene der Energiewandlung unterscheiden, - die verschiedenen mathematischen Modellierungen von Strömungsmaschinen verstehen, - Strömungsmaschinen berechnen und bewerten. 		
<i>Fertigkeiten</i>	<ul style="list-style-type: none"> - die Physik der Strömungsmaschinen verstehen, - Übungsaufgaben selbstständig lösen. 		
Personale Kompetenzen	Die Studierenden können		
<i>Sozialkompetenz</i>	<ul style="list-style-type: none"> • in Kleingruppen diskutieren und einen Lösungsweg erarbeiten. 		
<i>Selbstständigkeit</i>	<ul style="list-style-type: none"> • eine komplexe Aufgabenstellung eigenständig bearbeiten, • die Ergebnisse kritisch analysieren., • sich mit anderen Studierenden qualifiziert austauschen. 		
Arbeitsaufwand in Stunden	Eigenstudium 124, Präsenzstudium 56		
Leistungspunkte	6		
Studienleistung	Keine		
Prüfung	Klausur		
Prüfungsdauer und -umfang	90 min		
Zuordnung zu folgenden Curricula	Energietechnik: Vertiefung Energiesysteme: Wahlpflicht Energietechnik: Vertiefung Schiffsmaschinenbau: Wahlpflicht Produktentwicklung, Werkstoffe und Produktion: Vertiefung Produktentwicklung: Wahlpflicht Produktentwicklung, Werkstoffe und Produktion: Vertiefung Produktion: Wahlpflicht Produktentwicklung, Werkstoffe und Produktion: Vertiefung Werkstoffe: Wahlpflicht Theoretischer Maschinenbau: Vertiefung Energietechnik: Wahlpflicht Theoretischer Maschinenbau: Vertiefung Energietechnik: Wahlpflicht		

Lehrveranstaltung L1562: Strömungsmaschinen	
Typ	Vorlesung
SWS	3
LP	4
Arbeitsaufwand in Stunden	Eigenstudium 78, Präsenzstudium 42
Dozenten	Prof. Markus Schatz
Sprachen	DE
Zeitraum	SoSe
Inhalt	<ul style="list-style-type: none"> • Strömungsmaschinen der Antriebstechnik • Hauptgleichungen • Einführung in die Theorie der Stufe • Theorie der Schaufelprofile • Grenzen • Dichtelemente • Dampfturbinen • Gasturbinen
Literatur	<ul style="list-style-type: none"> • Traupel: Thermische Turbomaschinen, Springer. Berlin, Heidelberg, New York • Bräunling: Flugzeuggasturbinen, Springer., Berlin, Heidelberg, New York • Seume: Stationäre Gasturbinen, Springer., Berlin, Heidelberg, New York • Menny: Strömungsmaschinen, Teubner., Stuttgart

Lehrveranstaltung L1563: Strömungsmaschinen	
Typ	Hörsaalübung
SWS	1
LP	2
Arbeitsaufwand in Stunden	Eigenstudium 46, Präsenzstudium 14
Dozenten	Prof. Markus Schatz
Sprachen	DE
Zeitraum	SoSe
Inhalt	Siehe korrespondierende Vorlesung
Literatur	Siehe korrespondierende Vorlesung

Modul M0641: Dampferzeuger			
Lehrveranstaltungen			
Titel		Typ	SWS LP
Dampferzeuger (L0213)		Vorlesung	3 5
Dampferzeuger (L0214)		Hörsaalübung	1 1
Modulverantwortlicher	Dr. Kristin Abel-Günther		
Zulassungsvoraussetzungen	Keine		
Empfohlene Vorkenntnisse	<ul style="list-style-type: none"> • "Technische Thermodynamik I und II" • "Wärmeübertragung" • "Strömungsmechanik" • "Wärmekraftwerke" 		
Modulziele/ angestrebte Lernergebnisse	Nach erfolgreicher Teilnahme haben die Studierenden die folgenden Lernergebnisse erreicht		
Fachkompetenz	<p><i>Wissen</i> Studierende kennen die thermodynamischen Grundlagen für und die Bauarten von Dampferzeugern. Sie können die technischen Grundlagen des Dampferzeugers wiedergeben und die Feuerungen sowie die Brennstoffaufbereitung für fossil befeuerte Kraftwerke skizzieren. Sie können wärmetechnische Berechnungen und die Auslegung der Wasser-Dampf-Seite durchführen und die konstruktive Gestaltung des Dampferzeugers definieren. Studierende können das Betriebsverhalten von Dampferzeugern beschreiben und evaluieren, und diese unter Einbeziehung fachangrenzender Kontexte erläutern.</p> <p><i>Fertigkeiten</i> Studierende werden in der Lage sein, anhand von vertieften Kenntnissen in der Berechnung, Auslegung und Konstruktion von Dampferzeugern, verknüpft mit einem breiten theoretischen und methodischen Fundament, die Auslegungs- und Konstruktionsmerkmale von Dampferzeugern zu erkennen. Durch das Erkennen und Formalisieren von Problemen, Prozessmodellierung und Beherrschen der Lösungsmethodik von Teilproblemen wird eine Übersicht über diesen Kernbestandteil des Kraftwerks gewonnen.</p> <p>Im Rahmen der Übung gewinnen die Studierenden Fähigkeiten für die Bilanzierung und Dimensionierung des Dampferzeugers sowie dessen Komponenten. Dabei werden kleine realitätsannähernde Aufgaben gelöst, um Aspekte der Auslegung von Dampferzeugern zu veranschaulichen.</p>		
Personale Kompetenzen	<p><i>Sozialkompetenz</i> Insbesondere im Rahmen der Übungen wird auf Kommunikation mit der Lehrperson Wert gelegt. Die Studierenden werden somit angeregt über ihr vorhandenes Fachwissen zu reflektieren sowie gezielte Fragen zu stellen, um den eigenen Wissensstand zu verbessern.</p> <p><i>Selbstständigkeit</i> Studierende sind fähig mit Hilfe von Hinweisen eigenständig Grundberechnungen für Teilaspekte des Dampferzeugers durchzuführen. Dabei werden die theoretischen und praktischen Kenntnisse aus der Vorlesung fundiert und mögliche Auswirkungen von unterschiedlichen Gestaltungszusammensätzen und Randbedingungen veranschaulicht.</p>		
Arbeitsaufwand in Stunden	Eigenstudium 124, Präsenzstudium 56		
Leistungspunkte	6		
Studienleistung	Verpflichtend Bonus	Art der Studienleistung	Beschreibung
	Nein 5 %	Übungsaufgaben	Den Studierenden wird eine kleine Aufgabe (in ca. 5 min lösbar) zur Vorlesung der Vorwoche gestellt. Die Antworten müssen üblicherweise als Freitext gegeben werden, aber auch Zeichnungen, Stichpunkte oder, in seltenen Fällen, Multiple Choice sind möglich.
Prüfung	Klausur		
Prüfungsdauer und -umfang	120 Minuten		
Zuordnung zu folgenden Curricula	Energietechnik: Vertiefung Energiesysteme: Wahlpflicht Energietechnik: Vertiefung Schiffsmaschinenbau: Wahlpflicht Internationales Wirtschaftsingenieurwesen: Vertiefung II. Energie- und Umwelttechnik: Wahlpflicht Theoretischer Maschinenbau: Vertiefung Energietechnik: Wahlpflicht Theoretischer Maschinenbau: Vertiefung Energietechnik: Wahlpflicht		

Lehrveranstaltung L0213: Dampferzeuger	
Typ	Vorlesung
SWS	3
LP	5
Arbeitsaufwand in Stunden	Eigenstudium 108, Präsenzstudium 42
Dozenten	Dr. Kristin Abel-Günther
Sprachen	DE
Zeitraum	SoSe
Inhalt	<ul style="list-style-type: none"> • Thermodynamische Grundlagen • Technische Grundlagen des Dampferzeugers • Dampferzeugerbauarten • Brennstoffe und Feuerungen • Mahltrocknung • Betriebsweisen • Wärmetechnische Berechnungen • Strömungstechnik für Dampferzeuger • Auslegung der Wasser-Dampf-Seite • Konstruktive Gestaltung • Festigkeitsrechnungen • Speisewasser für Dampferzeuger • Betriebsverhalten von Dampferzeugern
Literatur	<ul style="list-style-type: none"> • Dolezal, R.: Dampferzeugung. Springer-Verlag, 1985 • Thomas, H.J.: Thermische Kraftanlagen. Springer-Verlag, 1985 • Steinmüller-Taschenbuch: Dampferzeuger-Technik. Vulkan-Verlag, Essen, 1992 • Kakaç, Sadık: Boilers, Evaporators and Condensers. John Wiley & Sons, New York, 1991 • Stultz, S.C. and Kitto, J.B. (Ed.): Steam - its generation and use. 40th edition, The Babcock & Wilcox Company, Barberton, Ohio, USA, 1992

Lehrveranstaltung L0214: Dampferzeuger	
Typ	Hörsaalübung
SWS	1
LP	1
Arbeitsaufwand in Stunden	Eigenstudium 16, Präsenzstudium 14
Dozenten	Dr. Kristin Abel-Günther
Sprachen	DE
Zeitraum	SoSe
Inhalt	Siehe korrespondierende Vorlesung
Literatur	Siehe korrespondierende Vorlesung

Modul M1287: Risikomanagement, Wasserstoff- und Brennstoffzellentechnologie			
Lehrveranstaltungen			
Titel		Typ	SWS LP
Angewandte Brennstoffzellentechnologie (L1831)		Vorlesung	2 2
Risikomanagement in der Energiewirtschaft (L1748)		Vorlesung	2 2
Wasserstofftechnologie (L0060)		Vorlesung	2 2
Modulverantwortlicher	Prof. Martin Kaltschmitt		
Zulassungsvoraussetzungen	Keine		
Empfohlene Vorkenntnisse	Keine		
Modulziele/ angestrebte Lernergebnisse	Nach erfolgreicher Teilnahme haben die Studierenden die folgenden Lernergebnisse erreicht		
Fachkompetenz			
<i>Wissen</i>	Mit Abschluss dieses Moduls können die Studierenden die Grundlagen des Risikomanagements unter Einbeziehung fachangrenzender Kontexte erläutern und die optimale Nutzung von Energiesystemen beschreiben. Des Weiteren können die Studierenden solide theoretische Kenntnisse über die Potenziale und Anwendungen neuer Informationstechnologien in der Logistik wiedergeben und fachangrenzende Aspekte der Nutzung, Herstellung und Aufbereitung von Wasserstoff erläutern.		
<i>Fertigkeiten</i>	Mit Abschluss dieses Moduls sind die Studierenden in der Lage Risiken von Energiesysteme unter energiewirtschaftlichen Rahmenbedingungen zu bewerten. Die beinhaltet auch, dass die Studierenden unter anderem in der Lage sind Risiken in der Einsatzplanung von Kraftwerkparcs aus technischer, ökonomischer und ökologischer Sicht zu beurteilen. In diesem Zusammenhang können die Studierenden auch die Potenziale von Logistik- und Informationstechnologie insbesondere auf energetische Problemstellungen einschätzen. Zusätzlich sind die Studierenden in der Lage den Energieträger Wasserstoff auf seine Anwendungsmöglichkeiten, die gegebene Sicherheit und bezüglich der vorhandenen Nutzungspotenziale und -grenzen zu beschreiben und aus technischer, ökologischer und ökonomischer Sicht zu beurteilen.		
Personale Kompetenzen			
<i>Sozialkompetenz</i>	Die Studierenden können Problemstellungen in den angrenzenden Themengebieten im Bereich erneuerbarer Energien, die innerhalb des Moduls vertieft wurden, diskutieren.		
<i>Selbstständigkeit</i>	Die Studierenden können sich selbstständig Quellen über die Schwerpunkte der Vorlesungen erschließen und sich das enthaltene Wissen aneignen. Auf diese Weise erkennen sich eigenständig Schwächen innerhalb ihres Leistungsstandes.		
Arbeitsaufwand in Stunden	Eigenstudium 96, Präsenzstudium 84		
Leistungspunkte	6		
Studienleistung	Keine		
Prüfung	Klausur		
Prüfungsdauer und -umfang	3 Stunden Klausur		
Zuordnung zu folgenden Curricula	Flugzeug-Systemtechnik: Kernqualifikation: Wahlpflicht Regenerative Energien: Vertiefung Solare Energiesysteme: Wahlpflicht Regenerative Energien: Vertiefung Windenergiesysteme: Wahlpflicht Theoretischer Maschinenbau: Vertiefung Energietechnik: Wahlpflicht Theoretischer Maschinenbau: Vertiefung Energietechnik: Wahlpflicht Verfahrenstechnik: Vertiefung Umweltverfahrenstechnik: Wahlpflicht		

Lehrveranstaltung L1831: Angewandte Brennstoffzellentechnologie	
Typ	Vorlesung
SWS	2
LP	2
Arbeitsaufwand in Stunden	Eigenstudium 32, Präsenzstudium 28
Dozenten	Prof. Klaus Bonhoff
Sprachen	DE
Zeitraum	SoSe
Inhalt	Die Vorlesung gibt einen Einblick in die vielfältigen Nutzungsmöglichkeiten von Brennstoffzellen im Energiesystem (Strom, Wärme und Verkehr). Dazu werden für einzelne Brennstoffzellentypen und anwendungsorientierten Anforderungsprofile dargestellt und diskutiert; auch im Systemvergleich mit alternativen Technologien. Für die einzelnen Varianten wird der aktuelle Stand der Technologie mit Praxisbeispielen aus Deutschland und weltweit vorgestellt. Auch wird auf die sich abzeichnenden Entwicklungstendenzen und Entwicklungslinien - und die in den kommenden Jahren zu erwartenden Technologien - eingegangen. Neben den technischen Aspekten, die den Schwerpunkt der Veranstaltung darstellen, werden auch energie-, umwelt- und industriepolitische Aspekte - auch im Kontext der sich verändernden Gegebenheiten im deutschen und internationalen Energiesystem - diskutiert. Thema Einführung in die Brennstoffzellentechnologie Inhalte <ul style="list-style-type: none"> • Nachhaltiges Energiesystem (Ausbau erneuerbarer Energien, Dezentralisierung, ...) • Sektorkopplung (Strom, Wärme, Verkehr) • Politischer Rahmen (Mobilitäts- und Kraftstoffstrategie, ...) • Regulativer Rahmen (EU-Richtlinien, Nationale Gesetzgebung)

	<p>Technische Grundlagen von Brennstoffzellensystemen</p> <p>Brennstoffzellen-Pkw</p> <p>Wasserstoffinfrastruktur für Brennstoffzellen-Pkw</p> <p>Brennstoffzellenbusse</p> <p>Brennstoffzellen für die Schiene</p> <p>Brennstoffzellen auf Schiffen und in der Luftfahrt</p> <p>Stationäre Brennstoffzellen in der Hausenergieversorgung</p> <p>Kraft-Wärme-Kopplung in stationären Brennstoffzellen in gewerblichen und industriellen Anwendungen</p> <p>Brennstoffzellen in der Logistik und für die Stromversorgung für kritische Infrastrukturen</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Vorteile der Brennstoffzelle (Systemwirkungsgrad, Emissionen, ...) • Innovationsprozess / Einordnung BZ • Anwendungsfelder für Brennstoffzellensysteme (Verkehr: Pkw, Busse (ÖPNV), Schiene; stationär: Hausenergieversorgung, KWK Industrie/Gewerbe; Spezielle Märkte: Logistikanwendungen (Gabelstapler, Flughäfen, ...), Stromversorgung für kritische Infrastrukturen (Behördenfunk, Telekommunikation, autarke Energiesysteme, ...) • Einordnung unterschiedlicher Brennstoffzellentypen (Hochtemperatur-, Niedertemperaturbrennstoffzellen) • Anwendungsspezifische Systemanforderungen • Historie • Status Quo (Systemkonzepte, Speichertechnologien, ...) • Internationaler Vergleich (Automobilindustrie, Politik, ...) • Aktuelle Entwicklungen und Herausforderungen • Tankstellentechnologie • Ausbau von Tankstellennetzwerken (D, EU, weltweit) • Wasserstoff aus erneuerbaren Energien • Alternativen für emissionsfreien ÖPNV • Anbieter • Anforderungen für Busbetreiber (Infrastruktur, Werkstätten, ...) • Status Quo/Perspektiven • Nicht-elektrifizierte Nebenstrecken in Deutschland • Aktuelle Aktivitäten • Perspektiven • Rahmenbedingungen für die maritime Wirtschaft • Kraftstoffe für Schiffsanwendungen • Anforderungen und Systemkonfigurationen für Schiffe • Systemvergleich (Strom und Wärme separat) • Status Quo • Markteinführung • Systemvergleich (Strom und Wärme separat) • Status Quo • Gabelstapler • Anwendungsbeispiel Flughafen • Back-up Power / Notstromversorgung (Telekommunikation, Behördenfunk, ...) • Autarke Energiesysteme (Inselstromversorgung, ...)
<p>Literatur</p>	<p>Vorlesungsunterlagen</p>	

Lehrveranstaltung L1748: Risikomanagement in der Energiewirtschaft	
Typ	Vorlesung
SWS	2
LP	2
Arbeitsaufwand in Stunden	Eigenstudium 32, Präsenzstudium 28
Dozenten	Dr. Christian Wulf
Sprachen	DE
Zeitraum	SoSe
Inhalt	<ul style="list-style-type: none"> • Grundlagen des Risikomanagements <ul style="list-style-type: none"> ◦ Begriffsdefinition ◦ Risikoarten ◦ Riskomanagementprozess ◦ Enterprise Risk Management • Märkte und Instrumente im Energiehandel <ul style="list-style-type: none"> ◦ Termin- und Spotkontrakte ◦ Notierungen an Energiemärkten ◦ Optionen • Kennzahlendefinition <ul style="list-style-type: none"> ◦ Bewertung von Marktrisiken ◦ Bewertung von Adressrisiken ◦ Bewertung von operationellen Risiken ◦ Bewertung von Liquiditätsrisiken • Risikomonitoring- und Reporting • Risikobehandlung
Literatur	<ul style="list-style-type: none"> • Roggi, O. (2012): Risk Taking: A Corporate Governance Perspective, International Finance Corporation, New York • Hull, J. C. (2012): Options, Futures, and other Derivatives, 8. Auflage, Pearson Verlag, New York • Albrecht, P.; Maurer, R. (2008): Investment- und Risikomanagement, 3. Auflage, Schäffer-Poeschel Verlag, Stuttgart • Rittenberg, L.; Martens, F. (2012): Understanding and Communicating Risk Appetite, Treadway Commission, Durham

Lehrveranstaltung L0060: Wasserstofftechnologie	
Typ	Vorlesung
SWS	2
LP	2
Arbeitsaufwand in Stunden	Eigenstudium 32, Präsenzstudium 28
Dozenten	Jun.-Prof. Julian Jepsen
Sprachen	DE
Zeitraum	SoSe
Inhalt	<ol style="list-style-type: none"> 1. Energiewirtschaft 2. Wasserstoffwirtschaft 3. Vorkommen und Eigenschaften von Wasserstoff 4. Herstellung von Wasserstoff (aus Kohlenwasserstoffen und durch Elektrolyse) 5. Trennung und Reinigung 6. Speicherung und Transport von Wasserstoff 7. Sicherheit 8. Brennstoffzellen 9. Projekte
Literatur	<ul style="list-style-type: none"> • Skriptum zur Vorlesung • Winter, Nitsch: Wasserstoff als Energieträger • Ullmann's Encyclopedia of Industrial Chemistry • Kirk, Othmer: Encyclopedia of Chemical Technology • Larminie, Dicks: Fuel cell systems explained

Modul M0513: Systemaspekte regenerativer Energien			
Lehrveranstaltungen			
Titel	Typ	SWS	LP
Brennstoffzellen, Batterien und Gasspeicher: Neue Materialien für die Energieerzeugung und -speicherung (L0021)	Vorlesung	2	2
Energiehandel und Energiemärkte (L0019)	Vorlesung	1	1
Energiehandel und Energiemärkte (L0020)	Gruppenübung	1	1
Tiefe Geothermie (L0025)	Vorlesung	2	2
Modulverantwortlicher	Prof. Martin Kaltschmitt		
Zulassungsvoraussetzungen	Keine		
Empfohlene Vorkenntnisse	Modul: Technische Thermodynamik I Modul: Technische Thermodynamik II		
Modulziele/ angestrebte Lernergebnisse	Nach erfolgreicher Teilnahme haben die Studierenden die folgenden Lernergebnisse erreicht		
Fachkompetenz	<p><i>Wissen</i> Die Studierenden können mit Abschluss dieses Moduls die Prozesse im Energiehandel und die Gestaltung der Energiemärkte beschreiben und kritisch in Bezug zu aktuellen Problemstellungen bewerten. Des Weiteren sind sie in der Lage die thermodynamischen Grundlagen der elektrochemischen Energiewandlung in Brennstoffzellen zu erklären und den Bezug zu verschiedenen Bauarten von Brennstoffzellen und deren jeweiligem Aufbau herzustellen und zu erläutern. Die Studenten können diese Technologie mit weiteren Energiespeichermöglichkeiten vergleichen. Zusätzlich können die Studenten einen Überblick über die Verfahrensweise und der energetischen Einbindung von tiefer Geothermie geben.</p> <p><i>Fertigkeiten</i> Die Studierenden können das erlernte Wissen zur Speicherung überschüssiger Energie anwenden, um für unterschiedlicher Energiesysteme Lösungsansätze für eine versorgungssichere Energiebereitstellung erläutern. Insbesondere können sie diesbezüglich häusliche, gewerbliche und industrielle Beheizungsanlagen unter Anwendung von Speichern energiesparend planen und berechnen, und im Bezug zu komplexen Energiesystemen beurteilen. In diesem Zusammenhang können die Studierenden die Potenziale und Grenzen von Geothermieanlagen einschätzen und deren Funktionsweise erläutern.</p> <p>Des Weiteren sind die Studierenden in der Lage die Vorgehensweisen und Strategien zur Vermarktung von Energie zu erläutern und im Kontext anderer Module auf erneuerbare Energieprojekte anwenden. In diesem Zusammenhang können die Studierenden eigenständig Analysen zur Bewertung von Energiehandel und Energiemärkten erstellen.</p>		
Personale Kompetenzen	<p><i>Sozialkompetenz</i> Die Studierenden können Problemstellungen in den angrenzenden Themengebieten im Bereich erneuerbarer Energien, die innerhalb des Moduls vertieft wurden, diskutieren.</p> <p><i>Selbstständigkeit</i> Die Studierenden können sich selbstständig Quellen über die Schwerpunkte der Vorlesungen erschließen und sich das darin enthaltene Wissen aneignen.</p>		
Arbeitsaufwand in Stunden	Eigenstudium 96, Präsenzstudium 84		
Leistungspunkte	6		
Studienleistung	Keine		
Prüfung	Klausur		
Prüfungsdauer und -umfang	3 Stunden		
Zuordnung zu folgenden Curricula	Bioverfahrenstechnik: Vertiefung A - Allgemeine Bioverfahrenstechnik: Wahlpflicht Flugzeug-Systemtechnik: Kernqualifikation: Wahlpflicht Internationales Wirtschaftsingenieurwesen: Vertiefung II. Regenerative Energien: Wahlpflicht Internationales Wirtschaftsingenieurwesen: Vertiefung II. Energie- und Umwelttechnik: Wahlpflicht Internationales Wirtschaftsingenieurwesen: Vertiefung II. Verfahrenstechnik und Biotechnologie: Wahlpflicht Regenerative Energien: Kernqualifikation: Pflicht Theoretischer Maschinenbau: Vertiefung Energietechnik: Wahlpflicht Theoretischer Maschinenbau: Vertiefung Energietechnik: Wahlpflicht Verfahrenstechnik: Vertiefung Umweltverfahrenstechnik: Wahlpflicht Verfahrenstechnik: Vertiefung Allgemeine Verfahrenstechnik: Wahlpflicht Wasser- und Umweltingenieurwesen: Vertiefung Wasser: Wahlpflicht Wasser- und Umweltingenieurwesen: Vertiefung Umwelt: Wahlpflicht		

Lehrveranstaltung L0021: Brennstoffzellen, Batterien und Gasspeicher: Neue Materialien für die Energieerzeugung und -speicherung	
Typ	Vorlesung
SWS	2
LP	2
Arbeitsaufwand in Stunden	Eigenstudium 32, Präsenzstudium 28
Dozenten	Prof. Michael Fröba
Sprachen	DE
Zeitraum	SoSe
Inhalt	<ol style="list-style-type: none"> 1. Einführung in die elektrochemische Energiewandlung 2. Funktion und Aufbau von Elektrolyten 3. Die Niedertemperatur-Brennstoffzellen <ul style="list-style-type: none"> ◦ Bauformen ◦ Thermodynamik der PEM-Brennstoffzelle ◦ Kühl- und Befeuchtungsstrategie 4. Die Hochtemperatur-Brennstoffzelle <ul style="list-style-type: none"> ◦ Die MCFC ◦ Die SOFC ◦ Integrationsstrategien und Teilreformierung 5. Brennstoffe <ul style="list-style-type: none"> ◦ Bereitstellung von Brennstoffen ◦ Reformierung von Erdgas und Biogas ◦ Reformierung von flüssigen Kohlenwasserstoffen 6. Energetische Integration und Regelung von Brennstoffzellen-Systemen
Literatur	<ul style="list-style-type: none"> • Hamann, C.; Vielstich, W.: Elektrochemie 3. Aufl.; Weinheim: Wiley - VCH, 2003

Lehrveranstaltung L0019: Energiehandel und Energiemärkte	
Typ	Vorlesung
SWS	1
LP	1
Arbeitsaufwand in Stunden	Eigenstudium 16, Präsenzstudium 14
Dozenten	Michael Sagorje, Dr. Sven Orłowski
Sprachen	DE
Zeitraum	SoSe
Inhalt	<ul style="list-style-type: none"> • Grundbegriffe und handelbare Produkte in Energiemärkten • Primärenergiemärkte • Strommärkte • Europäisches Emissionshandelssystem • Einfluss von Erneuerbaren Energien • Realoptionen • Risikomanagement <p>Innerhalb der Übung werden die verschiedenen Aufgabenstellungen aktiv diskutiert und auf verschiedene Anwendungsfälle angewandt.</p>
Literatur	

Lehrveranstaltung L0020: Energiehandel und Energiemärkte	
Typ	Gruppenübung
SWS	1
LP	1
Arbeitsaufwand in Stunden	Eigenstudium 16, Präsenzstudium 14
Dozenten	Michael Sagorje, Dr. Sven Orłowski
Sprachen	DE
Zeitraum	SoSe
Inhalt	Siehe korrespondierende Vorlesung
Literatur	Siehe korrespondierende Vorlesung

Lehrveranstaltung L0025: Tiefe Geothermie	
Typ	Vorlesung
SWS	2
LP	2
Arbeitsaufwand in Stunden	Eigenstudium 32, Präsenzstudium 28
Dozenten	Dr. Ben Norden
Sprachen	DE
Zeitraum	SoSe
Inhalt	<ol style="list-style-type: none"> 1. Einführung in die tiefe geothermische Nutzung 2. Geologische Grundlagen I 3. Geologische Grundlagen II 4. Geologisch-thermische Aspekte 5. Gesteinsphysikalische Aspekte 6. Geochemische Aspekte 7. Exploration tiefer geothermischer Reservoirs 8. Bohrungstechnologien, Verrohrung und Ausbau 9. Bohrlochgeophysik 10. Untertägige Systemcharakterisierung und Reservoirengineering 11. Mikrobiologie und Obertägige Systemkomponenten 12. Angepasste Anlagenkonzepte, Kosten und Umweltaspekt
Literatur	<ul style="list-style-type: none"> • Dipippo, R.: Geothermal Power Plants: Principles, Applications, Case Studies and Environmental Impact. Butterworth Heinemann; 3rd revised edition. (29. Mai 2012) • www.geo-energy.org • Edenhofer et al. (eds): Renewable Energy Sources and Climate Change Mitigation; Special Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change. Cambridge University Press, 2012. • Kaltschmitt et al. (eds): Erneuerbare Energien: Systemtechnik, Wirtschaftlichkeit, Umweltaspekte. Springer, 5. Aufl. 2013. • Kaltschmitt et al. (eds): Energie aus Erdwärme. Spektrum Akademischer Verlag; Auflage: 1999 (3. September 2001) • Huenges, E. (ed.): Geothermal Energy Systems: Exploration, Development, and Utilization. Wiley-VCH Verlag GmbH & Co. KGaA; Auflage: 1. Auflage (19. April 2010)

Fachmodule der Vertiefung Flugzeug-Systemtechnik

Im Zentrum der Vertiefung Flugzeug-Systemtechnik steht das Erlernen der Fähigkeit zum systemtechnischen und -übergreifenden Denken und Lösen von Fragestellungen der Luftfahrttechnik. Dieses wird ermöglicht durch Module im Bereich Flugphysik, Flugzeugsysteme und Kabinensysteme, Flugzeugentwurf, Sowie Flughafenplanung und Betrieb im Wahlpflichtbereich. Zusätzlich sind Fächer aus dem Technischen Ergänzungskurs für TMBMS (laut FSPO) frei wählbar.

Modul M0763: Flugzeug-Energiesysteme			
Lehrveranstaltungen			
Titel	Typ	SWS	LP
Flugzeug-Energiesysteme (L0735)	Vorlesung	3	4
Flugzeug-Energiesysteme (L0739)	Hörsaalübung	2	2
Modulverantwortlicher	Prof. Frank Thielecke		
Zulassungsvoraussetzungen	Keine		
Empfohlene Vorkenntnisse	Grundlegende Kenntnisse in: <ul style="list-style-type: none"> • Mathematik • Mechanik • Thermodynamik • Elektrotechnik • Hydraulik • Regelungstechnik 		
Modulziele/ angestrebte Lernergebnisse	Nach erfolgreicher Teilnahme haben die Studierenden die folgenden Lernergebnisse erreicht		
Fachkompetenz	Studierende können: <ul style="list-style-type: none"> • die wichtigsten Komponenten und Auslegungspunkte von hydraulischen und elektrischen Systemen und Hochauftriebssystemen beschreiben • einen Überblick über Wirkprinzipien von Klimaanlage geben • die Notwendigkeit von Hochauftriebssystemen sowie deren Funktionsweise und Wirkung erklären • die Schwierigkeiten bei der Auslegung von Versorgungssystemen von Flugzeugen richtig einschätzen 		
<i>Wissen</i>			
<i>Fertigkeiten</i>	Studierende können: <ul style="list-style-type: none"> • Hydraulische und elektrische Versorgungssysteme an Bord von Flugzeugen auslegen • Hochauftriebssysteme von Flugzeugen auslegen • Thermodynamische Analyse von Klimaanlage durchführen 		
Personale Kompetenzen	Studierende können: <ul style="list-style-type: none"> • Systemauslegungen in Gruppen durchführen und Ergebnisse diskutieren 		
<i>Sozialkompetenz</i>			
<i>Selbstständigkeit</i>	Studierende können: <ul style="list-style-type: none"> • Lehrinhalte eigenständig aufbereiten 		
Arbeitsaufwand in Stunden	Eigenstudium 110, Präsenzstudium 70		
Leistungspunkte	6		
Studienleistung	Keine		
Prüfung	Klausur		
Prüfungsdauer und -umfang	165 Minuten		
Zuordnung zu folgenden Curricula	Energietechnik: Vertiefung Energiesysteme: Wahlpflicht Flugzeug-Systemtechnik: Kernqualifikation: Pflicht Internationales Wirtschaftsingenieurwesen: Vertiefung II. Luftfahrtsysteme: Wahlpflicht Produktentwicklung, Werkstoffe und Produktion: Vertiefung Produktentwicklung: Wahlpflicht Produktentwicklung, Werkstoffe und Produktion: Vertiefung Produktion: Wahlpflicht Produktentwicklung, Werkstoffe und Produktion: Vertiefung Werkstoffe: Wahlpflicht Theoretischer Maschinenbau: Vertiefung Flugzeug-Systemtechnik: Wahlpflicht		

Lehrveranstaltung L0735: Flugzeug-Energiesysteme	
Typ	Vorlesung
SWS	3
LP	4
Arbeitsaufwand in Stunden	Eigenstudium 78, Präsenzstudium 42
Dozenten	Prof. Frank Thielecke
Sprachen	DE
Zeitraum	WiSe
Inhalt	<ul style="list-style-type: none"> • Hydraulische Energiesysteme (Flüssigkeiten; Druckverluste in Ventilen und Rohrleitungen; Komponenten hydraulischer Systeme wie Pumpen, Ventile, etc.; Druck/Durchflusscharakteristika; Aktuatoren; Behälter; Leistungs- und Wärmebilanzen; Notenergie) • Elektrisches Energiesystem (Generatoren; Konstantdrehzahlgetriebe; DC und AC Konverter; elektrische Energieverteilung; Bus-Systeme; Überwachung; Lastanalyse) • Hochauftriebssysteme (Prinzipien; Ermittlung von Lasten und Systemantriebsleistungen; Prinzipien und Auslegung von Antriebs- und Stellsystemen; Sicherheitsforderungen und -einrichtungen) • Klimaanlage (Thermodynamische Analyse; Expansions- und Kompressions-Kältemaschinen; Kontrollmechanismen; Kabinendruck-Kontrollsysteme)
Literatur	<ul style="list-style-type: none"> • Moir, Seabridge: Aircraft Systems • Green: Aircraft Hydraulic Systems • Torenbek: Synthesis of Subsonic Airplane Design • SAE1991: ARP; Air Conditioning Systems for Subsonic Airplanes

Lehrveranstaltung L0739: Flugzeug-Energiesysteme	
Typ	Hörsaalübung
SWS	2
LP	2
Arbeitsaufwand in Stunden	Eigenstudium 32, Präsenzstudium 28
Dozenten	Prof. Frank Thielecke
Sprachen	DE
Zeitraum	WiSe
Inhalt	Siehe korrespondierende Vorlesung
Literatur	Siehe korrespondierende Vorlesung

Modul M0812: Luftfahrzeugentwurf I (Entwurf von Verkehrsflugzeugen)			
Lehrveranstaltungen			
Titel		Typ	SWS LP
Luftfahrzeugentwurf I (Entwurf von Verkehrsflugzeugen) (L0820)		Vorlesung	3 3
Luftfahrzeugentwurf I (Entwurf von Verkehrsflugzeugen) (L0834)		Hörsaalübung	2 3
Modulverantwortlicher	Prof. Volker Gollnick		
Zulassungsvoraussetzungen	Keine		
Empfohlene Vorkenntnisse	<ul style="list-style-type: none"> • Bachelor Mech. Eng. • Bachelor Verkehrswissenschaften • Vordiplom Maschinenbau • Modul Luftfahrtsysteme 		
Modulziele/ angestrebte Lernergebnisse	Nach erfolgreicher Teilnahme haben die Studierenden die folgenden Lernergebnisse erreicht		
Fachkompetenz	<p><i>Wissen</i></p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Grundlegendes Verständnis der Vorgehensweise für den ganzheitlichen Flugzeugentwurf am Beispiel Verkehrsflugzeuge 2. Verständnis der Wechselwirkungen und Beiträge der verschiedenen Disziplinen 3. Einfluss der relevanten Entwurfparameter auf die Auslegung des Flugzeugs am Beispiel Verkehrsflugzeuge 4. Kennenlernen der grundlegenden Berechnungsmethoden <p><i>Fertigkeiten</i></p> <p>Verstehen und Anwenden von Auslegungsmethoden und Berechnungsverfahren</p> <p>Verstehen interdisziplinärer und integrativer Wechselwirkungen</p> <p>Personale Kompetenzen</p> <p><i>Sozialkompetenz</i></p> <p>Arbeiten in interdisziplinären Teams</p> <p>Kommunikation</p> <p><i>Selbstständigkeit</i></p> <p>Organisation von Arbeitsabläufen und -strategien</p>		
Arbeitsaufwand in Stunden	Eigenstudium 110, Präsenzstudium 70		
Leistungspunkte	6		
Studienleistung	Verpflichtend Bonus	Art der Studienleistung	Beschreibung
	Nein 10 %	Testate	Durchführung einer Konzeptauslegung für ein Verkehrsflugzeug
Prüfung	Klausur		
Prüfungsdauer und -umfang	180 min		
Zuordnung zu folgenden Curricula	Flugzeug-Systemtechnik: Kernqualifikation: Pflicht Internationales Wirtschaftsingenieurwesen: Vertiefung II. Luftfahrtsysteme: Wahlpflicht Produktentwicklung, Werkstoffe und Produktion: Vertiefung Produktentwicklung: Wahlpflicht Produktentwicklung, Werkstoffe und Produktion: Vertiefung Produktentwicklung: Wahlpflicht Produktentwicklung, Werkstoffe und Produktion: Vertiefung Produktion: Wahlpflicht Theoretischer Maschinenbau: Vertiefung Flugzeug-Systemtechnik: Wahlpflicht		

Lehrveranstaltung L0820: Luftfahrzeugentwurf I (Entwurf von Verkehrsflugzeugen)	
Typ	Vorlesung
SWS	3
LP	3
Arbeitsaufwand in Stunden	Eigenstudium 48, Präsenzstudium 42
Dozenten	Prof. Volker Gollnick, Jens Thöben
Sprachen	DE
Zeitraum	WiSe
Inhalt	Einführung in den Flugzeugentwurfsprozess <ol style="list-style-type: none"> 1. Einführung/Ablauf der Flugzeugentwicklung/Verschiedene Flugzeugkonfigurationen 2. Anforderungen und Auslegungsziele, wesentliche Auslegungsparameter (u.a. Nutzlast-Reichweiten-Diagramm) 3. Statistische Methoden im Gesamtentwurf/Datenbankmethoden 4. Kabinenauslegung (Rumpfdimensionierung, Ausstattung, Ladesysteme) 5. Grundlagen des aerodynamischen Entwurfs (Polare, Geometrie, 2D/3DAerodynamik) 6. Flügelgeometrie 7. Leitwerke und Fahrwerk 8. Grundlagen der Triebwerksdimensionierung und -integration 9. Grundlagen der Flugleistungsauslegung für den Reiseflug 10. Auslegung Start u. Landung (Streckenberechnung) 11. Lasten (Festigkeitsauslegung, V-n-Diagramm) 12. Betriebskosten
Literatur	J. Roskam: "Airplane Design" D.P. Raymer: "Aircraft Design - A Conceptual Approach" J.P. Fielding: "Introduction to Aircraft Design" Jenkinson, Simpkin, Rhoads: "Civil Jet Aircraft Design"

Lehrveranstaltung L0834: Luftfahrzeugentwurf I (Entwurf von Verkehrsflugzeugen)	
Typ	Hörsaalübung
SWS	2
LP	3
Arbeitsaufwand in Stunden	Eigenstudium 62, Präsenzstudium 28
Dozenten	Prof. Volker Gollnick, Jens Thöben
Sprachen	DE
Zeitraum	WiSe
Inhalt	Siehe korrespondierende Vorlesung
Literatur	Siehe korrespondierende Vorlesung

Modul M0771: Flugphysik			
Lehrveranstaltungen			
Titel		Typ	SWS LP
Aerodynamik und Flugmechanik I (L0727)		Vorlesung	3 3
Flugmechanik II (L0730)		Vorlesung	2 2
Flugmechanik II (L0731)		Hörsaalübung	1 1
Modulverantwortlicher	Prof. Frank Thielecke		
Zulassungsvoraussetzungen	Keine		
Empfohlene Vorkenntnisse	Grundlegende Kenntnisse in: <ul style="list-style-type: none"> • Mathematik • Mechanik • Thermodynamik • Luftfahrttechnik 		
Modulziele/ angestrebte Lernergebnisse	Nach erfolgreicher Teilnahme haben die Studierenden die folgenden Lernergebnisse erreicht		
Fachkompetenz	Studierende können: <ul style="list-style-type: none"> • Die Fundamentalgleichungen der Aerodynamik für kompressible, inkompressible und reibungsbehaftete Strömungen beschreiben • Wirkprinzipien von Flügelprofilen und Tragflächen erläutern • Die Bewegungsgleichungen des Flugzeugs erklären • Die Flugleistung sowie Stabilität des Flugzeugs einschätzen • Die Dynamik der Längs- und Seitenbewegung beschreiben • Methoden der Flugsimulation und Flugmesstechnik erläutern 		
<i>Wissen</i>			
<i>Fertigkeiten</i>	Studierende können: <ul style="list-style-type: none"> • Flugmechanische Simulationen durchführen • Flugmechanische Zusammenhänge aus virtuellen wie realen Flugversuchsdaten herleiten 		
Personale Kompetenzen	Studierende können: <ul style="list-style-type: none"> • Simulationen in Gruppen durchführen und Ergebnisse diskutieren 		
<i>Sozialkompetenz</i>			
<i>Selbstständigkeit</i>	Studierende können: <ul style="list-style-type: none"> • Lehrinhalte eigenständig aufbereiten 		
Arbeitsaufwand in Stunden	Eigenstudium 96, Präsenzstudium 84		
Leistungspunkte	6		
Studienleistung	Keine		
Prüfung	Klausur		
Prüfungsdauer und -umfang	120 Minuten im WS + 90 Minuten im SS		
Zuordnung zu folgenden Curricula	Flugzeug-Systemtechnik: Kernqualifikation: Pflicht Internationales Wirtschaftsingenieurwesen: Vertiefung II. Luftfahrtsysteme: Wahlpflicht Produktentwicklung, Werkstoffe und Produktion: Vertiefung Produktentwicklung: Wahlpflicht Produktentwicklung, Werkstoffe und Produktion: Vertiefung Produktion: Wahlpflicht Produktentwicklung, Werkstoffe und Produktion: Vertiefung Werkstoffe: Wahlpflicht Theoretischer Maschinenbau: Vertiefung Flugzeug-Systemtechnik: Wahlpflicht		

Lehrveranstaltung L0727: Aerodynamik und Flugmechanik I	
Typ	Vorlesung
SWS	3
LP	3
Arbeitsaufwand in Stunden	Eigenstudium 48, Präsenzstudium 42
Dozenten	Prof. Frank Thielecke, Dr. Ralf Heinrich, Mike Montel
Sprachen	DE
Zeitraum	WiSe
Inhalt	<ul style="list-style-type: none"> • Aerodynamik (Fundamentalgleichungen; kompressible und inkompressible Strömungen; Flügelprofile und Tragflächen; Reibungsbehaftete Strömungen) • Flugmechanik (Bewegungsgleichungen; Flugleistung; Steuerflächen, Beiwerte; Längsstabilität und Steuerung; Trimmzustände; Flugmanöver)
Literatur	<ul style="list-style-type: none"> • Schlichting, H.; Truckenbrodt, E.: Aerodynamik des Flugzeuges I und II • Etkin, B.: Dynamics of Atmospheric Flight • Sachs/Hafer: Flugmechanik • Brockhaus: Flugregelung • J.D. Anderson: Introduction to flight

Lehrveranstaltung L0730: Flugmechanik II	
Typ	Vorlesung
SWS	2
LP	2
Arbeitsaufwand in Stunden	Eigenstudium 32, Präsenzstudium 28
Dozenten	Prof. Frank Thielecke
Sprachen	DE
Zeitraum	SoSe
Inhalt	<p>Inhalt:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Dynamik der Längsbewegung • stationärer unsymmetrischer Flug • Flugmanöver der Seitenbewegung • Dynamik der Seitenbewegung • Methoden der Flugsimulation • Experimentelle Methoden der Flugmechanik • Modellvalidierung mit Parameteridentifikation
Literatur	<ul style="list-style-type: none"> • Schlichting, H.; Truckenbrodt, E.: Aerodynamik des Flugzeuges I und II • Etkin, B.: Dynamics of Atmospheric Flight • Sachs/Hafer: Flugmechanik • Brockhaus: Flugregelung • J.D. Anderson: Introduction to flight

Lehrveranstaltung L0731: Flugmechanik II	
Typ	Hörsaalübung
SWS	1
LP	1
Arbeitsaufwand in Stunden	Eigenstudium 16, Präsenzstudium 14
Dozenten	Prof. Frank Thielecke
Sprachen	DE
Zeitraum	SoSe
Inhalt	Siehe korrespondierende Vorlesung
Literatur	Siehe korrespondierende Vorlesung

Modul M1182: Technischer Ergänzungskurs für TMBMS (laut FSPO)			
Lehrveranstaltungen			
Titel	Typ	SWS	LP
Modulverantwortlicher	Prof. Robert Seifried		
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	Theoretischer Maschinenbau: Vertiefung Produktentwicklung und Produktion: Wahlpflicht Theoretischer Maschinenbau: Vertiefung Flugzeug-Systemtechnik: Wahlpflicht Theoretischer Maschinenbau: Vertiefung Materialwissenschaften: Wahlpflicht Theoretischer Maschinenbau: Vertiefung Maritime Technik: Wahlpflicht Theoretischer Maschinenbau: Vertiefung Energietechnik: Wahlpflicht Theoretischer Maschinenbau: Vertiefung Bio- und Medizintechnik: Wahlpflicht Theoretischer Maschinenbau: Vertiefung Robotik und Informatik: Wahlpflicht Theoretischer Maschinenbau: Vertiefung Simulationstechnik: Wahlpflicht		

Modul M1156: Systems Engineering			
Lehrveranstaltungen			
Titel	Typ	SWS	LP
Systems Engineering (L1547)	Vorlesung	3	4
Systems Engineering (L1548)	Hörsaalübung	1	2
Modulverantwortlicher	Prof. Ralf God		
Zulassungsvoraussetzungen	Keine		
Empfohlene Vorkenntnisse	Grundlegende Kenntnisse in: <ul style="list-style-type: none"> • Mathematik • Mechanik • Thermodynamik • Elektrotechnik • Regelungstechnik Vorkenntnisse in: <ul style="list-style-type: none"> • Flugzeug-Kabinensysteme 		
Modulziele/ angestrebte Lernergebnisse	Nach erfolgreicher Teilnahme haben die Studierenden die folgenden Lernergebnisse erreicht		
Fachkompetenz	Studierende können: <ul style="list-style-type: none"> • Vorgehensmodelle, Methoden und Werkzeuge für das Systems Engineering zur Entwicklung komplexer Systeme verstehen • Innovationsprozesse und die Notwendigkeit des Technologiemanagements beschreiben • den Flugzeug-Entwicklungsprozess und den Vorgang der Musterzulassung bei Flugzeugen erläutern • den System-Entwicklungsprozess inklusive der Anforderungen an die Zuverlässigkeit von Systemen erklären • die Umgebungs- und Einsatzbedingungen von Luftfahrtausrüstung mit den entsprechenden Testanforderungen benennen • die Methodik des Requirements-Based Engineering (RBE) und des Model-Based Requirements Engineering (MBRE) einschätzen 		
<i>Wissen</i>			
<i>Fertigkeiten</i>	Studierende können: <ul style="list-style-type: none"> • das Vorgehen zur Entwicklung eines komplexen Systems planen • die Entwicklungsphasen und Entwicklungsaufgaben organisieren • erforderliche Geschäfts- und Technikprozesse zuordnen • Werkzeuge und Methoden des Systems Engineering anwenden 		
Personale Kompetenzen			
<i>Sozialkompetenz</i>	Studierende können: <ul style="list-style-type: none"> • ihre Aufgaben innerhalb eines Entwicklungsteams verstehen und sich mit ihrer Rolle in den Gesamtprozess einordnen 		
<i>Selbstständigkeit</i>	Studierende können: <ul style="list-style-type: none"> • in einem Entwicklungsteam mit Aufgabenteilung interagieren und kommunizieren 		
Arbeitsaufwand in Stunden	Eigenstudium 124, Präsenzstudium 56		
Leistungspunkte	6		
Studienleistung	Keine		
Prüfung	Klausur		
Prüfungsdauer und -umfang	120 Minuten		
Zuordnung zu folgenden Curricula	Flugzeug-Systemtechnik: Kernqualifikation: Pflicht Internationales Wirtschaftsingenieurwesen: Vertiefung II. Luftfahrtsysteme: Wahlpflicht Internationales Wirtschaftsingenieurwesen: Vertiefung II. Produktentwicklung und Produktion: Wahlpflicht Mechatronics: Vertiefung Systementwurf: Wahlpflicht Mechatronics: Vertiefung Intelligente Systeme und Robotik: Wahlpflicht Produktentwicklung, Werkstoffe und Produktion: Vertiefung Produktentwicklung: Pflicht Produktentwicklung, Werkstoffe und Produktion: Vertiefung Produktion: Wahlpflicht Produktentwicklung, Werkstoffe und Produktion: Vertiefung Werkstoffe: Wahlpflicht Theoretischer Maschinenbau: Vertiefung Flugzeug-Systemtechnik: Wahlpflicht		

Lehrveranstaltung L1547: Systems Engineering	
Typ	Vorlesung
SWS	3
LP	4
Arbeitsaufwand in Stunden	Eigenstudium 78, Präsenzstudium 42
Dozenten	Prof. Ralf God
Sprachen	DE
Zeitraum	SoSe
Inhalt	<p>Ziel der Vorlesung mit der zugehörigen Übung ist die Schaffung von Voraussetzungen für die Entwicklung und Integration von komplexen Systemen am Beispiel von Verkehrsflugzeugen und Kabinensystemen. Es soll Prozess-, Werkzeug- und Methodenkompetenz erreicht werden. Vorschriften, Richtlinien und Zulassungsaspekte sollen bekannt sein.</p> <p>Schwerpunkte der Vorlesung bilden die Prozesse beim Innovations- und Technologiemanagement, der Systementwicklung, Systemintegration und der Zulassung sowie Werkzeuge und Methoden für das Systems Engineering:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Innovationsprozesse • IP-Schutz • Technologiemanagement • Systems Engineering • Flugzeug-Entwicklungsprozess • Themen der Zulassung • System-Entwicklungsprozess • Sicherheitsziele und Fehlertoleranz • Umgebungs- und Einsatzbedingungen • Werkzeuge und Methoden für das Systems Engineering • Requirements-Based Engineering (RBE) • Model-Based Requirements Engineering (MBRE)
Literatur	<ul style="list-style-type: none"> - Skript zur Vorlesung - diverse Normen und Richtlinien (EASA, FAA, RTCA, SAE) - Hauschildt, J., Salomo, S.: Innovationsmanagement. Vahlen, 5. Auflage, 2010 - NASA Systems Engineering Handbook, National Aeronautics and Space Administration, 2007 - Hinsch, M.: Industrielles Luftfahrtmanagement: Technik und Organisation luftfahrttechnischer Betriebe. Springer, 2010 - De Florio, P.: Airworthiness: An Introduction to Aircraft Certification. Elsevier Ltd., 2010 - Pohl, K.: Requirements Engineering. Grundlagen, Prinzipien, Techniken. 2. korrigierte Auflage, dpunkt.Verlag, 2008

Lehrveranstaltung L1548: Systems Engineering	
Typ	Hörsaalübung
SWS	1
LP	2
Arbeitsaufwand in Stunden	Eigenstudium 46, Präsenzstudium 14
Dozenten	Prof. Ralf God
Sprachen	DE
Zeitraum	SoSe
Inhalt	Siehe korrespondierende Vorlesung
Literatur	Siehe korrespondierende Vorlesung

Modul M0764: Flugsteuerungssysteme			
Lehrveranstaltungen			
Titel		Typ	SWS LP
Flugsteuerungssysteme (L0736)		Vorlesung	3 4
Flugsteuerungssysteme (L0740)		Hörsaalübung	2 2
Modulverantwortlicher	Prof. Frank Thielecke		
Zulassungsvoraussetzungen	Keine		
Empfohlene Vorkenntnisse	Grundlegende Kenntnisse in: <ul style="list-style-type: none"> • Mathematik • Mechanik • Thermodynamik • Elektrotechnik • Hydraulik • Regelungstechnik 		
Modulziele/ angestrebte Lernergebnisse	Nach erfolgreicher Teilnahme haben die Studierenden die folgenden Lernergebnisse erreicht		
Fachkompetenz	Studierende können: <ul style="list-style-type: none"> • den generellen Aufbau der primären Flugsteuerung sowie von Aktuator-, Avionik-, Hochauftriebssystemen von Flugzeugen inklusive deren spezifischen Eigenschaften und Anwendungsfelder beschreiben, • unterschiedlicher Konfigurationen erläutern, • entsprechende Ausgestaltungen erklären. 		
<i>Wissen</i>			
Fertigkeiten	Studierende können: <ul style="list-style-type: none"> • Aktuatorssysteme der primären Flugsteuerung auslegen • einen Reglerentwurfprozess für Aktuatoren der Flugsteuerung durchführen • Hochauftriebskinematiken entwerfen 		
<i>Fertigkeiten</i>			
Personale Kompetenzen	Studierende können: <ul style="list-style-type: none"> • In gemischten Teams gemeinschaftlich Lösungen erarbeiten 		
<i>Sozialkompetenz</i>			
Selbstständigkeit	Studierende können: <ul style="list-style-type: none"> • Selbstständig aus komplexen Fragestellungen Anforderungen an Flugzeugsysteme ableiten und entsprechende, vereinfachte Entwurfsprozesse einleiten und durchführen 		
<i>Selbstständigkeit</i>			
Arbeitsaufwand in Stunden	Eigenstudium 110, Präsenzstudium 70		
Leistungspunkte	6		
Studienleistung	Keine		
Prüfung	Klausur		
Prüfungsdauer und -umfang	165 Minuten		
Zuordnung zu folgenden Curricula	Flugzeug-Systemtechnik: Kernqualifikation: Pflicht Internationales Wirtschaftsingenieurwesen: Vertiefung II. Luftfahrtssysteme: Wahlpflicht Produktentwicklung, Werkstoffe und Produktion: Vertiefung Produktentwicklung: Wahlpflicht Produktentwicklung, Werkstoffe und Produktion: Vertiefung Produktion: Wahlpflicht Produktentwicklung, Werkstoffe und Produktion: Vertiefung Werkstoffe: Wahlpflicht Theoretischer Maschinenbau: Vertiefung Flugzeug-Systemtechnik: Wahlpflicht		

Lehrveranstaltung L0736: Flugsteuerungssysteme	
Typ	Vorlesung
SWS	3
LP	4
Arbeitsaufwand in Stunden	Eigenstudium 78, Präsenzstudium 42
Dozenten	Prof. Frank Thielecke
Sprachen	DE
Zeitraum	SoSe
Inhalt	<ul style="list-style-type: none"> • Aktuatorik (Grundkonzepte von Aktuatoren; elektro-mechanische Aktuatoren; Modellierung, Analyse und Auslegung von Positionsregelsystemen; hydromotorische Stellsysteme) • Flugsteuerungssysteme (Steuerflächen, Scharniermomente; Stabilitäts- und Steuerbarkeitsanforderungen, Stellkräfte; reversible und irreversible Flugsteuerung; Servo-Stellsysteme) • Fahrwerksysteme (Konfigurationen und Geometrien; Analyse von Fahrwerkssystemen mit Hinblick auf Stoßdämpferdynamiken, Dynamik des abbremsenden Flugzeuges und Leistungsbedarf; Aufbau und Analyse von Bremssystemen im Hinblick auf Energie und Wärme; ABS) • Kraftstoffsysteme (Architekturen; Flugkraftstoffe; Systemkomponenten; Betankungsanlage; Tankinertisierung; Kraftstoffmanagement; Trimmtank) • Enteisierungssysteme (Atmosphärische Vereisungsbedingungen; physikalische Prinzipien von Enteisierungssystemen)
Literatur	<ul style="list-style-type: none"> • Moir, Seabridge: Aircraft Systems • Torenbek: Synthesis of Subsonic Airplane Design • Curry: Aircraft Landing Gear Design: Principles and Practices

Lehrveranstaltung L0740: Flugsteuerungssysteme	
Typ	Hörsaalübung
SWS	2
LP	2
Arbeitsaufwand in Stunden	Eigenstudium 32, Präsenzstudium 28
Dozenten	Prof. Frank Thielecke
Sprachen	DE
Zeitraum	SoSe
Inhalt	Siehe korrespondierende Vorlesung
Literatur	Siehe korrespondierende Vorlesung

Modul M1690: Luftfahrzeugentwurf II (Entwurf von Flugsystemen)			
Lehrveranstaltungen			
Titel	Typ	SWS	LP
Luftfahrzeugentwurf II (Drehflügler, Sonderflugzeuge, UAV) (L0844)	Vorlesung	3	3
Luftfahrzeugentwurf II (Drehflügler, Sonderflugzeuge, UAV) (L0847)	Hörsaalübung	2	3
Modulverantwortlicher	Prof. Volker Gollnick		
Zulassungsvoraussetzungen	Keine		
Empfohlene Vorkenntnisse	Luftfahrzeugentwurf I (Entwurf von Verkehrsflugzeugen) Lufttransportsysteme		
Modulziele/ angestrebte Lernergebnisse	Nach erfolgreicher Teilnahme haben die Studierenden die folgenden Lernergebnisse erreicht		
Fachkompetenz	<p><i>Wissen</i></p> <p>Kenntnis verschiedener Flugsystemkonzepte und deren Besonderheiten (Überschallflugzeuge, Drehflügler, Hochleistungsflugzeuge, Unbemannte Flugsysteme)</p> <p>Verständnis der Vor- und Nachteile sowie physikalischen Wirkprinzipien unterschiedlicher Luftfahrzeugsysteme</p> <p>Kenntnis des Einflusses spezieller Missionsanforderungen auf die Definition und Konzeption von Luftfahrzeugsystemen</p> <p>Vertiefte Kenntnis der Leistungsauslegung und Bewertung verschiedener Luftfahrzeugsysteme</p> <p><i>Fertigkeiten</i></p> <p>Verstehen und Anwenden von Auslegungsmethoden und Berechnungsverfahren</p> <p>Verstehen interdisziplinärer und integrativer Wechselwirkungen</p> <p>Missionsorientierte technische Definition von Luftfahrzeugsystemen</p> <p>Anwendung geeigneter spezieller konzeptioneller Berechnungsmethoden für besondere Ausrüstungsmerkmale</p> <p>Bewertung verschiedener Entwurfslösungen</p> <p>Personale Kompetenzen</p> <p><i>Sozialkompetenz</i></p> <p>Arbeiten in Gruppen zur konzentrierten Lösungsfindung</p> <p>Kommunikation, Durchsetzungsfähigkeit, fachliche Überzeugungsfähigkeit</p> <p><i>Selbstständigkeit</i></p> <p>Organisation von Arbeitsabläufen und Strategien</p> <p>Strukturierte Aufgabenanalyse und Lösungsfindung</p>		
Arbeitsaufwand in Stunden	Eigenstudium 110, Präsenzstudium 70		
Leistungspunkte	6		
Studienleistung	Keine		
Prüfung	Klausur		
Prüfungsdauer und -umfang	180 min		
Zuordnung zu folgenden Curricula	Flugzeug-Systemtechnik: Kernqualifikation: Wahlpflicht Internationales Wirtschaftsingenieurwesen: Vertiefung II. Luftfahrtsysteme: Wahlpflicht Produktentwicklung, Werkstoffe und Produktion: Vertiefung Produktentwicklung: Wahlpflicht Produktentwicklung, Werkstoffe und Produktion: Vertiefung Produktion: Wahlpflicht Theoretischer Maschinenbau: Vertiefung Flugzeug-Systemtechnik: Wahlpflicht		

Lehrveranstaltung L0844: Luftfahrzeugentwurf II (Drehflügler, Sonderflugzeuge, UAV)	
Typ	Vorlesung
SWS	3
LP	3
Arbeitsaufwand in Stunden	Eigenstudium 48, Präsenzstudium 42
Dozenten	Prof. Volker Gollnick, Dr. Bernd Liebhardt, Jens Thöben
Sprachen	DE/EN
Zeitraum	SoSe
Inhalt	1. Auslegung von Überschallverkehrsflugzeugen 2. Grundlagen für die Auslegung von Hochleistungsflugzeugen 3. Grundlagen für den Entwurf von Drehflüglern 4. Grundlagen für die Auslegung von unbemannten Flugsystemen, Lufttaxis, Elektroflugzeuge
Literatur	Gareth Padfield: Helicopter Flight Dynamics, Butterworth Ltd. Raymond Prouty: Helicopter Performance Stability and Control, Krieger Publ. Klaus Hünecke: Das Kampfflugzeug von Heute, Motorbuch Verlag Jay Gundelach: Designing Unmanned Aircraft Systems - Configurative Approach, AIAA

Lehrveranstaltung L0847: Luftfahrzeugentwurf II (Drehflügler, Sonderflugzeuge, UAV)	
Typ	Hörsaalübung
SWS	2
LP	3
Arbeitsaufwand in Stunden	Eigenstudium 62, Präsenzstudium 28
Dozenten	Prof. Volker Gollnick, Dr. Bernd Liebhardt, Jens Thöben
Sprachen	DE/EN
Zeitraum	SoSe
Inhalt	Siehe korrespondierende Vorlesung
Literatur	Siehe korrespondierende Vorlesung

Modul M1155: Flugzeug-Kabinensysteme			
Lehrveranstaltungen			
Titel	Typ	SWS	LP
Flugzeug-Kabinensysteme (L1545)	Vorlesung	3	4
Flugzeug-Kabinensysteme (L1546)	Hörsaalübung	1	2
Modulverantwortlicher	Prof. Ralf God		
Zulassungsvoraussetzungen	Keine		
Empfohlene Vorkenntnisse	Grundlegende Kenntnisse in: <ul style="list-style-type: none"> • Mathematik • Mechanik • Thermodynamik • Elektrotechnik • Regelungstechnik 		
Modulziele/ angestrebte Lernergebnisse	Nach erfolgreicher Teilnahme haben die Studierenden die folgenden Lernergebnisse erreicht		
Fachkompetenz	Studierende können: <ul style="list-style-type: none"> • die Betriebsabläufe in der Flugzeugkabine, deren Ausrüstung und Systeme beschreiben • die funktionalen und nicht-funktionalen Anforderungen an Kabinensysteme erläutern • die Notwendigkeit der Kabinenbetriebs- und Notfallsysteme erklären • die Herausforderungen der Mensch-Technik-Interaktion in der Kabine einschätzen 		
<i>Wissen</i>			
<i>Fertigkeiten</i>	Studierende können: <ul style="list-style-type: none"> • das Kabinenlayout für ein vorgegebenes Geschäftsmodell einer Fluggesellschaft erstellen • Kabinensysteme für den sicheren Kabinenbetrieb auslegen • Notfallsysteme für eine zuverlässige Mensch-Systeminteraktion gestalten • Lösungen für Komfortanforderungen und Unterhaltungssysteme in der Kabine entwerfen 		
Personale Kompetenzen	Studierende können: <ul style="list-style-type: none"> • bestehende Systemlösungen nachvollziehen und anhand bestehender Anforderungen erklären • mit Experten in Fachsprache diskutieren • Systemfunktionen erklären • die Kritikalität von Funktionen einstufen • bekannte Systeme beschreiben 		
<i>Sozialkompetenz</i>			
<i>Selbstständigkeit</i>	Studierende können: <ul style="list-style-type: none"> • Vorlesungsinhalte und Expertenvorträge eigenständig reflektieren • sich selbständig vertiefende Inhalte erschließen • weiterführende Wissensgebiete erkennen 		
Arbeitsaufwand in Stunden	Eigenstudium 124, Präsenzstudium 56		
Leistungspunkte	6		
Studienleistung	Keine		
Prüfung	Klausur		
Prüfungsdauer und -umfang	120 Minuten		
Zuordnung zu folgenden Curricula	Elektrotechnik: Vertiefung Regelungs- und Energiesystemtechnik: Wahlpflicht Energietechnik: Vertiefung Energiesysteme: Wahlpflicht Flugzeug-Systemtechnik: Kernqualifikation: Pflicht Internationales Wirtschaftsingenieurwesen: Vertiefung II. Luftfahrtsysteme: Wahlpflicht Produktentwicklung, Werkstoffe und Produktion: Vertiefung Produktentwicklung: Wahlpflicht Produktentwicklung, Werkstoffe und Produktion: Vertiefung Produktion: Wahlpflicht Produktentwicklung, Werkstoffe und Produktion: Vertiefung Werkstoffe: Wahlpflicht Theoretischer Maschinenbau: Vertiefung Flugzeug-Systemtechnik: Wahlpflicht		

Lehrveranstaltung L1545: Flugzeug-Kabinensysteme	
Typ	Vorlesung
SWS	3
LP	4
Arbeitsaufwand in Stunden	Eigenstudium 78, Präsenzstudium 42
Dozenten	Prof. Ralf God
Sprachen	DE
Zeitraum	WiSe
Inhalt	<p>Ziel der Vorlesung mit der zugehörigen Übung ist der Erwerb von Kenntnissen zu Flugzeug-Kabinensystemen und zu Betriebsabläufen in der Kabine. Es soll ein grundlegendes Verständnis für den systemtechnischen Aufwand zur Aufrechterhaltung eines bei Reiseflughöhe künstlichen, aber angenehmen und sicheren Arbeits- und Aufenthaltsraumes erreicht werden. Weiterhin sollen Kenntnisse zum Betrieb und zur Wartung des Arbeitssystems Kabine erworben werden.</p> <p>Die Vorlesung vermittelt einen umfassenden Überblick über aktuelle Kabinentechnik und Kabinensysteme in modernen Verkehrsflugzeugen. Die Erfüllung von Anforderungen an das zentrale Arbeitssystem Kabine werden anhand der Themengebiete Komfort, Ergonomie, Faktor Mensch, Betriebsprozesse, Wartung und Energieversorgung behandelt:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Werkstoffe in der Kabine • Ergonomie und Human Factors • Kabinen-Innenausstattung und nicht-elektrische Systeme • Kabinenelektrik und Beleuchtung • Kabinenelektronik, Kommunikations-, Informations- und Unterhaltungssysteme • Kabinen- und Passagierprozesse • RFID-Kennzeichnung von Flugzeugbauteilen • Energiequellen und Energiewandlung für den Betrieb
Literatur	<ul style="list-style-type: none"> - Skript zur Vorlesung - Jenkinson, L.R., Simpkin, P., Rhodes, D.: Civil Jet Aircraft Design. London: Arnold, 1999 - Rossow, C.-C., Wolf, K., Horst, P. (Hrsg.): Handbuch der Luftfahrzeugtechnik. Carl Hanser Verlag, 2014 - Moir, I., Seabridge, A.: Aircraft Systems: Mechanical, Electrical and Avionics Subsystems Integration, Wiley 2008 - Davies, M.: The standard handbook for aeronautical and astronautical engineers. McGraw-Hill, 2003 - Kompendium der Flugmedizin. Verbesserte und ergänzte Neuauflage, Nachdruck April 2006. Fürstenfeldbruck, 2006 - Campbell, F.C.: Manufacturing Technology for Aerospace Structural Materials. Elsevier Ltd., 2006

Lehrveranstaltung L1546: Flugzeug-Kabinensysteme	
Typ	Hörsaalübung
SWS	1
LP	2
Arbeitsaufwand in Stunden	Eigenstudium 46, Präsenzstudium 14
Dozenten	Prof. Ralf God
Sprachen	DE
Zeitraum	WiSe
Inhalt	Siehe korrespondierende Vorlesung
Literatur	Siehe korrespondierende Vorlesung

Modul M1213: Avionik sicherheitskritischer Systeme			
Lehrveranstaltungen			
Titel		Typ	SWS LP
Avionik sicherheitskritischer Systeme (L1640)		Vorlesung	2 3
Avionik sicherheitskritischer Systeme (L1641)		Gruppenübung	1 1
Avionik sicherheitskritischer Systeme (L1652)		Laborpraktikum	1 2
Modulverantwortlicher	Dr. Martin Halle		
Zulassungsvoraussetzungen	Keine		
Empfohlene Vorkenntnisse	Grundlegende Kenntnisse in: <ul style="list-style-type: none"> • Mathematik • Elektrotechnik • Informatik 		
Modulziele/ angestrebte Lernergebnisse	Nach erfolgreicher Teilnahme haben die Studierenden die folgenden Lernergebnisse erreicht		
Fachkompetenz			
<i>Wissen</i>	Studierende können: <ul style="list-style-type: none"> • die wichtigsten Komponenten und Konzepte sicherheitskritischer Avionik beschreiben • die Prozesse und Standards der sicherheitskritischen Softwareentwicklung benennen • das Prinzip der Integrierten Modularen Avionik darstellen • Avionik-relevante Hardware und Bussysteme vergleichen • die Schwierigkeiten bei der Entwicklung eines sicherheitskritischen Avioniksystems richtig einschätzen 		
<i>Fertigkeiten</i>	Studierende können: <ul style="list-style-type: none"> • Echtzeithardware und -simulationen bedienen • A653-Applikationen programmieren • Avionikarchitekturen im begrenzten Maße planen • Testskripte entwickeln und Testergebnisse beurteilen 		
Personale Kompetenzen			
<i>Sozialkompetenz</i>	Studierende können: <ul style="list-style-type: none"> • in gemischten Teams gemeinschaftlich Lösungen erarbeiten • sich formal mit andern Teams austauschen • Entwicklungsergebnisse geeignet vorstellen 		
<i>Selbstständigkeit</i>	Studierende können: <ul style="list-style-type: none"> • Systemanforderungen an avionische Systeme verstehen • selbständig System-Lösungen für sicherheitskritische Avionik konzipieren 		
Arbeitsaufwand in Stunden	Eigenstudium 124, Präsenzstudium 56		
Leistungspunkte	6		
Studienleistung	Verpflichtend	Bonus	Art der Studienleistung Beschreibung
	Ja	Keiner	Fachtheoretisch- fachpraktische Studienleistung
Prüfung	Mündliche Prüfung		
Prüfungsdauer und -umfang	30 min		
Zuordnung zu folgenden Curricula	Elektrotechnik: Vertiefung Regelungs- und Energiesystemtechnik: Wahlpflicht Flugzeug-Systemtechnik: Kernqualifikation: Wahlpflicht Theoretischer Maschinenbau: Vertiefung Flugzeug-Systemtechnik: Wahlpflicht		

Lehrveranstaltung L1640: Avionik sicherheitskritischer Systeme	
Typ	Vorlesung
SWS	2
LP	3
Arbeitsaufwand in Stunden	Eigenstudium 62, Präsenzstudium 28
Dozenten	Dr. Martin Halle
Sprachen	DE
Zeitraum	WiSe
Inhalt	<p>Avionik als Flugelektronik ist die Grundlage für alle Flugzeugfunktionen und eine Hauptquelle für Innovationen. Da es sich bei Flugsteuerung und anderen Systemkontrollern um hochgradig sicherheitskritische Funktionen handelt, unterliegen die Entwicklung von Hardware und Software besonderen Einschränkungen, Techniken und Prozessen. Diese zu verstehen und anzuwenden ist unabdingbar für jeden Systementwickler oder Informationstechniker in der Luftfahrt. Praxisnah werden Risiken und Techniken von sicherheitskritischer Hard- und Softwareentwicklung, Avionikkomponenten, sowie Integration und Test vermittelt. Ein Schwerpunkt ist die Integrierten Modularen Avionik (IMA). Die Vorlesung wird begleitet von einer Pflichtübung mit Laborversuchen.</p> <p>Inhalt:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Überblick und Grundlagen 2. Geschichte und Flugsteuerung 3. Konzepte und Redundanz 4. Digitale Rechner 5. Schnittstellen und Signale 6. Busse 7. Netzwerke 8. Flugzeug-Cockpit 9. Softwareentwicklung 10. Modellbasierte Entwicklung 11. Integrierte Modulare Avionik 1 12. Integrierte Modulare Avionik 2
Literatur	<ul style="list-style-type: none"> • Moir, I.; Seabridge, A. & Jukes, M., Civil Avionics Systems Civil Avionics Systems, John Wiley & Sons, Ltd, 2013 • Spitzer, C. R. Spitzer, Digital Avionics Handbook, CRC Press, 2007 • FAA, Advanced Avionics Handbook U.S. Department of Transportation Federal Aviation Administration, 2009 • Moir, I. & Seabridge, A. Aircraft Systems, Wiley, 2008, 3

Lehrveranstaltung L1641: Avionik sicherheitskritischer Systeme	
Typ	Gruppenübung
SWS	1
LP	1
Arbeitsaufwand in Stunden	Eigenstudium 16, Präsenzstudium 14
Dozenten	Dr. Martin Halle
Sprachen	DE
Zeitraum	WiSe
Inhalt	Siehe korrespondierende Vorlesung
Literatur	Siehe korrespondierende Vorlesung

Lehrveranstaltung L1652: Avionik sicherheitskritischer Systeme	
Typ	Laborpraktikum
SWS	1
LP	2
Arbeitsaufwand in Stunden	Eigenstudium 46, Präsenzstudium 14
Dozenten	Dr. Martin Halle
Sprachen	DE
Zeitraum	WiSe
Inhalt	Siehe korrespondierende Vorlesung
Literatur	Siehe korrespondierende Vorlesung

Modul M1738: Ausgewählte Themen der Luftfahrt-Systemtechnik (Alternative B: 12 LP)			
Lehrveranstaltungen			
Titel	Typ	SWS	LP
Aufbaukurs SE-ZERT (L2739)	Projekt-/problembasierte Lehrveranstaltung	2	3
Betrieb einer Luftverkehrsgesellschaft (L1310)	Vorlesung	3	3
Ermüdung und Schadenstoleranz (L0310)	Vorlesung	2	3
Flugführung I (Grundlagen) (L0848)	Vorlesung	2	2
Flugführung I (Grundlagen) (L0854)	Hörsaalübung	1	1
Flugführung II (Flugregelung) (L2374)	Vorlesung	2	2
Flugführung II (Flugregelung) (L2375)	Gruppenübung	1	1
Flughafenbetrieb (L1276)	Vorlesung	3	3
Flughafenplanung (L1275)	Vorlesung	2	2
Flughafenplanung (L1469)	Gruppenübung	1	1
Leichtbaupraktikum (L1258)	Projekt-/problembasierte Lehrveranstaltung	3	3
Luftsicherheit (L1549)	Vorlesung	2	2
Luftsicherheit (L1550)	Gruppenübung	1	1
Luftverkehr und Umwelt (L2376)	Vorlesung	3	3
Maschinelles Lernen in sicherheitskritischen cyberphysischen Systemen (L2934)	Vorlesung	2	2
Maschinelles Lernen in sicherheitskritischen cyberphysischen Systemen (L2935)	Gruppenübung	1	1
Mechanismen, Systeme und Verfahren der Werkstoffprüfung (L0950)	Vorlesung	2	2
Strahltriebwerke (L0908)	Vorlesung	2	3
Strukturmechanik von Faserverbunden (L1514)	Vorlesung	2	3
Strukturmechanik von Faserverbunden (L1515)	Hörsaalübung	1	1
Systemsimulation (L1820)	Vorlesung	2	2
Systemsimulation (L1821)	Hörsaalübung	1	2
Werkstoffprüfung (L0949)	Vorlesung	2	2
Zuverlässigkeit in der Maschinendynamik (L2994)	Vorlesung	2	2
Zuverlässigkeit in der Maschinendynamik (L2995)	Gruppenübung	1	2
Zuverlässigkeit von Flugzeugsystemen (L0749)	Vorlesung	2	3
Modulverantwortlicher	Prof. Frank Thielecke		
Zulassungsvoraussetzungen	Keine		
Empfohlene Vorkenntnisse	Grundlegende Kenntnisse in: <ul style="list-style-type: none"> • Mathematik • Mechanik • Thermodynamik • Elektrotechnik • Hydraulik • Regelungstechnik 		
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 sind in der Lage, ausgewählte Spezialgebiete der Systemtechnik, des Lufttransportsystems und der Werkstoffwissenschaften zu verorten. • Die Studierenden können in ausgewählten Teilbereichen grundlegende Modelle und Verfahren erklären. • Die Studierenden können forschungsbezogenes und technologisches Wissen miteinander in Beziehung setzen. 		
<i>Fertigkeiten</i>	Die Studierenden können in ausgewählten ingenieurtechnischen Teilbereichen grundlegende Methoden anwenden.		
Personale Kompetenzen <i>Sozialkompetenz</i> <i>Selbstständigkeit</i>	Studierende können selbstständig auswählen, welche Kenntnisse und Fähigkeiten sie durch die Wahl der geeigneten Fächer vertiefen.		
Arbeitsaufwand in Stunden	Abhängig von der Wahl der Lehrveranstaltungen		
Leistungspunkte	12		
Zuordnung zu folgenden Curricula	Flugzeug-Systemtechnik: Kernqualifikation: Wahlpflicht Theoretischer Maschinenbau: Vertiefung Flugzeug-Systemtechnik: Wahlpflicht		

Lehrveranstaltung L2739: Aufbaukurs SE-ZERT	
Typ	Projekt-/problembasierte Lehrveranstaltung
SWS	2
LP	3
Arbeitsaufwand in Stunden	Eigenstudium 62, Präsenzstudium 28
Prüfungsart	Klausur
Prüfungsdauer und -umfang	120 min
Dozenten	Prof. Ralf God
Sprachen	DE
Zeitraum	SoSe
Inhalt	<p>Das SE-ZERT® Programm (vgl. https://www.sezert.de/de/anwaerter-de.html) ist eine Weiterbildung zum „Certified Systems Engineer (GfSE)®“. An der TUHH baut diese Weiterbildung auf der Vorlesung und Übung Systems Engineering auf. Es wurde von der GfSE e.V. zusammen mit dem TÜV Rheinland als Personenzertifikat entwickelt. Das Programm orientiert sich an der EN ISO/IEC 17024 zur Personenzertifizierung.</p> <p>Trainingsinhalte sind:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Grundlagen des Systems Engineering (inkl. Einführung) - Projektübergreifende Schnittstellen - Schnittstellen des Systems Engineering zu Projekt Management - Systems Engineering Management - Anforderungsmanagement und Validierung & Verifikation - Realisationsprozesse - Querschnittsfunktionen innerhalb von Entwicklungsprojekten - Berücksichtigung von operationellen Aspekten und der Stilllegung im Design - Konfliktmanagement und soziale Kompetenz <p>Als Trainingsanbieter ist das TUHH-Institut für Flugzeug-Kabinensysteme korporatives Mitglied der GfSE und bereitet als akkreditierte Trainingsstelle die Studierenden optimal und unabhängig auf die Zertifizierung vor, die von einem Prüfungsausschuss der SE-ZERT® Assessorengruppe der GfSE e.V. auf SE Wissen geprüft werden. Somit soll und wird eine hohe Qualität dieser Weiterbildung sichergestellt. Mit einem SE-ZERT® Zertifikat sind Absolventen branchenübergreifend für Ihre Arbeit als Systems Engineer in der Industrie qualifiziert. Die Weiterbildung wird an der TUHH in deutscher, sonst aber vielfach auch in englischer Sprache weltweit angeboten. SE-ZERT® an der TUHH richtet sich an Studierende im Masterstudiengang. Das SE-ZERT® Programm unterscheidet vier Qualifikationsebenen, die aufeinander aufbauen. Für Absolventen der TUHH erfolgt der Einstieg nach Wissensvermittlung und erfolgreich abgelegter Prüfung über die Ebene D. Aufbauend können Ingenieure mit Berufserfahrung die Ebene C mit dem Ziel der Mitarbeit im Team anstreben, gefolgt von der Ebene B mit dem Ziel „Anwenden“ und u.U. dem Führen von kleinen Projekten. Die höchste Qualifikationsebene ist die Ebene A mit dem Ziel zu eigenen Problemformulierungen, Lösungen, Begründungen, Folgerungen, Interpretationen oder Wertungen zu gelangen und diese anderen auch vermitteln zu können.</p> <p>Das Ziel des Zertifikats ist die Etablierung eines branchenübergreifenden Standards für Systems Engineering mit praktischen Übungen und praxisnahen Inhalten. Basis hierzu ist das INCOSE Systems Engineering Handbuch (in dt. oder engl. Ausgabe) als auch die Norm ISO/IEC 15288 und angrenzende Normen des Systems Engineering.</p>
Literatur	<p>INCOSE Systems Engineering Handbuch - Ein Leitfaden für Systemlebenszyklus-Prozesse und -Aktivitäten, GfSE (Hrsg. der deutschen Übersetzung), ISBN 978-3-9818805-0-2.</p> <p>ISO/IEC 15288 System- und Software-Engineering - System-Lebenszyklus-Prozesse (Systems and Software Engineering - System Life Cycle Processes).</p>

Lehrveranstaltung L1310: Betrieb einer Luftverkehrsgesellschaft	
Typ	Vorlesung
SWS	3
LP	3
Arbeitsaufwand in Stunden	Eigenstudium 48, Präsenzstudium 42
Prüfungsart	Klausur
Prüfungsdauer und -umfang	90 min
Dozenten	Prof. Volker Gollnick, Felix Presto
Sprachen	DE
Zeitraum	SoSe
Inhalt	<ol style="list-style-type: none"> 1. Einführung und Überblick 2. Geschäftsmodelle von Luftverkehrsgesellschaften 3. Interdependenzen der Flugplanung (Netzwerkmanagement, Slot Management, Netzstrukturen, Umlaufplanung) 4. Operative Flugvorbereitung (Beladung, Nutzlast/Reichweite, etc.) 5. Flottenpolitik 6. Flugzeugbewertung und Flottenplanung 7. Aufbau und Organisation einer Luftverkehrsgesellschaft 8. Instandhaltung von Flugzeugen
Literatur	<p>Volker Gollnick, Dieter Schmitt: The Air Transport System, Springer Berlin Heidelberg New York, 2014</p> <p>Paul Clark: "Buying the Big Jets", Ashgate 2008</p> <p>Mike Hirst: The Air Transport System, AIAA, 2008</p>

Lehrveranstaltung L0310: Fatigue & Damage Tolerance	
Typ	Vorlesung
SWS	2
LP	3
Arbeitsaufwand in Stunden	Eigenstudium 62, Präsenzstudium 28
Prüfungsart	Mündliche Prüfung
Prüfungsdauer und -umfang	45 min
Dozenten	Dr. Martin Flamm
Sprachen	EN
Zeitraum	WiSe
Inhalt	Design principles, fatigue strength, crack initiation and crack growth, damage calculation, counting methods, methods to improve fatigue strength, environmental influences
Literatur	<p>Jaap Schijve, Fatigue of Structures and Materials. Kluwer Academic Puplicher, Dordrecht, 2001 E. Haibach. Betriebsfestigkeit Verfahren und Daten zur Bauteilberechnung. VDI-Verlag, Düsseldorf, 1989</p>

Lehrveranstaltung L0848: Flugführung I (Grundlagen)	
Typ	Vorlesung
SWS	2
LP	2
Arbeitsaufwand in Stunden	Eigenstudium 32, Präsenzstudium 28
Prüfungsart	Klausur
Prüfungsdauer und -umfang	60 min
Dozenten	Prof. Volker Gollnick
Sprachen	DE
Zeitraum	WiSe
Inhalt	<p>Einführung und Motivation Flugführungsprinzipien</p> <p>Cockpit- und Avioniksysteme (Cockpitgestaltung, Cockpitausrüstung, Bus- und Rechnersysteme)</p> <p>Luftverkehrsmanagement (Luftraumstrukturen, Organisation der Flugsicherung, etc.)</p> <p>Grundlagen der Flugmeßtechnik Positionsmessung (geometrische Verfahren, Entfernungsmessung, Richtungsmessung) Bestimmung der Fluglage (Magnetfeld- und Trägheitssensoren) Geschwindigkeitsmessung</p> <p>Theorie der Navigation</p> <p>Funknavigation</p> <p>Satellitennavigation</p> <p>Luftraumüberwachung (Radarsysteme)</p> <p>Kommunikationssysteme</p> <p>Integrierte Navigations- und Führungssysteme</p>
Literatur	<p>Rudolf Brockhaus, Robert Luckner, Wolfgang Alles: "Flugregelung", Springer Berlin Heidelberg New York, 2011</p> <p>Holger Flühr: "Avionik und Flugsicherungssysteme", Springer Berlin Heidelberg New York, 2013</p> <p>Volker Gollnick, Dieter Schmitt "Air Transport Systems", Springer Berlin Heidelberg New York, 2016</p> <p>R.P.G. Collinson „Introduction to Avionics“, Springer Berlin Heidelberg New York 2003</p>

Lehrveranstaltung L0854: Flugführung I (Grundlagen)	
Typ	Hörsaalübung
SWS	1
LP	1
Arbeitsaufwand in Stunden	Eigenstudium 16, Präsenzstudium 14
Prüfungsart	Klausur
Prüfungsdauer und -umfang	60 min
Dozenten	Prof. Volker Gollnick
Sprachen	DE
Zeitraum	WiSe
Inhalt	Siehe korrespondierende Vorlesung
Literatur	Siehe korrespondierende Vorlesung

Lehrveranstaltung L2374: Flugführung II (Flugregelung)	
Typ	Vorlesung
SWS	2
LP	2
Arbeitsaufwand in Stunden	Eigenstudium 32, Präsenzstudium 28
Prüfungsart	Klausur
Prüfungsdauer und -umfang	60 min
Dozenten	Prof. Volker Gollnick
Sprachen	DE
Zeitraum	SoSe
Inhalt	
Literatur	<p>Brockhaus, Alles, Luckner: Flugregelung, Springer Verlag, 2011</p> <p>R.P.G Collinson: Introduction to Avionics Systems, Springer Verlag, 2011</p>

Lehrveranstaltung L2375: Flugführung II (Flugregelung)	
Typ	Gruppenübung
SWS	1
LP	1
Arbeitsaufwand in Stunden	Eigenstudium 16, Präsenzstudium 14
Prüfungsart	Klausur
Prüfungsdauer und -umfang	60 min
Dozenten	Prof. Volker Gollnick
Sprachen	DE
Zeitraum	SoSe
Inhalt	Siehe korrespondierende Vorlesung
Literatur	Siehe korrespondierende Vorlesung

Lehrveranstaltung L1276: Flughafenbetrieb	
Typ	Vorlesung
SWS	3
LP	3
Arbeitsaufwand in Stunden	Eigenstudium 48, Präsenzstudium 42
Prüfungsart	Klausur
Prüfungsdauer und -umfang	90 min
Dozenten	Prof. Volker Gollnick, Dr. Peter Willems
Sprachen	DE
Zeitraum	WiSe
Inhalt	FA-F Flugbetrieb Flugbetrieb - Produktion Infrastruktur Betrieb Planung Masterplanung Flughafenkapazität Bodenverkehrsdienste Terminalbetrieb
Literatur	Richard de Neufville, Amedeo Odoni: Airport Systems, McGraw Hill, 2003

Lehrveranstaltung L1275: Flughafenplanung	
Typ	Vorlesung
SWS	2
LP	2
Arbeitsaufwand in Stunden	Eigenstudium 32, Präsenzstudium 28
Prüfungsart	Klausur
Prüfungsdauer und -umfang	60 min
Dozenten	Prof. Volker Gollnick, Dr. Ulrich Häp
Sprachen	DE
Zeitraum	WiSe
Inhalt	<ol style="list-style-type: none"> 1. Einführung, Definitionen, Rahmen, Überblick 2. Start- und Landebahnsysteme 3. Luftraumstrukturen rund um den Flughafen 4. Befeuerung, Markierungen, Beschilderung 5. Vorfeld- und Terminalkonfigurationen
Literatur	N. Ashford, Martin Stanton, Clifton Moore: Airport Operations, John Wiley & Sons, 1991 Richard de Neufville, Amedeo Odoni: Airport Systems, Aviation Week Books, MacGraw Hill, 2003

Lehrveranstaltung L1469: Flughafenplanung	
Typ	Gruppenübung
SWS	1
LP	1
Arbeitsaufwand in Stunden	Eigenstudium 16, Präsenzstudium 14
Prüfungsart	Klausur
Prüfungsdauer und -umfang	60 min
Dozenten	Prof. Volker Gollnick, Dr. Ulrich Häp
Sprachen	DE
Zeitraum	WiSe
Inhalt	Siehe korrespondierende Vorlesung
Literatur	Siehe korrespondierende Vorlesung

Lehrveranstaltung L1258: Leichtbaupraktikum	
Typ	Projekt-/problembasierte Lehrveranstaltung
SWS	3
LP	3
Arbeitsaufwand in Stunden	Eigenstudium 48, Präsenzstudium 42
Prüfungsart	Mündliche Prüfung
Prüfungsdauer und -umfang	30 min
Dozenten	Prof. Dieter Krause
Sprachen	DE/EN
Zeitraum	SoSe
Inhalt	<p>Entwicklung eines Faserverbund-Sandwichbauteils</p> <ul style="list-style-type: none"> • Einarbeiten in die Themengebiete Faserkunststoffverbunde (FKV) und Leichtbau • Konstruktion und Auslegung eines FKV-Sandwich-Bauteils unter Anwendung der Finite-Elemente-Methode (FEM) • Ermitteln von Werkstoffdaten an Materialproben • Eigenhändiger Bau der FKV-Struktur im Labor • Test der entwickelten Bauteile • Präsentation des Konzepts • Selbstorganisiertes Arbeiten in Teams
Literatur	<ul style="list-style-type: none"> • Schürmann, H., „Konstruieren mit Faser-Kunststoff-Verbunden“, Springer, Berlin, 2005. • Puck, A., „Festigkeitsanalyse von Faser-Matrix-Laminaten“, Hanser, München, Wien, 1996. • R&G, „Handbuch Faserverbundwerkstoffe“, Waldenbuch, 2009. • VDI 2014 „Entwicklung von Bauteilen aus Faser-Kunststoff-Verbund“ • Ehrenstein, G. W., „Faserverbundkunststoffe“, Hanser, München, 2006. • Klein, B., „Leichtbau-Konstruktion“, Vieweg & Sohn, Braunschweig, 1989. • Wiedemann, J., „Leichtbau Band 1: Elemente“, Springer, Berlin, Heidelberg, 1986. • Wiedemann, J., „Leichtbau Band 2: Konstruktion“, Springer, Berlin, Heidelberg, 1986. • Backmann, B.F., „Composite Structures, Design, Safety and Innovation“, Oxford (UK), Elsevier, 2005. • Krause, D., „Leichtbau“, In: Handbuch Konstruktion, Hrsg.: Rieg, F., Steinhilper, R., München, Carl Hanser Verlag, 2012. • Schulte, K., Fiedler, B., „Structure and Properties of Composite Materials“, Hamburg, TUHH - TuTech Innovation GmbH, 2005.

Lehrveranstaltung L1549: Luftsicherheit	
Typ	Vorlesung
SWS	2
LP	2
Arbeitsaufwand in Stunden	Eigenstudium 32, Präsenzstudium 28
Prüfungsart	Klausur
Prüfungsdauer und -umfang	90 Minuten
Dozenten	Prof. Ralf God
Sprachen	DE
Zeitraum	WiSe
Inhalt	<p>Ziel der Vorlesung mit der zugehörigen Übung ist der Erwerb von Kenntnissen zu Aufgaben und Maßnahmen zum Schutz vor Angriffen auf die Sicherheit des zivilen Lufttransportsystems. Die Aufgaben und Maßnahmen werden im Kontext der drei Systemteile Mensch, Technik und Organisation herausgearbeitet.</p> <p>Die Vorlesung vermittelt die Grundlagen der Luftsicherheit. Die Luftsicherheit ist eine notwendige Voraussetzung für einen wirtschaftlich erfolgreichen Luftverkehr. Das Risikomanagement für das Gesamtsystem gelingt nur mit einem integrierten Ansatz, welcher Mensch, Technik und Organisation berücksichtigt:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Historische Entwicklung • Die besondere Rolle des Luftverkehrs • Motive und Angriffsvektoren • Faktor Mensch • Bedrohungen und Risiko • Verordnungen, Regulierungen und Gesetze • Organisation und Vollzug der Luftsicherheitsaufgaben • Passagier- und Gepäckkontrollen • Frachtkontrollen und sichere Lieferkette • Sicherungstechnologien
Literatur	<ul style="list-style-type: none"> - Skript zur Vorlesung - Giumulla, E.M., Rothe B.R. (Hrsg.): Handbuch Luftsicherheit. Universitätsverlag TU Berlin, 2011 - Thomas, A.R. (Ed.): Aviation Security Management. Praeger Security International, 2008

Lehrveranstaltung L1550: Luftsicherheit	
Typ	Gruppenübung
SWS	1
LP	1
Arbeitsaufwand in Stunden	Eigenstudium 16, Präsenzstudium 14
Prüfungsart	Klausur
Prüfungsdauer und -umfang	90 Minuten
Dozenten	Prof. Ralf God
Sprachen	DE
Zeitraum	WiSe
Inhalt	<p>Ziel der Vorlesung mit der zugehörigen Übung ist der Erwerb von Kenntnissen zu Aufgaben und Maßnahmen zum Schutz vor Angriffen auf die Sicherheit des zivilen Lufttransportsystems. Die Aufgaben und Maßnahmen werden im Kontext der drei Systemteile Mensch, Technik und Organisation herausgearbeitet.</p> <p>Die Vorlesung vermittelt die Grundlagen der Luftsicherheit. Die Luftsicherheit ist eine notwendige Voraussetzung für einen wirtschaftlich erfolgreichen Luftverkehr. Das Risikomanagement für das Gesamtsystem gelingt nur mit einem integrierten Ansatz, welcher Mensch, Technik und Organisation berücksichtigt:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Historische Entwicklung • Die besondere Rolle des Luftverkehrs • Motive und Angriffsvektoren • Faktor Mensch • Bedrohungen und Risiko • Verordnungen, Regulierungen und Gesetze • Organisation und Vollzug der Luftsicherheitsaufgaben • Passagier- und Gepäckkontrollen • Frachtkontrollen und sichere Lieferkette • Sicherungstechnologien
Literatur	<p>- Skript zur Vorlesung</p> <p>- Giumulla, E.M., Rothe B.R. (Hrsg.): Handbuch Luftsicherheit. Universitätsverlag TU Berlin, 2011</p> <p>- Thomas, A.R. (Ed.): Aviation Security Management. Praeger Security International, 2008</p>

Lehrveranstaltung L2376: Luftverkehr und Umwelt	
Typ	Vorlesung
SWS	3
LP	3
Arbeitsaufwand in Stunden	Eigenstudium 48, Präsenzstudium 42
Prüfungsart	Klausur
Prüfungsdauer und -umfang	90 min
Dozenten	Prof. Volker Gollnick, Dr. Florian Linke
Sprachen	DE
Zeitraum	SoSe
Inhalt	<p>Die Lehrveranstaltung vermittelt die notwendigen Grundlagen und Methoden für das Verständnis der Wechselwirkungen des Luftverkehrs mit der Umwelt, sowohl in Bezug auf die Wirkung von Wetter/Klima auf das Fliegen als auch hinsichtlich der Auswirkungen des Luftverkehrs auf Schadstoffemissionen, Lärm und Klima.</p> <p>Es werden im Einzelnen die folgenden Themen behandelt:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Atmosphärenphysik/-chemie <ul style="list-style-type: none"> ◦ Aufbau und Statik ◦ Dynamik (Wasserkreislauf, Entstehung von Wetterereignissen, Hoch- und Tiefdruckgebiete, Wind, Böen und Turbulenz) ◦ Wolkenphysik (Thermodynamik, Kondensstreifen) ◦ Strahlungsphysik (Energiebilanz, Treibhauseffekt) ◦ Photochemie (Ozonchemie) • Umweltwirkungen (Wetter) auf das Fliegen <ul style="list-style-type: none"> ◦ Atmosphärische Einflüsse auf Flugleistungen ◦ Flugplanung ◦ Störungen durch Wetter, z.B. Gewitter, Winterwetter (Vereisung), Clear Air Turbulence, Sicht ◦ Auswirkungen des Klimawandels und Adaption • Wirkungen des Luftverkehrs auf Umwelt und Klima <ul style="list-style-type: none"> ◦ Schadstoffemissionen der Luftfahrt ◦ Wirkung von Emissionen auf Konzentrationen in der Atmosphäre ◦ Klimametrika/-modelle und Hintergrund Szenarien ◦ Emissionskataster • Mitigationsmaßnahmen <ul style="list-style-type: none"> ◦ Technologische Maßnahmen, z.B. klimaoptimierter Flugzeugentwurf ◦ Alternative Kraftstoffe ◦ Operationelle Maßnahmen, z.B. klimaoptimierte Flugplanung ◦ Umweltpolitische Maßnahmen, z.B. EU-ETS, CORSIA ◦ Potenziale und Gegenüberstellung, Begriff der Ökoeffizienz • Lokale Umweltwirkungen <ul style="list-style-type: none"> ◦ Lokale Luftqualität (Partikel/Feinstaub, sonstige Emissionen in Bodennähe) ◦ Lärm (Lärmquellen, Lärmmetriken, Lärmimmissionen, Messung, Zertifizierung, Psychoakustik, Lärmmitigation) ◦ Gesundheitliche Auswirkungen • Aspekte der Nachhaltigkeit <ul style="list-style-type: none"> ◦ Weitere Aspekte, u.a. Lebenszyklusemissionen, Entsorgung ◦ Einordnung in globale Ziele, z.B. Ziele für nachhaltige Entwicklung der Vereinten Nationen, Pariser Klimaabkommen
Literatur	<ul style="list-style-type: none"> • Ruijgrok, G.: Elements of Aircraft Pollution, Delft University Press, 2005 • Friedrich, R., Reis, S.: Emissions of Air Pollutants, Springer 2004 • Janic, M.: The Sustainability of Air Transportation, Ashgate, 2007 • Schumann, U. (ed.): Atmospheric Physics: Background - Methods - Trends, Springer, Berlin, Heidelberg, 2012 • Spiridonov, V., Curic, M.: Fundamentals of Meteorology, Springer, 2021 • Kaltschmitt, M., Neuling, U.: Biokerosene - Status and Prospects, Springer, 2018 • Roedel, W., Wagner, T.: Physik unserer Umwelt: Die Atmosphäre, Springer, 2017 • W. Bräunling: Flugzeugtriebwerke. Springer-Verlag Berlin, Deutschland, 2009 • G. Brüning, X. Hafer, G. Sachs: Flugleistungen, Springer, 1993

Lehrveranstaltung L2934: Maschinelles Lernen in sicherheitskritischen cyberphysischen Systemen	
Typ	Vorlesung
SWS	2
LP	2
Arbeitsaufwand in Stunden	Eigenstudium 32, Präsenzstudium 28
Prüfungsart	Schriftliche Ausarbeitung
Prüfungsdauer und -umfang	90 min
Dozenten	Prof. Ralf God
Sprachen	DE
Zeitraum	WiSe
Inhalt	<p>Der Einsatz von maschinellem Lernen ermöglicht viele hochkomplexe Anwendungen, beispielsweise bei autonomen Systemen. Die Anwendung in sicherheitskritischen Systemen bietet jedoch besondere Herausforderungen und stellt spezielle Anforderungen an die Entwicklung.</p> <p>Die Lehrveranstaltung vermittelt die notwendigen Grundlagen und Methoden im Kontext des Systems Engineering für den Einsatz von Data Science, maschinellem Lernen und KI in sicherheitskritischen Systemen. Darüber hinaus erfolgt eine Diskussion aktueller Einsatzgebiete und über den aktuellen Stand der Forschung.</p> <p>Es werden im Einzelnen die folgenden Themen behandelt:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Einführung und Motivation <ul style="list-style-type: none"> ◦ Sicherheitskritische cyberphysische Systeme und Systeme von Systemen ◦ Methoden der Modellierung im Systems Engineering ◦ Herausforderungen beim Einsatz von maschinellem Lernen in sicherheitskritischen Systemen • Systems Engineering und sicherheitskritische Systeme <ul style="list-style-type: none"> ◦ Sicherheit und maschinelles Lernen ◦ Machine Learning Lifecycle • Methoden <ul style="list-style-type: none"> ◦ Datensatzoptimierung ◦ Robustes Lernen ◦ Quantifizierung von Unsicherheit ◦ Adversarial Attacks ◦ Interpretierbarkeit ◦ Absicherung des Gesamtsystems • Aktuelles aus der Forschung
Literatur	<p>- J. Holt, S. A. Perry, M. Brownword. Model-Based Requirements Engineering. Institution Engineering & Tech, 2011.</p> <p>- S. Houben et al. Inspect, Understand, Overcome: A Survey of Practical Methods for AI Safety. arXiv, 2021.</p> <p>- A. Schwaiger. Machine Learning in sicherheitskritischen Systemen. Embedded Software Engineering Kongress, 2020.</p> <p>- A. Pereira, C. Thomas. Challenges of Machine Learning Applied to Safety-Critical Cyber-Physical Systems. Mach. Learn. Knowl. Extr., 2, 579-602, 2020.</p>

Lehrveranstaltung L2935: Maschinelles Lernen in sicherheitskritischen cyberphysischen Systemen	
Typ	Gruppenübung
SWS	1
LP	1
Arbeitsaufwand in Stunden	Eigenstudium 16, Präsenzstudium 14
Prüfungsart	Schriftliche Ausarbeitung
Prüfungsdauer und -umfang	90 min
Dozenten	Prof. Ralf God
Sprachen	DE
Zeitraum	WiSe
Inhalt	Siehe korrespondierende Vorlesung
Literatur	Siehe korrespondierende Vorlesung

Lehrveranstaltung L0950: Mechanismen, Systeme und Verfahren der Werkstoffprüfung	
Typ	Vorlesung
SWS	2
LP	2
Arbeitsaufwand in Stunden	Eigenstudium 32, Präsenzstudium 28
Prüfungsart	Klausur
Prüfungsdauer und -umfang	90 Minuten
Dozenten	Dr. Jan Oke Peters
Sprachen	DE
Zeitraum	SoSe
Inhalt	<p>Vermittlung grundlegender und spezieller Prüfverfahren zur sicheren Beurteilung von Werkstoffen; sowie die Befähigung, für ein Bauteil-/Werkstoffproblem ein geeignetes Prüfprogramm auszuwählen und die Ergebnisse bzgl. Bauteil-/Werkstoffbeschaffenheit zu analysieren und zu diskutieren</p> <ul style="list-style-type: none"> • Spannungs-Dehnungs-Zusammenhänge • DMS-Messtechnik • Viskoelastisches Verhalten • Zugversuch (Verfestigung, Einschnürung, Dehnrate) • Druckversuch, Biegeversuch, Torsionsversuch • Rissausbreitung bei statischer Belastung (J-Integral) • Rissausbreitung bei zyklischer Belastung (Mikro- und Makrorissausbreitung) • Einfluss von Kerben • Kriechversuch (Physikalischer Kriechversuch, Spannungs- und Temperatureinfluss, Larson-Miller-Parameter) • Verschleißuntersuchung • Zerstörungsfreie Werkstoffprüfung in der Triebwerksüberholung
Literatur	<ul style="list-style-type: none"> • E. Macherauch: Praktikum in Werkstoffkunde, Vieweg • G. E. Dieter: Mechanical Metallurgy, McGraw-Hill • R. Bürgel: Lehr- und Übungsbuch Festigkeitslehre, Vieweg • R. Bürgel: Werkstoffe sicher beurteilen und richtig einsetzen, Vieweg

Lehrveranstaltung L0908: Strahltriebwerke	
Typ	Vorlesung
SWS	2
LP	3
Arbeitsaufwand in Stunden	Eigenstudium 62, Präsenzstudium 28
Prüfungsart	Mündliche Prüfung
Prüfungsdauer und -umfang	45 min
Dozenten	Dr. Burkhard Andrich
Sprachen	DE
Zeitraum	WiSe
Inhalt	<ul style="list-style-type: none"> • Kreisprozess der Gasturbine • Thermodynamik der Komponenten • Flügel-, Gitter-, Stufenauslegung • Betriebsverhalten der Komponenten • Kriterien der Auslegung von Strahltriebwerken • Entwicklungstrends von Gasturbinen und Strahltriebwerken • Wartung von Strahltriebwerken
Literatur	<ul style="list-style-type: none"> • Bräunling: Flugzeugtriebwerke • Engmann: Technologie des Fliegens • Kerrebrock: Aircraft Engines and Gas Turbines

Lehrveranstaltung L1514: Structural Mechanics of Fibre Reinforced Composites	
Typ	Vorlesung
SWS	2
LP	3
Arbeitsaufwand in Stunden	Eigenstudium 62, Präsenzstudium 28
Prüfungsart	Mündliche Prüfung
Prüfungsdauer und -umfang	30 min
Dozenten	Prof. Benedikt Kriegesmann
Sprachen	EN
Zeitraum	WiSe
Inhalt	Classical laminate theory Rules of mixture Failure mechanisms and criteria of composites Boundary value problems of isotropic and anisotropic shells Stability of composite structures Optimization of laminated composites Modelling composites in FEM Numerical multiscale analysis of textile composites Progressive failure analysis
Literatur	<ul style="list-style-type: none"> • Schürmann, H., „Konstruieren mit Faser-Kunststoff-Verbunden“, Springer, Berlin, aktuelle Auflage. • Wiedemann, J., „Leichtbau Band 1: Elemente“, Springer, Berlin, Heidelberg, , aktuelle Auflage. • Reddy, J.N., „Mechanics of Composite Laminated Plates and Shells“, CRC Publishing, Boca Raton et al., current edition. • Jones, R.M., „Mechanics of Composite Materials“, Scripta Book Co., Washington, current edition. • Timoshenko, S.P., Gere, J.M., „Theory of elastic stability“, McGraw-Hill Book Company, Inc., New York, current edition. • Turvey, G.J., Marshall, I.H., „Buckling and postbuckling of composite plates“, Chapman and Hall, London, current edition. • Herakovich, C.T., „Mechanics of fibrous composites“, John Wiley and Sons, Inc., New York, current edition. • Mittelstedt, C., Becker, W., „Strukturmechanik ebener Laminate“, aktuelle Auflage.

Lehrveranstaltung L1515: Structural Mechanics of Fibre Reinforced Composites	
Typ	Hörsaalübung
SWS	1
LP	1
Arbeitsaufwand in Stunden	Eigenstudium 16, Präsenzstudium 14
Prüfungsart	Mündliche Prüfung
Prüfungsdauer und -umfang	30 min
Dozenten	Prof. Benedikt Kriegesmann
Sprachen	EN
Zeitraum	WiSe
Inhalt	Siehe korrespondierende Vorlesung
Literatur	Siehe korrespondierende Vorlesung

Lehrveranstaltung L1820: Systemsimulation	
Typ	Vorlesung
SWS	2
LP	2
Arbeitsaufwand in Stunden	Eigenstudium 32, Präsenzstudium 28
Prüfungsart	Mündliche Prüfung
Prüfungsdauer und -umfang	30 min
Dozenten	Dr. Stefan Wischhusen, Dr. Johannes Brunnemann
Sprachen	DE
Zeitraum	WiSe
Inhalt	<p>Vorlesung zur gleichungsbasierten, physikalischen Modellierung unter Verwendung der Modellierungssprache Modelica und der kostenfreien Simulationsplattform OpenModelica 1.17.0.</p> <ul style="list-style-type: none"> • Einführung in die physikalische Modellierung • Frage der Modellierung und der Grenzen der Modellierung • Frage der Zeitkonstanten, Steifigkeit, Stabilität, Schrittweitenwahl • Begriffe der objektorientierten Programmierung • Differenzialgleichungen einfacher Systeme • Einführung in Modelica • Einführung in das Simulationswerkzeug • Beispiele: Hydraulische Systeme und Wärmeleitung • Systembeispiel
Literatur	<p>[1] Modelica Association: "Modelica Language Specification - Version 3.5", Linköping, Sweden, 2021.</p> <p>[2] OpenModelica: OpenModelica 1.17.0, https://www.openmodelica.org (siehe Download), 2021.</p> <p>[3] M. Tiller: "Modelica by Example", https://book.xogeny.com, 2014.</p> <p>[4] M. Otter, H. Elmqvist, et al.: "Objektorientierte Modellierung Physikalischer Systeme", at- Automatisierungstechnik (german), Teil 1 - 17, Oldenbourg Verlag, 1999 - 2000.</p> <p>[5] P. Fritzson: "Principles of Object-Oriented Modeling and Simulation with Modelica 3.3", Wiley-IEEE Press, New York, 2015.</p> <p>[6] P. Fritzson: "Introduction to Modeling and Simulation of Technical and Physical Systems with Modelica", Wiley, New York, 2011.</p>

Lehrveranstaltung L1821: Systemsimulation	
Typ	Hörsaalübung
SWS	1
LP	2
Arbeitsaufwand in Stunden	Eigenstudium 46, Präsenzstudium 14
Prüfungsart	Mündliche Prüfung
Prüfungsdauer und -umfang	30 min
Dozenten	Dr. Stefan Wischhusen, Dr. Johannes Brunnemann
Sprachen	DE
Zeitraum	WiSe
Inhalt	Siehe korrespondierende Vorlesung
Literatur	Siehe korrespondierende Vorlesung

Lehrveranstaltung L0949: Werkstoffprüfung	
Typ	Vorlesung
SWS	2
LP	2
Arbeitsaufwand in Stunden	Eigenstudium 32, Präsenzstudium 28
Prüfungsart	Klausur
Prüfungsdauer und -umfang	90 Minuten
Dozenten	Dr. Jan Oke Peters
Sprachen	DE
Zeitraum	WiSe
Inhalt	<p>Vorstellung und Vermittlung grundlegender Kenntnisse und Methoden der mechanischen als auch zerstörungsfreien Prüfung von Werkstoffen.</p> <ul style="list-style-type: none"> • Untersuchungsmethodik bei mechanischen Werkstoffproblemen • Bestimmung elastischer Konstanten • Zugversuch • Schwingversuch (Versuche mit konstanter Spannung, Dehnung oder plastischer Dehnung, Zeitschwingfestigkeit, Dauerschwingfestigkeit, Mittelspannungseinfluss) • Rissausbreitung bei statischer Belastung (Spannungsintensitätsfaktor, Bruchzähigkeit) • Kriechversuch und Zeitstandfestigkeit • Härtemessung • Kerbschlagbiegeversuch • Zerstörungsfreie Werkstoffprüfung
Literatur	<p>E. Macherauch: Praktikum in Werkstoffkunde, Vieweg G. E. Dieter: Mechanical Metallurgy, McGraw-Hill</p>

Lehrveranstaltung L2994: Reliability in Engineering Dynamics	
Typ	Vorlesung
SWS	2
LP	2
Arbeitsaufwand in Stunden	Eigenstudium 32, Präsenzstudium 28
Prüfungsart	Klausur
Prüfungsdauer und -umfang	90 min
Dozenten	Prof. Benedikt Kriegesmann, Dr. Eric Groß
Sprachen	EN
Zeitraum	SoSe
Inhalt	<p>Method for calculation and testing of reliability of dynamic machine systems</p> <p>Modeling</p> <p>System identification</p> <p>Simulation</p> <p>Processing of measurement data</p> <p>Damage accumulation</p> <p>Test planning and execution</p>
Literatur	<p>Bertsche, B.: Reliability in Automotive and Mechanical Engineering. Springer, 2008. ISBN: 978-3-540-33969-4</p> <p>Inman, Daniel J.: Engineering Vibration. Prentice Hall, 3rd Ed., 2007. ISBN-13: 978-0132281737</p> <p>Dresig, H., Holzweißig, F.: Maschinendynamik, Springer Verlag, 9. Auflage, 2009. ISBN 3540876936.</p> <p>VDA (Hg.): Zuverlässigkeitssicherung bei Automobilherstellern und Lieferanten. Band 3 Teil 2, 3. überarbeitete Auflage, 2004. ISSN 0943-9412</p>

Lehrveranstaltung L2995: Reliability in Engineering Dynamics	
Typ	Gruppenübung
SWS	1
LP	2
Arbeitsaufwand in Stunden	Eigenstudium 46, Präsenzstudium 14
Prüfungsart	Klausur
Prüfungsdauer und -umfang	90 min
Dozenten	Prof. Benedikt Kriegesmann, Dr. Eric Groß
Sprachen	EN
Zeitraum	SoSe
Inhalt	<p>Method for calculation and testing of reliability of dynamic machine systems</p> <p>Modeling</p> <p>System identification</p> <p>Simulation</p> <p>Processing of measurement data</p> <p>Damage accumulation</p> <p>Test planning and execution</p>
Literatur	<p>Bertsche, B.: Reliability in Automotive and Mechanical Engineering. Springer, 2008. ISBN: 978-3-540-33969-4</p> <p>Inman, Daniel J.: Engineering Vibration. Prentice Hall, 3rd Ed., 2007. ISBN-13: 978-0132281737</p> <p>Dresig, H., Holzweißig, F.: Maschinendynamik, Springer Verlag, 9. Auflage, 2009. ISBN 3540876936.</p> <p>VDA (Hg.): Zuverlässigkeitssicherung bei Automobilherstellern und Lieferanten. Band 3 Teil 2, 3. überarbeitete Auflage, 2004. ISSN 0943-9412</p>

Lehrveranstaltung L0749: Zuverlässigkeit von Flugzeugsystemen	
Typ	Vorlesung
SWS	2
LP	3
Arbeitsaufwand in Stunden	Eigenstudium 62, Präsenzstudium 28
Prüfungsart	Klausur
Prüfungsdauer und -umfang	90 Minuten
Dozenten	Prof. Frank Thielecke, Dr. Andreas Vahl, Dr. Uwe Wieczorek
Sprachen	DE
Zeitraum	WiSe
Inhalt	<ul style="list-style-type: none"> • Grundlegende Methoden der Zuverlässigkeit und Sicherheit (Regelwerke, Nachweisforderungen) • Grundlagen zur Analyse der Zuverlässigkeitsanalyse (FMEA, Fehlerbaum, Funktions- und Gefahrenanalyse) • Zuverlässigkeitsanalyse von elektrischen und mechanischen Systemen
Literatur	<ul style="list-style-type: none"> • CS 25.1309 • SAE ARP 4754 • SAE ARP 4761

Modul M1193: Entwurf von Kabinensystemen			
Lehrveranstaltungen			
Titel	Typ	SWS	LP
Computer- und Kommunikationstechnik bei Kabinenelektronik und Avionik (L1557)	Vorlesung	2	2
Computer- und Kommunikationstechnik bei Kabinenelektronik und Avionik (L1558)	Gruppenübung	1	1
Model-Based Systems Engineering (MBSE) mit SysML/UML (L1551)	Projekt-/problembasierte Lehrveranstaltung	3	3
Modulverantwortlicher	Prof. Ralf God		
Zulassungsvoraussetzungen	Keine		
Empfohlene Vorkenntnisse	Grundlegende Kenntnisse in: <ul style="list-style-type: none"> • Mathematik • Mechanik • Thermodynamik • Elektrotechnik • Regelungstechnik Vorkenntnisse in: <ul style="list-style-type: none"> • Systems Engineering 		
Modulziele/ angestrebte Lernergebnisse	Nach erfolgreicher Teilnahme haben die Studierenden die folgenden Lernergebnisse erreicht		
Fachkompetenz	Studierende können: <ul style="list-style-type: none"> • den Aufbau und die Funktionsweise von Rechnerarchitekturen beschreiben • den Aufbau und die Funktionsweise von digitalen Kommunikationsnetzwerken erläutern • Architekturen von Kabinenelektronik, integrierter modularer Avionik (IMA) und Aircraft Data Communication Networks (ADCN) erklären • das Vorgehen des Model-Based Systems Engineering (MBSE) beim Entwurf von hardware- und softwarebasierten Kabinensystemen verstehen 		
<i>Wissen</i>			
<i>Fertigkeiten</i>	Studierende können: <ul style="list-style-type: none"> • einen Minicomputer verstehen, in Betrieb nehmen und betreiben • eine Netzwerkcommunication aufbauen und mit einem anderen Netzwerkteilnehmer kommunizieren • einen Minicomputer mit einem Kabinenmanagementsystem (A380 CIDS) verbinden und über ein AFDX®-Netzwerk kommunizieren • Systemfunktionen mittels der formalen Sprachen SysML/UML modellieren und aus den Modellen Softwarecode generieren • Softwarecode auf einem Minicomputer ausführen 		
Personale Kompetenzen	Studierende können: <ul style="list-style-type: none"> • für die praktischen Arbeiten Zweier- oder Kleingruppen bilden • Teilergebnisse selbst erarbeiten und mit anderen zu einer Gesamtlösung zusammenführen • ihre eigene Lösung vertreten und einbringen • die Anleitung des Teams übernehmen • im Team mitarbeiten 		
<i>Sozialkompetenz</i>			
<i>Selbstständigkeit</i>	Studierende können: <ul style="list-style-type: none"> • ihre praktischen Aufgaben organisieren und planen • ihre eigenen Fähigkeiten weiter herausbilden • Eigeninitiative ergreifen • eigene neue Lösungswegte finden 		
Arbeitsaufwand in Stunden	Eigenstudium 96, Präsenzstudium 84		
Leistungspunkte	6		
Studienleistung	Keine		
Prüfung	Klausur		
Prüfungsdauer und -umfang	120 Minuten		
Zuordnung zu folgenden Curricula	Flugzeug-Systemtechnik: Kernqualifikation: Wahlpflicht Internationales Wirtschaftsingenieurwesen: Vertiefung II. Luftfahrtsysteme: Wahlpflicht Produktentwicklung, Werkstoffe und Produktion: Vertiefung Produktentwicklung: Wahlpflicht Produktentwicklung, Werkstoffe und Produktion: Vertiefung Produktion: Wahlpflicht Produktentwicklung, Werkstoffe und Produktion: Vertiefung Werkstoffe: Wahlpflicht Theoretischer Maschinenbau: Vertiefung Flugzeug-Systemtechnik: Wahlpflicht		

Lehrveranstaltung L1557: Computer- und Kommunikationstechnik bei Kabinenelektronik und Avionik	
Typ	Vorlesung
SWS	2
LP	2
Arbeitsaufwand in Stunden	Eigenstudium 32, Präsenzstudium 28
Dozenten	Prof. Ralf God
Sprachen	DE
Zeitraum	WiSe
Inhalt	<p>Ziel der Vorlesung mit der zugehörigen Übung ist der Erwerb von Kenntnissen zu Computer- und Kommunikationstechnik bei elektronischen Systemen in der Kabine und im Flugzeug. Software, mechanische und elektronische Systemkomponenten wirken heute so intensiv zusammen, dass dies für den Systemtechniker ein grundlegendes Verständnis von Kabinenelektronik und Avionik erfordert.</p> <p>Die Vorlesung vermittelt die Grundlagen zum Aufbau und der Funktionsweise von Computern und Datennetzwerken und fokussiert dann auf aktuelle Prinzipien und Anwendungen bei integrierter modularer Avionik (IMA), Aircraft Data Communication Networks (ADCN), Kabinenelektronik und Kabinennetzwerken:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Historie der Computer- und Netzwerktechnik • Schichtenmodell in der Computertechnik • Rechnerarchitekturen (PC, IPC, Embedded Systeme) • BIOS, UEFI und Betriebssystem (OS) • Programmiersprachen (Maschinencode und Hochsprachen) • Applikationen und Schnittstellen zur Anwendungsprogrammierung • Externe Schnittstellen (seriell, USB, Ethernet) • Schichtenmodell in der Netzwerktechnik • Netzwerktopologien • Netzwerkkomponenten • Buszugriffsverfahren • Integrierte modulare Avionik (IMA) und Aircraft Data Communication Networks (ADCN) • Kabinenelektronik und Kabinennetzwerke
Literatur	<p>- Skript zur Vorlesung</p> <p>- Schnabel, P.: Computertechnik-Fibel: Grundlagen Computertechnik, Mikroprozessortechnik, Halbleiterspeicher, Schnittstellen und Peripherie. Books on Demand; 1. Auflage, 2003</p> <p>- Schnabel, P.: Netzwerktechnik-Fibel: Grundlagen, Übertragungstechnik und Protokolle, Anwendungen und Dienste, Sicherheit. Books on Demand; 1. Auflage, 2004</p> <p>- Wüst, K.: Mikroprozessortechnik: Grundlagen, Architekturen und Programmierung von Mikroprozessoren, Mikrocontrollern und Signalprozessoren. Vieweg Verlag; 2. aktualisierte und erweiterte Auflage, 2006</p>

Lehrveranstaltung L1558: Computer- und Kommunikationstechnik bei Kabinenelektronik und Avionik	
Typ	Gruppenübung
SWS	1
LP	1
Arbeitsaufwand in Stunden	Eigenstudium 16, Präsenzstudium 14
Dozenten	Prof. Ralf God
Sprachen	DE
Zeitraum	WiSe
Inhalt	<p>Kabinenelektronik und Kabinennetzwerken:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Historie der Computer- und Netzwerktechnik • Schichtenmodell in der Computertechnik • Rechnerarchitekturen (PC, IPC, Embedded Systeme) • BIOS, UEFI und Betriebssystem (OS) • Programmiersprachen (Maschinencode und Hochsprachen) • Applikationen und Schnittstellen zur Anwendungsprogrammierung • Externe Schnittstellen (seriell, USB, Ethernet) • Schichtenmodell in der Netzwerktechnik • Netzwerktopologien • Netzwerkkomponenten • Buszugriffsverfahren • Integrierte modulare Avionik (IMA) und Aircraft Data Communication Networks (ADCN) • Kabinenelektronik und Kabinennetzwerke
Literatur	<p>- Skript zur Vorlesung</p> <p>- Schnabel, P.: Computertechnik-Fibel: Grundlagen Computertechnik, Mikroprozessortechnik, Halbleiterspeicher, Schnittstellen und Peripherie. Books on Demand; 1. Auflage, 2003</p> <p>- Schnabel, P.: Netzwerktechnik-Fibel: Grundlagen, Übertragungstechnik und Protokolle, Anwendungen und Dienste, Sicherheit. Books on Demand; 1. Auflage, 2004</p> <p>- Wüst, K.: Mikroprozessortechnik: Grundlagen, Architekturen und Programmierung von Mikroprozessoren, Mikrocontrollern und Signalprozessoren. Vieweg Verlag; 2. aktualisierte und erweiterte Auflage, 2006</p>

Lehrveranstaltung L1551: Model-Based Systems Engineering (MBSE) mit SysML/UML	
Typ	Projekt-/problembasierte Lehrveranstaltung
SWS	3
LP	3
Arbeitsaufwand in Stunden	Eigenstudium 48, Präsenzstudium 42
Dozenten	Prof. Ralf God
Sprachen	DE
Zeitraum	SoSe
Inhalt	<p>Ziele der problemorientierten Lehrveranstaltung sind der Erwerb von Kenntnissen zum Vorgehen beim Systementwurf mittels der formalen Sprachen SysML/UML, das Kennenlernen von Werkzeugen zur Modellierung und schließlich die Durchführung eines Projekts mit Methoden und Werkzeugen des Model-Based Systems Engineering (MBSE) auf einer realistischen Hardwareplattform (z.B. Arduino®, Raspberry Pi®):</p> <ul style="list-style-type: none"> • Was ist ein Modell? • Was ist Systems Engineering? • Überblick zu MBSE Methodiken • Die Modellierungssprachen SysML/UML • Werkzeuge für das MBSE • Vorgehensweisen beim MBSE • Anforderungsspezifikation, funktionale Architektur, Lösungsspezifikation • Vom Modell zum Softwarecode • Validierung und Verifikation: XiL-Methoden • Begleitendes MBSE-Projekt
Literatur	<ul style="list-style-type: none"> - Skript zur Vorlesung - Weilkiens, T.: Systems Engineering mit SysML/UML: Modellierung, Analyse, Design. 2. Auflage, dpunkt.Verlag, 2008 - Holt, J., Perry, S.A., Brownword, M.: Model-Based Requirements Engineering. Institution Engineering & Tech, 2011

Modul M1744: Ausgewählte Themen der Luftfahrt-Systemtechnik (Alternative A: 6 LP)			
Lehrveranstaltungen			
Titel	Typ	SWS	LP
Aufbaukurs SE-ZERT (L2739)	Projekt-/problembasierte Lehrveranstaltung	2	3
Betrieb einer Luftverkehrsgesellschaft (L1310)	Vorlesung	3	3
Ermüdung und Schadenstoleranz (L0310)	Vorlesung	2	3
Flugführung I (Grundlagen) (L0848)	Vorlesung	2	2
Flugführung I (Grundlagen) (L0854)	Hörsaalübung	1	1
Flugführung II (Flugregelung) (L2374)	Vorlesung	2	2
Flugführung II (Flugregelung) (L2375)	Gruppenübung	1	1
Flughafenbetrieb (L1276)	Vorlesung	3	3
Flughafenplanung (L1275)	Vorlesung	2	2
Flughafenplanung (L1469)	Gruppenübung	1	1
Leichtbaupraktikum (L1258)	Projekt-/problembasierte Lehrveranstaltung	3	3
Luftsicherheit (L1549)	Vorlesung	2	2
Luftsicherheit (L1550)	Gruppenübung	1	1
Luftverkehr und Umwelt (L2376)	Vorlesung	3	3
Maschinelles Lernen in sicherheitskritischen cyberphysischen Systemen (L2934)	Vorlesung	2	2
Maschinelles Lernen in sicherheitskritischen cyberphysischen Systemen (L2935)	Gruppenübung	1	1
Mechanismen, Systeme und Verfahren der Werkstoffprüfung (L0950)	Vorlesung	2	2
Multidisziplinäre Design Optimierung im Luftfahrzeugentwurf (L2809)	Vorlesung	3	3
Strahltriebwerke (L0908)	Vorlesung	2	3
Strukturmechanik von Faserverbunden (L1514)	Vorlesung	2	3
Strukturmechanik von Faserverbunden (L1515)	Hörsaalübung	1	1
Systemsimulation (L1820)	Vorlesung	2	2
Systemsimulation (L1821)	Hörsaalübung	1	2
Werkstoffprüfung (L0949)	Vorlesung	2	2
Zuverlässigkeit in der Maschinendynamik (L2994)	Vorlesung	2	2
Zuverlässigkeit in der Maschinendynamik (L2995)	Gruppenübung	1	2
Zuverlässigkeit von Flugzeugsystemen (L0749)	Vorlesung	2	3
Modulverantwortlicher	Prof. Frank Thielecke		
Zulassungsvoraussetzungen	Keine		
Empfohlene Vorkenntnisse	Grundlegende Kenntnisse in: <ul style="list-style-type: none"> • Mathematik • Mechanik • Thermodynamik • Elektrotechnik • Hydraulik • Regelungstechnik 		
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 sind in der Lage, ausgewählte Spezialgebiete der Systemtechnik, des Lufttransportsystems und der Werkstoffwissenschaften zu verorten. • Die Studierenden können in ausgewählten Teilbereichen grundlegende Modelle und Verfahren erklären. • Die Studierenden können forschungsbezogenes und technologisches Wissen miteinander in Beziehung setzen. 		
<i>Fertigkeiten</i>	Die Studierenden können in ausgewählten ingenieurtechnischen Teilbereichen grundlegende Methoden anwenden.		
Personale Kompetenzen <i>Sozialkompetenz</i> <i>Selbstständigkeit</i>	Studierende können selbstständig auswählen, welche Kenntnisse und Fähigkeiten sie durch die Wahl der geeigneten Fächer vertiefen.		
Arbeitsaufwand in Stunden	Abhängig von der Wahl der Lehrveranstaltungen		
Leistungspunkte	6		
Zuordnung zu folgenden Curricula	Flugzeug-Systemtechnik: Kernqualifikation: Wahlpflicht Theoretischer Maschinenbau: Vertiefung Flugzeug-Systemtechnik: Wahlpflicht		

Lehrveranstaltung L2739: Aufbaukurs SE-ZERT	
Typ	Projekt-/problembasierte Lehrveranstaltung
SWS	2
LP	3
Arbeitsaufwand in Stunden	Eigenstudium 62, Präsenzstudium 28
Prüfungsart	Klausur
Prüfungsdauer und -umfang	120 min
Dozenten	Prof. Ralf God
Sprachen	DE
Zeitraum	SoSe
Inhalt	<p>Das SE-ZERT® Programm (vgl. https://www.sezert.de/de/anwaerter-de.html) ist eine Weiterbildung zum „Certified Systems Engineer (GfSE)®“. An der TUHH baut diese Weiterbildung auf der Vorlesung und Übung Systems Engineering auf. Es wurde von der GfSE e.V. zusammen mit dem TÜV Rheinland als Personenzertifikat entwickelt. Das Programm orientiert sich an der EN ISO/IEC 17024 zur Personenzertifizierung.</p> <p>Trainingsinhalte sind:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Grundlagen des Systems Engineering (inkl. Einführung) - Projektübergreifende Schnittstellen - Schnittstellen des Systems Engineering zu Projekt Management - Systems Engineering Management - Anforderungsmanagement und Validierung & Verifikation - Realisationsprozesse - Querschnittsfunktionen innerhalb von Entwicklungsprojekten - Berücksichtigung von operationellen Aspekten und der Stilllegung im Design - Konfliktmanagement und soziale Kompetenz <p>Als Trainingsanbieter ist das TUHH-Institut für Flugzeug-Kabinensysteme korporatives Mitglied der GfSE und bereitet als akkreditierte Trainingsstelle die Studierenden optimal und unabhängig auf die Zertifizierung vor, die von einem Prüfungsausschuss der SE-ZERT® Assessorengruppe der GfSE e.V. auf SE Wissen geprüft werden. Somit soll und wird eine hohe Qualität dieser Weiterbildung sichergestellt. Mit einem SE-ZERT® Zertifikat sind Absolventen branchenübergreifend für Ihre Arbeit als Systems Engineer in der Industrie qualifiziert. Die Weiterbildung wird an der TUHH in deutscher, sonst aber vielfach auch in englischer Sprache weltweit angeboten. SE-ZERT® an der TUHH richtet sich an Studierende im Masterstudiengang. Das SE-ZERT® Programm unterscheidet vier Qualifikationsebenen, die aufeinander aufbauen. Für Absolventen der TUHH erfolgt der Einstieg nach Wissensvermittlung und erfolgreich abgelegter Prüfung über die Ebene D. Aufbauend können Ingenieure mit Berufserfahrung die Ebene C mit dem Ziel der Mitarbeit im Team anstreben, gefolgt von der Ebene B mit dem Ziel „Anwenden“ und u.U. dem Führen von kleinen Projekten. Die höchste Qualifikationsebene ist die Ebene A mit dem Ziel zu eigenen Problemformulierungen, Lösungen, Begründungen, Folgerungen, Interpretationen oder Wertungen zu gelangen und diese anderen auch vermitteln zu können.</p> <p>Das Ziel des Zertifikats ist die Etablierung eines branchenübergreifenden Standards für Systems Engineering mit praktischen Übungen und praxisnahen Inhalten. Basis hierzu ist das INCOSE Systems Engineering Handbuch (in dt. oder engl. Ausgabe) als auch die Norm ISO/IEC 15288 und angrenzende Normen des Systems Engineering.</p>
Literatur	<p>INCOSE Systems Engineering Handbuch - Ein Leitfaden für Systemlebenszyklus-Prozesse und -Aktivitäten, GfSE (Hrsg. der deutschen Übersetzung), ISBN 978-3-9818805-0-2.</p> <p>ISO/IEC 15288 System- und Software-Engineering - System-Lebenszyklus-Prozesse (Systems and Software Engineering - System Life Cycle Processes).</p>

Lehrveranstaltung L1310: Betrieb einer Luftverkehrsgesellschaft	
Typ	Vorlesung
SWS	3
LP	3
Arbeitsaufwand in Stunden	Eigenstudium 48, Präsenzstudium 42
Prüfungsart	Klausur
Prüfungsdauer und -umfang	90 min
Dozenten	Prof. Volker Gollnick, Felix Presto
Sprachen	DE
Zeitraum	SoSe
Inhalt	<ol style="list-style-type: none"> 1. Einführung und Überblick 2. Geschäftsmodelle von Luftverkehrsgesellschaften 3. Interdependenzen der Flugplanung (Netzwerkmanagement, Slot Management, Netzstrukturen, Umlaufplanung) 4. Operative Flugvorbereitung (Beladung, Nutzlast/Reichweite, etc.) 5. Flottenpolitik 6. Flugzeugbewertung und Flottenplanung 7. Aufbau und Organisation einer Luftverkehrsgesellschaft 8. Instandhaltung von Flugzeugen
Literatur	<p>Volker Gollnick, Dieter Schmitt: The Air Transport System, Springer Berlin Heidelberg New York, 2014</p> <p>Paul Clark: "Buying the Big Jets", Ashgate 2008</p> <p>Mike Hirst: The Air Transport System, AIAA, 2008</p>

Lehrveranstaltung L0310: Fatigue & Damage Tolerance	
Typ	Vorlesung
SWS	2
LP	3
Arbeitsaufwand in Stunden	Eigenstudium 62, Präsenzstudium 28
Prüfungsart	Mündliche Prüfung
Prüfungsdauer und -umfang	45 min
Dozenten	Dr. Martin Flamm
Sprachen	EN
Zeitraum	WiSe
Inhalt	Design principles, fatigue strength, crack initiation and crack growth, damage calculation, counting methods, methods to improve fatigue strength, environmental influences
Literatur	<p>Jaap Schijve, Fatigue of Structures and Materials. Kluwer Academic Puplicher, Dordrecht, 2001 E. Haibach. Betriebsfestigkeit Verfahren und Daten zur Bauteilberechnung. VDI-Verlag, Düsseldorf, 1989</p>

Lehrveranstaltung L0848: Flugführung I (Grundlagen)	
Typ	Vorlesung
SWS	2
LP	2
Arbeitsaufwand in Stunden	Eigenstudium 32, Präsenzstudium 28
Prüfungsart	Klausur
Prüfungsdauer und -umfang	60 min
Dozenten	Prof. Volker Gollnick
Sprachen	DE
Zeitraum	WiSe
Inhalt	<p>Einführung und Motivation Flugführungsprinzipien</p> <p>Cockpit- und Avioniksysteme (Cockpitgestaltung, Cockpitausrüstung, Bus- und Rechnersysteme)</p> <p>Luftverkehrsmanagement (Luftraumstrukturen, Organisation der Flugsicherung, etc.)</p> <p>Grundlagen der Flugmeßtechnik Positionsmessung (geometrische Verfahren, Entfernungsmessung, Richtungsmessung) Bestimmung der Fluglage (Magnetfeld- und Trägheitssensoren) Geschwindigkeitsmessung</p> <p>Theorie der Navigation</p> <p>Funknavigation</p> <p>Satellitennavigation</p> <p>Luftraumüberwachung (Radarsysteme)</p> <p>Kommunikationssysteme</p> <p>Integrierte Navigations- und Führungssysteme</p>
Literatur	<p>Rudolf Brockhaus, Robert Luckner, Wolfgang Alles: "Flugregelung", Springer Berlin Heidelberg New York, 2011</p> <p>Holger Flühr: "Avionik und Flugsicherungssysteme", Springer Berlin Heidelberg New York, 2013</p> <p>Volker Gollnick, Dieter Schmitt "Air Transport Systems", Springer Berlin Heidelberg New York, 2016</p> <p>R.P.G. Collinson „Introduction to Avionics“, Springer Berlin Heidelberg New York 2003</p>

Lehrveranstaltung L0854: Flugführung I (Grundlagen)	
Typ	Hörsaalübung
SWS	1
LP	1
Arbeitsaufwand in Stunden	Eigenstudium 16, Präsenzstudium 14
Prüfungsart	Klausur
Prüfungsdauer und -umfang	60 min
Dozenten	Prof. Volker Gollnick
Sprachen	DE
Zeitraum	WiSe
Inhalt	Siehe korrespondierende Vorlesung
Literatur	Siehe korrespondierende Vorlesung

Lehrveranstaltung L2374: Flugführung II (Flugregelung)	
Typ	Vorlesung
SWS	2
LP	2
Arbeitsaufwand in Stunden	Eigenstudium 32, Präsenzstudium 28
Prüfungsart	Klausur
Prüfungsdauer und -umfang	60 min
Dozenten	Prof. Volker Gollnick
Sprachen	DE
Zeitraum	SoSe
Inhalt	
Literatur	<p>Brockhaus, Alles, Luckner: Flugregelung, Springer Verlag, 2011</p> <p>R.P.G Collinson: Introduction to Avionics Systems, Springer Verlag, 2011</p>

Lehrveranstaltung L2375: Flugführung II (Flugregelung)	
Typ	Gruppenübung
SWS	1
LP	1
Arbeitsaufwand in Stunden	Eigenstudium 16, Präsenzstudium 14
Prüfungsart	Klausur
Prüfungsdauer und -umfang	60 min
Dozenten	Prof. Volker Gollnick
Sprachen	DE
Zeitraum	SoSe
Inhalt	Siehe korrespondierende Vorlesung
Literatur	Siehe korrespondierende Vorlesung

Lehrveranstaltung L1276: Flughafenbetrieb	
Typ	Vorlesung
SWS	3
LP	3
Arbeitsaufwand in Stunden	Eigenstudium 48, Präsenzstudium 42
Prüfungsart	Klausur
Prüfungsdauer und -umfang	90 min
Dozenten	Prof. Volker Gollnick, Dr. Peter Willems
Sprachen	DE
Zeitraum	WiSe
Inhalt	FA-F Flugbetrieb Flugbetrieb - Produktion Infrastruktur Betrieb Planung Masterplanung Flughafenkapazität Bodenverkehrsdienste Terminalbetrieb
Literatur	Richard de Neufville, Amedeo Odoni: Airport Systems, McGraw Hill, 2003

Lehrveranstaltung L1275: Flughafenplanung	
Typ	Vorlesung
SWS	2
LP	2
Arbeitsaufwand in Stunden	Eigenstudium 32, Präsenzstudium 28
Prüfungsart	Klausur
Prüfungsdauer und -umfang	60 min
Dozenten	Prof. Volker Gollnick, Dr. Ulrich Häp
Sprachen	DE
Zeitraum	WiSe
Inhalt	<ol style="list-style-type: none"> 1. Einführung, Definitionen, Rahmen, Überblick 2. Start- und Landebahnsysteme 3. Luftraumstrukturen rund um den Flughafen 4. Befeuerung, Markierungen, Beschilderung 5. Vorfeld- und Terminalkonfigurationen
Literatur	N. Ashford, Martin Stanton, Clifton Moore: Airport Operations, John Wiley & Sons, 1991 Richard de Neufville, Amedeo Odoni: Airport Systems, Aviation Week Books, MacGraw Hill, 2003

Lehrveranstaltung L1469: Flughafenplanung	
Typ	Gruppenübung
SWS	1
LP	1
Arbeitsaufwand in Stunden	Eigenstudium 16, Präsenzstudium 14
Prüfungsart	Klausur
Prüfungsdauer und -umfang	60 min
Dozenten	Prof. Volker Gollnick, Dr. Ulrich Häp
Sprachen	DE
Zeitraum	WiSe
Inhalt	Siehe korrespondierende Vorlesung
Literatur	Siehe korrespondierende Vorlesung

Lehrveranstaltung L1258: Leichtbaupraktikum	
Typ	Projekt-/problembasierte Lehrveranstaltung
SWS	3
LP	3
Arbeitsaufwand in Stunden	Eigenstudium 48, Präsenzstudium 42
Prüfungsart	Mündliche Prüfung
Prüfungsdauer und -umfang	30 min
Dozenten	Prof. Dieter Krause
Sprachen	DE/EN
Zeitraum	SoSe
Inhalt	<p>Entwicklung eines Faserverbund-Sandwichbauteils</p> <ul style="list-style-type: none"> • Einarbeiten in die Themengebiete Faserkunststoffverbunde (FKV) und Leichtbau • Konstruktion und Auslegung eines FKV-Sandwich-Bauteils unter Anwendung der Finite-Elemente-Methode (FEM) • Ermitteln von Werkstoffdaten an Materialproben • Eigenhändiger Bau der FKV-Struktur im Labor • Test der entwickelten Bauteile • Präsentation des Konzepts • Selbstorganisiertes Arbeiten in Teams
Literatur	<ul style="list-style-type: none"> • Schürmann, H., „Konstruieren mit Faser-Kunststoff-Verbunden“, Springer, Berlin, 2005. • Puck, A., „Festigkeitsanalyse von Faser-Matrix-Laminaten“, Hanser, München, Wien, 1996. • R&G, „Handbuch Faserverbundwerkstoffe“, Waldenbuch, 2009. • VDI 2014 „Entwicklung von Bauteilen aus Faser-Kunststoff-Verbund“ • Ehrenstein, G. W., „Faserverbundkunststoffe“, Hanser, München, 2006. • Klein, B., „Leichtbau-Konstruktion“, Vieweg & Sohn, Braunschweig, 1989. • Wiedemann, J., „Leichtbau Band 1: Elemente“, Springer, Berlin, Heidelberg, 1986. • Wiedemann, J., „Leichtbau Band 2: Konstruktion“, Springer, Berlin, Heidelberg, 1986. • Backmann, B.F., „Composite Structures, Design, Safety and Innovation“, Oxford (UK), Elsevier, 2005. • Krause, D., „Leichtbau“, In: Handbuch Konstruktion, Hrsg.: Rieg, F., Steinhilper, R., München, Carl Hanser Verlag, 2012. • Schulte, K., Fiedler, B., „Structure and Properties of Composite Materials“, Hamburg, TUHH - TuTech Innovation GmbH, 2005.

Lehrveranstaltung L1549: Luftsicherheit	
Typ	Vorlesung
SWS	2
LP	2
Arbeitsaufwand in Stunden	Eigenstudium 32, Präsenzstudium 28
Prüfungsart	Klausur
Prüfungsdauer und -umfang	90 Minuten
Dozenten	Prof. Ralf God
Sprachen	DE
Zeitraum	WiSe
Inhalt	<p>Ziel der Vorlesung mit der zugehörigen Übung ist der Erwerb von Kenntnissen zu Aufgaben und Maßnahmen zum Schutz vor Angriffen auf die Sicherheit des zivilen Lufttransportsystems. Die Aufgaben und Maßnahmen werden im Kontext der drei Systemteile Mensch, Technik und Organisation herausgearbeitet.</p> <p>Die Vorlesung vermittelt die Grundlagen der Luftsicherheit. Die Luftsicherheit ist eine notwendige Voraussetzung für einen wirtschaftlich erfolgreichen Luftverkehr. Das Risikomanagement für das Gesamtsystem gelingt nur mit einem integrierten Ansatz, welcher Mensch, Technik und Organisation berücksichtigt:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Historische Entwicklung • Die besondere Rolle des Luftverkehrs • Motive und Angriffsvektoren • Faktor Mensch • Bedrohungen und Risiko • Verordnungen, Regulierungen und Gesetze • Organisation und Vollzug der Luftsicherheitsaufgaben • Passagier- und Gepäckkontrollen • Frachtkontrollen und sichere Lieferkette • Sicherungstechnologien
Literatur	<ul style="list-style-type: none"> - Skript zur Vorlesung - Giumulla, E.M., Rothe B.R. (Hrsg.): Handbuch Luftsicherheit. Universitätsverlag TU Berlin, 2011 - Thomas, A.R. (Ed.): Aviation Security Management. Praeger Security International, 2008

Lehrveranstaltung L1550: Luftsicherheit	
Typ	Gruppenübung
SWS	1
LP	1
Arbeitsaufwand in Stunden	Eigenstudium 16, Präsenzstudium 14
Prüfungsart	Klausur
Prüfungsdauer und -umfang	90 Minuten
Dozenten	Prof. Ralf God
Sprachen	DE
Zeitraum	WiSe
Inhalt	<p>Ziel der Vorlesung mit der zugehörigen Übung ist der Erwerb von Kenntnissen zu Aufgaben und Maßnahmen zum Schutz vor Angriffen auf die Sicherheit des zivilen Lufttransportsystems. Die Aufgaben und Maßnahmen werden im Kontext der drei Systemteile Mensch, Technik und Organisation herausgearbeitet.</p> <p>Die Vorlesung vermittelt die Grundlagen der Luftsicherheit. Die Luftsicherheit ist eine notwendige Voraussetzung für einen wirtschaftlich erfolgreichen Luftverkehr. Das Risikomanagement für das Gesamtsystem gelingt nur mit einem integrierten Ansatz, welcher Mensch, Technik und Organisation berücksichtigt:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Historische Entwicklung • Die besondere Rolle des Luftverkehrs • Motive und Angriffsvektoren • Faktor Mensch • Bedrohungen und Risiko • Verordnungen, Regulierungen und Gesetze • Organisation und Vollzug der Luftsicherheitsaufgaben • Passagier- und Gepäckkontrollen • Frachtkontrollen und sichere Lieferkette • Sicherungstechnologien
Literatur	<p>- Skript zur Vorlesung</p> <p>- Giumulla, E.M., Rothe B.R. (Hrsg.): Handbuch Luftsicherheit. Universitätsverlag TU Berlin, 2011</p> <p>- Thomas, A.R. (Ed.): Aviation Security Management. Praeger Security International, 2008</p>

Lehrveranstaltung L2376: Luftverkehr und Umwelt	
Typ	Vorlesung
SWS	3
LP	3
Arbeitsaufwand in Stunden	Eigenstudium 48, Präsenzstudium 42
Prüfungsart	Klausur
Prüfungsdauer und -umfang	90 min
Dozenten	Prof. Volker Gollnick, Dr. Florian Linke
Sprachen	DE
Zeitraum	SoSe
Inhalt	<p>Die Lehrveranstaltung vermittelt die notwendigen Grundlagen und Methoden für das Verständnis der Wechselwirkungen des Luftverkehrs mit der Umwelt, sowohl in Bezug auf die Wirkung von Wetter/Klima auf das Fliegen als auch hinsichtlich der Auswirkungen des Luftverkehrs auf Schadstoffemissionen, Lärm und Klima.</p> <p>Es werden im Einzelnen die folgenden Themen behandelt:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Atmosphärenphysik/-chemie <ul style="list-style-type: none"> ◦ Aufbau und Statik ◦ Dynamik (Wasserkreislauf, Entstehung von Wetterereignissen, Hoch- und Tiefdruckgebiete, Wind, Böen und Turbulenz) ◦ Wolkenphysik (Thermodynamik, Kondensstreifen) ◦ Strahlungsphysik (Energiebilanz, Treibhauseffekt) ◦ Photochemie (Ozonchemie) • Umweltwirkungen (Wetter) auf das Fliegen <ul style="list-style-type: none"> ◦ Atmosphärische Einflüsse auf Flugleistungen ◦ Flugplanung ◦ Störungen durch Wetter, z.B. Gewitter, Winterwetter (Vereisung), Clear Air Turbulence, Sicht ◦ Auswirkungen des Klimawandels und Adaption • Wirkungen des Luftverkehrs auf Umwelt und Klima <ul style="list-style-type: none"> ◦ Schadstoffemissionen der Luftfahrt ◦ Wirkung von Emissionen auf Konzentrationen in der Atmosphäre ◦ Klimametrika/-modelle und Hintergrund Szenarien ◦ Emissionskataster • Mitigationsmaßnahmen <ul style="list-style-type: none"> ◦ Technologische Maßnahmen, z.B. klimaoptimierter Flugzeugentwurf ◦ Alternative Kraftstoffe ◦ Operationelle Maßnahmen, z.B. klimaoptimierte Flugplanung ◦ Umweltpolitische Maßnahmen, z.B. EU-ETS, CORSIA ◦ Potenziale und Gegenüberstellung, Begriff der Ökoeffizienz • Lokale Umweltwirkungen <ul style="list-style-type: none"> ◦ Lokale Luftqualität (Partikel/Feinstaub, sonstige Emissionen in Bodennähe) ◦ Lärm (Lärmquellen, Lärmmetriken, Lärmimmissionen, Messung, Zertifizierung, Psychoakustik, Lärmmitigation) ◦ Gesundheitliche Auswirkungen • Aspekte der Nachhaltigkeit <ul style="list-style-type: none"> ◦ Weitere Aspekte, u.a. Lebenszyklusemissionen, Entsorgung ◦ Einordnung in globale Ziele, z.B. Ziele für nachhaltige Entwicklung der Vereinten Nationen, Pariser Klimaabkommen
Literatur	<ul style="list-style-type: none"> • Ruijgrok, G.: Elements of Aircraft Pollution, Delft University Press, 2005 • Friedrich, R., Reis, S.: Emissions of Air Pollutants, Springer 2004 • Janic, M.: The Sustainability of Air Transportation, Ashgate, 2007 • Schumann, U. (ed.): Atmospheric Physics: Background - Methods - Trends, Springer, Berlin, Heidelberg, 2012 • Spiridonov, V., Curic, M.: Fundamentals of Meteorology, Springer, 2021 • Kaltschmitt, M., Neuling, U.: Biokerosene - Status and Prospects, Springer, 2018 • Roedel, W., Wagner, T.: Physik unserer Umwelt: Die Atmosphäre, Springer, 2017 • W. Bräunling: Flugzeugtriebwerke. Springer-Verlag Berlin, Deutschland, 2009 • G. Brüning, X. Hafer, G. Sachs: Flugleistungen, Springer, 1993

Lehrveranstaltung L2934: Maschinelles Lernen in sicherheitskritischen cyberphysischen Systemen	
Typ	Vorlesung
SWS	2
LP	2
Arbeitsaufwand in Stunden	Eigenstudium 32, Präsenzstudium 28
Prüfungsart	Schriftliche Ausarbeitung
Prüfungsdauer und -umfang	90 min
Dozenten	Prof. Ralf God
Sprachen	DE
Zeitraum	WiSe
Inhalt	<p>Der Einsatz von maschinellem Lernen ermöglicht viele hochkomplexe Anwendungen, beispielsweise bei autonomen Systemen. Die Anwendung in sicherheitskritischen Systemen bietet jedoch besondere Herausforderungen und stellt spezielle Anforderungen an die Entwicklung.</p> <p>Die Lehrveranstaltung vermittelt die notwendigen Grundlagen und Methoden im Kontext des Systems Engineering für den Einsatz von Data Science, maschinellem Lernen und KI in sicherheitskritischen Systemen. Darüber hinaus erfolgt eine Diskussion aktueller Einsatzgebiete und über den aktuellen Stand der Forschung.</p> <p>Es werden im Einzelnen die folgenden Themen behandelt:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Einführung und Motivation <ul style="list-style-type: none"> ◦ Sicherheitskritische cyberphysische Systeme und Systeme von Systemen ◦ Methoden der Modellierung im Systems Engineering ◦ Herausforderungen beim Einsatz von maschinellem Lernen in sicherheitskritischen Systemen • Systems Engineering und sicherheitskritische Systeme <ul style="list-style-type: none"> ◦ Sicherheit und maschinelles Lernen ◦ Machine Learning Lifecycle • Methoden <ul style="list-style-type: none"> ◦ Datensatzoptimierung ◦ Robustes Lernen ◦ Quantifizierung von Unsicherheit ◦ Adversarial Attacks ◦ Interpretierbarkeit ◦ Absicherung des Gesamtsystems • Aktuelles aus der Forschung
Literatur	<p>- J. Holt, S. A. Perry, M. Brownword. Model-Based Requirements Engineering. Institution Engineering & Tech, 2011.</p> <p>- S. Houben et al. Inspect, Understand, Overcome: A Survey of Practical Methods for AI Safety. arXiv, 2021.</p> <p>- A. Schwaiger. Machine Learning in sicherheitskritischen Systemen. Embedded Software Engineering Kongress, 2020.</p> <p>- A. Pereira, C. Thomas. Challenges of Machine Learning Applied to Safety-Critical Cyber-Physical Systems. Mach. Learn. Knowl. Extr., 2, 579-602, 2020.</p>

Lehrveranstaltung L2935: Maschinelles Lernen in sicherheitskritischen cyberphysischen Systemen	
Typ	Gruppenübung
SWS	1
LP	1
Arbeitsaufwand in Stunden	Eigenstudium 16, Präsenzstudium 14
Prüfungsart	Schriftliche Ausarbeitung
Prüfungsdauer und -umfang	90 min
Dozenten	Prof. Ralf God
Sprachen	DE
Zeitraum	WiSe
Inhalt	Siehe korrespondierende Vorlesung
Literatur	Siehe korrespondierende Vorlesung

Lehrveranstaltung L0950: Mechanismen, Systeme und Verfahren der Werkstoffprüfung	
Typ	Vorlesung
SWS	2
LP	2
Arbeitsaufwand in Stunden	Eigenstudium 32, Präsenzstudium 28
Prüfungsart	Klausur
Prüfungsdauer und -umfang	90 Minuten
Dozenten	Dr. Jan Oke Peters
Sprachen	DE
Zeitraum	SoSe
Inhalt	<p>Vermittlung grundlegender und spezieller Prüfverfahren zur sicheren Beurteilung von Werkstoffen; sowie die Befähigung, für ein Bauteil-/Werkstoffproblem ein geeignetes Prüfprogramm auszuwählen und die Ergebnisse bzgl. Bauteil-/Werkstoffbeschaffenheit zu analysieren und zu diskutieren</p> <ul style="list-style-type: none"> • Spannungs-Dehnungs-Zusammenhänge • DMS-Messtechnik • Viskoelastisches Verhalten • Zugversuch (Verfestigung, Einschnürung, Dehnrage) • Druckversuch, Biegeversuch, Torsionsversuch • Rissausbreitung bei statischer Belastung (J-Integral) • Rissausbreitung bei zyklischer Belastung (Mikro- und Makrorissausbreitung) • Einfluss von Kerben • Kriechversuch (Physikalischer Kriechversuch, Spannungs- und Temperatureinfluss, Larson-Miller-Parameter) • Verschleißuntersuchung • Zerstörungsfreie Werkstoffprüfung in der Triebwerksüberholung
Literatur	<ul style="list-style-type: none"> • E. Macherauch: Praktikum in Werkstoffkunde, Vieweg • G. E. Dieter: Mechanical Metallurgy, McGraw-Hill • R. Bürgel: Lehr- und Übungsbuch Festigkeitslehre, Vieweg • R. Bürgel: Werkstoffe sicher beurteilen und richtig einsetzen, Vieweg

Lehrveranstaltung L2809: Multidisziplinäre Design Optimierung im Luftfahrzeugentwurf	
Typ	Vorlesung
SWS	3
LP	3
Arbeitsaufwand in Stunden	Eigenstudium 48, Präsenzstudium 42
Prüfungsart	Klausur
Prüfungsdauer und -umfang	90 min
Dozenten	Prof. Volker Gollnick
Sprachen	DE/EN
Zeitraum	WiSe
Inhalt	
Literatur	

Lehrveranstaltung L0908: Strahltriebwerke	
Typ	Vorlesung
SWS	2
LP	3
Arbeitsaufwand in Stunden	Eigenstudium 62, Präsenzstudium 28
Prüfungsart	Mündliche Prüfung
Prüfungsdauer und -umfang	45 min
Dozenten	Dr. Burkhard Andrich
Sprachen	DE
Zeitraum	WiSe
Inhalt	<ul style="list-style-type: none"> • Kreisprozess der Gasturbine • Thermodynamik der Komponenten • Flügel-, Gitter-, Stufenauslegung • Betriebsverhalten der Komponenten • Kriterien der Auslegung von Strahltriebwerken • Entwicklungstrends von Gasturbinen und Strahltriebwerken • Wartung von Strahltriebwerken
Literatur	<ul style="list-style-type: none"> • Bräunling: Flugzeugtriebwerke • Engmann: Technologie des Fliegens • Kerrebrock: Aircraft Engines and Gas Turbines

Lehrveranstaltung L1514: Structural Mechanics of Fibre Reinforced Composites	
Typ	Vorlesung
SWS	2
LP	3
Arbeitsaufwand in Stunden	Eigenstudium 62, Präsenzstudium 28
Prüfungsart	Mündliche Prüfung
Prüfungsdauer und -umfang	30 min
Dozenten	Prof. Benedikt Kriegesmann
Sprachen	EN
Zeitraum	WiSe
Inhalt	<p>Classical laminate theory</p> <p>Rules of mixture</p> <p>Failure mechanisms and criteria of composites</p> <p>Boundary value problems of isotropic and anisotropic shells</p> <p>Stability of composite structures</p> <p>Optimization of laminated composites</p> <p>Modelling composites in FEM</p> <p>Numerical multiscale analysis of textile composites</p> <p>Progressive failure analysis</p>
Literatur	<ul style="list-style-type: none"> • Schürmann, H., „Konstruieren mit Faser-Kunststoff-Verbunden“, Springer, Berlin, aktuelle Auflage. • Wiedemann, J., „Leichtbau Band 1: Elemente“, Springer, Berlin, Heidelberg, , aktuelle Auflage. • Reddy, J.N., „Mechanics of Composite Laminated Plates and Shells“, CRC Publishing, Boca Raton et al., current edition. • Jones, R.M., „Mechanics of Composite Materials“, Scripta Book Co., Washington, current edition. • Timoshenko, S.P., Gere, J.M., „Theory of elastic stability“, McGraw-Hill Book Company, Inc., New York, current edition. • Turvey, G.J., Marshall, I.H., „Buckling and postbuckling of composite plates“, Chapman and Hall, London, current edition. • Herakovich, C.T., „Mechanics of fibrous composites“, John Wiley and Sons, Inc., New York, current edition. • Mittelstedt, C., Becker, W., „Strukturmechanik ebener Laminate“, aktuelle Auflage.

Lehrveranstaltung L1515: Structural Mechanics of Fibre Reinforced Composites	
Typ	Hörsaalübung
SWS	1
LP	1
Arbeitsaufwand in Stunden	Eigenstudium 16, Präsenzstudium 14
Prüfungsart	Mündliche Prüfung
Prüfungsdauer und -umfang	30 min
Dozenten	Prof. Benedikt Kriegesmann
Sprachen	EN
Zeitraum	WiSe
Inhalt	Siehe korrespondierende Vorlesung
Literatur	Siehe korrespondierende Vorlesung

Lehrveranstaltung L1820: Systemsimulation	
Typ	Vorlesung
SWS	2
LP	2
Arbeitsaufwand in Stunden	Eigenstudium 32, Präsenzstudium 28
Prüfungsart	Mündliche Prüfung
Prüfungsdauer und -umfang	30 min
Dozenten	Dr. Stefan Wischhusen, Dr. Johannes Brunnemann
Sprachen	DE
Zeitraum	WiSe
Inhalt	<p>Vorlesung zur gleichungsbasierten, physikalischen Modellierung unter Verwendung der Modellierungssprache Modelica und der kostenfreien Simulationsplattform OpenModelica 1.17.0.</p> <ul style="list-style-type: none"> • Einführung in die physikalische Modellierung • Frage der Modellierung und der Grenzen der Modellierung • Frage der Zeitkonstanten, Steifigkeit, Stabilität, Schrittweitenwahl • Begriffe der objektorientierten Programmierung • Differenzialgleichungen einfacher Systeme • Einführung in Modelica • Einführung in das Simulationswerkzeug • Beispiele: Hydraulische Systeme und Wärmeleitung • Systembeispiel
Literatur	<p>[1] Modelica Association: "Modelica Language Specification - Version 3.5", Linköping, Sweden, 2021.</p> <p>[2] OpenModelica: OpenModelica 1.17.0, https://www.openmodelica.org (siehe Download), 2021.</p> <p>[3] M. Tiller: "Modelica by Example", https://book.xogeny.com, 2014.</p> <p>[4] M. Otter, H. Elmqvist, et al.: "Objektorientierte Modellierung Physikalischer Systeme", at- Automatisierungstechnik (german), Teil 1 - 17, Oldenbourg Verlag, 1999 - 2000.</p> <p>[5] P. Fritzson: "Principles of Object-Oriented Modeling and Simulation with Modelica 3.3", Wiley-IEEE Press, New York, 2015.</p> <p>[6] P. Fritzson: "Introduction to Modeling and Simulation of Technical and Physical Systems with Modelica", Wiley, New York, 2011.</p>

Lehrveranstaltung L1821: Systemsimulation	
Typ	Hörsaalübung
SWS	1
LP	2
Arbeitsaufwand in Stunden	Eigenstudium 46, Präsenzstudium 14
Prüfungsart	Mündliche Prüfung
Prüfungsdauer und -umfang	30 min
Dozenten	Dr. Stefan Wischhusen, Dr. Johannes Brunnemann
Sprachen	DE
Zeitraum	WiSe
Inhalt	Siehe korrespondierende Vorlesung
Literatur	Siehe korrespondierende Vorlesung

Lehrveranstaltung L0949: Werkstoffprüfung	
Typ	Vorlesung
SWS	2
LP	2
Arbeitsaufwand in Stunden	Eigenstudium 32, Präsenzstudium 28
Prüfungsart	Klausur
Prüfungsdauer und -umfang	90 Minuten
Dozenten	Dr. Jan Oke Peters
Sprachen	DE
Zeitraum	WiSe
Inhalt	<p>Vorstellung und Vermittlung grundlegender Kenntnisse und Methoden der mechanischen als auch zerstörungsfreien Prüfung von Werkstoffen.</p> <ul style="list-style-type: none"> • Untersuchungsmethodik bei mechanischen Werkstoffproblemen • Bestimmung elastischer Konstanten • Zugversuch • Schwingversuch (Versuche mit konstanter Spannung, Dehnung oder plastischer Dehnung, Zeitschwingfestigkeit, Dauerschwingfestigkeit, Mittelspannungseinfluss) • Rissausbreitung bei statischer Belastung (Spannungsintensitätsfaktor, Bruchzähigkeit) • Kriechversuch und Zeitstandfestigkeit • Härtemessung • Kerbschlagbiegeversuch • Zerstörungsfreie Werkstoffprüfung
Literatur	<p>E. Macherauch: Praktikum in Werkstoffkunde, Vieweg G. E. Dieter: Mechanical Metallurgy, McGraw-Hill</p>

Lehrveranstaltung L2994: Reliability in Engineering Dynamics	
Typ	Vorlesung
SWS	2
LP	2
Arbeitsaufwand in Stunden	Eigenstudium 32, Präsenzstudium 28
Prüfungsart	Klausur
Prüfungsdauer und -umfang	90 min
Dozenten	Prof. Benedikt Kriegesmann, Dr. Eric Groß
Sprachen	EN
Zeitraum	SoSe
Inhalt	<p>Method for calculation and testing of reliability of dynamic machine systems</p> <p>Modeling</p> <p>System identification</p> <p>Simulation</p> <p>Processing of measurement data</p> <p>Damage accumulation</p> <p>Test planning and execution</p>
Literatur	<p>Bertsche, B.: Reliability in Automotive and Mechanical Engineering. Springer, 2008. ISBN: 978-3-540-33969-4</p> <p>Inman, Daniel J.: Engineering Vibration. Prentice Hall, 3rd Ed., 2007. ISBN-13: 978-0132281737</p> <p>Dresig, H., Holzweißig, F.: Maschinendynamik, Springer Verlag, 9. Auflage, 2009. ISBN 3540876936.</p> <p>VDA (Hg.): Zuverlässigkeitssicherung bei Automobilherstellern und Lieferanten. Band 3 Teil 2, 3. überarbeitete Auflage, 2004. ISSN 0943-9412</p>

Lehrveranstaltung L2995: Reliability in Engineering Dynamics	
Typ	Gruppenübung
SWS	1
LP	2
Arbeitsaufwand in Stunden	Eigenstudium 46, Präsenzstudium 14
Prüfungsart	Klausur
Prüfungsdauer und -umfang	90 min
Dozenten	Prof. Benedikt Kriegesmann, Dr. Eric Groß
Sprachen	EN
Zeitraum	SoSe
Inhalt	<p>Method for calculation and testing of reliability of dynamic machine systems</p> <p>Modeling</p> <p>System identification</p> <p>Simulation</p> <p>Processing of measurement data</p> <p>Damage accumulation</p> <p>Test planning and execution</p>
Literatur	<p>Bertsche, B.: Reliability in Automotive and Mechanical Engineering. Springer, 2008. ISBN: 978-3-540-33969-4</p> <p>Inman, Daniel J.: Engineering Vibration. Prentice Hall, 3rd Ed., 2007. ISBN-13: 978-0132281737</p> <p>Dresig, H., Holzweißig, F.: Maschinendynamik, Springer Verlag, 9. Auflage, 2009. ISBN 3540876936.</p> <p>VDA (Hg.): Zuverlässigkeitssicherung bei Automobilherstellern und Lieferanten. Band 3 Teil 2, 3. überarbeitete Auflage, 2004. ISSN 0943-9412</p>

Lehrveranstaltung L0749: Zuverlässigkeit von Flugzeugsystemen	
Typ	Vorlesung
SWS	2
LP	3
Arbeitsaufwand in Stunden	Eigenstudium 62, Präsenzstudium 28
Prüfungsart	Klausur
Prüfungsdauer und -umfang	90 Minuten
Dozenten	Prof. Frank Thielecke, Dr. Andreas Vahl, Dr. Uwe Wieczorek
Sprachen	DE
Zeitraum	WiSe
Inhalt	<ul style="list-style-type: none"> • Grundlegende Methoden der Zuverlässigkeit und Sicherheit (Regelwerke, Nachweisforderungen) • Grundlagen zur Analyse der Zuverlässigkeitsanalyse (FMEA, Fehlerbaum, Funktions- und Gefahrenanalyse) • Zuverlässigkeitsanalyse von elektrischen und mechanischen Systemen
Literatur	<ul style="list-style-type: none"> • CS 25.1309 • SAE ARP 4754 • SAE ARP 4761

Modul M1616: Flight Control Law Design and Application			
Lehrveranstaltungen			
Titel		Typ	SWS LP
Flugregelung: Entwurf und Anwendung (L2448)		Vorlesung	2 4
Flugregelung: Entwurf und Anwendung (L2449)		Projekt-/problembasierte Lehrveranstaltung	2 2
Modulverantwortlicher	Prof. Frank Thielecke		
Zulassungsvoraussetzungen	None		
Empfohlene Vorkenntnisse	Basic knowledge in: * mathematics (linear algebra and ordinary differential equations) * control systems (transfer functions and state space representation) * mechanics (rigid-body kinetics) * flight mechanics		
Modulziele/ angestrebte Lernergebnisse	Nach erfolgreicher Teilnahme haben die Studierenden die folgenden Lernergebnisse erreicht		
Fachkompetenz	<i>Wissen</i> Students are able to: * describe and understand flight dynamics models for control tasks * assess handling qualities and understand the need for augmentation through control systems * identify fundamental performance limitations of control laws <i>Fertigkeiten</i> Students are able to: * design model-based control laws for stability augmentation * design model-based flight control laws * assess robustness and performance of control laws		
Personale Kompetenzen	<i>Sozialkompetenz</i> Students are able to: * design control laws in groups as well as discuss the requirements and results <i>Selbstständigkeit</i> Students are able to: * reflect on the contents of lectures and extend their knowledge through literature research * solve control design tasks with software tools		
Arbeitsaufwand in Stunden	Eigenstudium 124, Präsenzstudium 56		
Leistungspunkte	6		
Studienleistung	Verpflichtend	Bonus	Art der Studienleistung Beschreibung
	Ja	Keiner	Testate Die in der Vorlesung vermittelten Kenntnisse werden in einem semesterbegleitenden Projekt direkt auf das Modell eines Passagierflugzeugs angewendet.
Prüfung	Klausur		
Prüfungsdauer und -umfang	60 min		
Zuordnung zu folgenden Curricula	Flugzeug-Systemtechnik: Kernqualifikation: Wahlpflicht Mechatronics: Vertiefung Systementwurf: Wahlpflicht Mechatronics: Technischer Ergänzungskurs: Wahlpflicht Theoretischer Maschinenbau: Vertiefung Flugzeug-Systemtechnik: Wahlpflicht Theoretischer Maschinenbau: Vertiefung Flugzeug-Systemtechnik: Wahlpflicht		

Lehrveranstaltung L2448: Flight Control Law Design and Application	
Typ	Vorlesung
SWS	2
LP	4
Arbeitsaufwand in Stunden	Eigenstudium 92, Präsenzstudium 28
Dozenten	Prof. Frank Thielecke, Dr. Julian Theis
Sprachen	EN
Zeitraum	SoSe
Inhalt	<ul style="list-style-type: none"> * flight dynamics (equations of motion, trim and linearization, linear models of longitudinal and lateral-directional motion, eigenforms) * stability augmentation (modal dynamics, damper design with root-loci, pole placement and eigenstructure assignment) * primary flight control laws and autopilots * design of flight control laws (loopshaping design, robustness criteria and analysis, cascaded control loops, gain-scheduling) * verification of flight control laws in simulation
Literatur	<p>J. Theis: Lecture Notes Flight Control Law Design</p> <p>D. Schmidt: Modern Flight Dynamics</p> <p>B. Stevens, F. Lewis: Aircraft Control and Simulation</p> <p>D. McGruer, D. Graham, I. Ashkenas: Aircraft Dynamics and Automatic Control</p> <p>SAE Aerospace Standard 94900 - Flight Control Systems</p> <p>The MathWorks: Control Systems Design Toolbox User Guide</p>

Lehrveranstaltung L2449: Flight Control Law Design and Application	
Typ	Projekt-/problembasierte Lehrveranstaltung
SWS	2
LP	2
Arbeitsaufwand in Stunden	Eigenstudium 32, Präsenzstudium 28
Dozenten	Prof. Frank Thielecke, Dr. Julian Theis
Sprachen	EN
Zeitraum	SoSe
Inhalt	Siehe korrespondierende Vorlesung
Literatur	Siehe korrespondierende Vorlesung

Fachmodule der Vertiefung Maritime Technik

Im Mittelpunkt der Vertiefung Maritime Technik steht das Erwerben von Wissen und Kompetenzen zum Entwickeln, Berechnen und Bewerten von schiffs- und meerestechnischen Konstruktionen und deren Komponenten. Dieses erfolgt in Modulen zu den Themen Schiffsmotorenanlagen, Schiffshilfsanlagen, Schiffsvibrationen, Maritime Technik und meerestechnische Systeme, Hafenbau und Hafenplanung, Hafenlogistik, Maritimer Transport sowie Marine Geotechnik und Numerik im Wahlpflichtbereich. Zusätzlich sind Fächer aus dem Technischen Ergänzungskurs für TMBMS (laut FSPO) frei wählbar.

Modul M1157: Schiffshilfsanlagen			
Lehrveranstaltungen			
Titel	Typ	SWS	LP
Elektrische Anlagen auf Schiffen (L1531)	Vorlesung	2	2
Elektrische Anlagen auf Schiffen (L1532)	Hörsaalübung	1	1
Hilfsanlagen auf Schiffen (L1249)	Vorlesung	2	2
Hilfsanlagen auf Schiffen (L1250)	Hörsaalübung	1	1
Modulverantwortlicher	Prof. Christopher Friedrich Wirz		
Zulassungsvoraussetzungen	Keine		
Empfohlene Vorkenntnisse			
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"> • das Betriebsverhalten der Verbraucher nennen, • spezielle Anforderungen an die Auslegung von Versorgungsnetzen und an die elektrischen Betriebsmittel in Inselnetzen, z. B. an Bord von Schiffen, von Offshore-Geräten, Fabrikanlagen und Notstrom-Versorgungseinrichtungen beschreiben, • Energieerzeugung und Verteilung in Inselnetzen, Wellengeneratoranlagen auf Schiffen erläutern, • Anforderungen an Netzschutz, Selektivität und Betriebsüberwachung benennen, • die Vorschriftensituation bezüglich Schiffsausrüstung benennen und auf die Produktentwicklung anwenden, sowie • Betriebsprozeduren von Ausrüstungskomponenten von Standard- und Spezialschiffen beschreiben, und daraus Anforderungen für die Produktentwicklung ableiten. 		
<i>Fertigkeiten</i>	Die Studierenden sind in der Lage, <ul style="list-style-type: none"> • Kurzschlussstrom, Schaltgeräte und Schaltanlagen zu berechnen, • Elektrische Propulsionsantriebe für Schiffe auszulegen, • zusätzliche (zur Antriebsanlage) maschinenbauliche Komponenten auszulegen, sowie • Grundlagen der Hydraulik anzuwenden und damit hydraulische Systeme zu entwickeln. 		
Personale Kompetenzen			
<i>Sozialkompetenz</i>	Die Studierenden sind in der Lage, im Beruf sowohl im Bereich des Schiffsentwurfes als auch im Bereich der Zulieferindustrie im kollegialen Umfeld effizient fachlich zusammenzuarbeiten.		
<i>Selbstständigkeit</i>	Durch den umfassenden Überblick über die Konstruktion und die Anwendung können die Studierenden sicher, selbstständig und selbstbewusst Situationen bei Einsatz und Problemen bewerten und bearbeiten.		
Arbeitsaufwand in Stunden	Eigenstudium 96, Präsenzstudium 84		
Leistungspunkte	6		
Studienleistung	Keine		
Prüfung	Mündliche Prüfung		
Prüfungsdauer und -umfang	20 min		
Zuordnung zu folgenden Curricula	Schiffbau und Meerestechnik: Kernqualifikation: Wahlpflicht Theoretischer Maschinenbau: Vertiefung Maritime Technik: Wahlpflicht		

Lehrveranstaltung L1531: Elektrische Anlagen auf Schiffen	
Typ	Vorlesung
SWS	2
LP	2
Arbeitsaufwand in Stunden	Eigenstudium 32, Präsenzstudium 28
Dozenten	Prof. Günter Ackermann
Sprachen	DE
Zeitraum	WiSe
Inhalt	<ul style="list-style-type: none"> • Betriebsverhalten der Verbraucher • Spezielle Anforderungen an die Auslegung von Versorgungsnetzen und an die elektrischen Betriebsmittel in Inselnetzen, z. B. an Bord von Schiffen, von Offshore-Geräten, Fabrikanlagen und Notstrom-Versorgungseinrichtungen • Energieerzeugung und Verteilung in Inselnetzen, Wellengeneratoranlagen auf Schiffen • Kurzschlussstrom-Berechnung, Schaltgeräte und Schaltanlagen • Netzschutz, Selektivität und Betriebsüberwachung • Elektrische Propulsionsantriebe für Schiffe
Literatur	H. Meier-Peter, F. Bernhardt u. a.: Handbuch der Schiffsbetriebstechnik, Seehafen Verlag (engl. Version: "Compendium Marine Engineering") Gleß, Thamm: Schiffselektrotechnik, VEB Verlag Technik Berlin

Lehrveranstaltung L1532: Elektrische Anlagen auf Schiffen	
Typ	Hörsaalübung
SWS	1
LP	1
Arbeitsaufwand in Stunden	Eigenstudium 16, Präsenzstudium 14
Dozenten	Prof. Günter Ackermann
Sprachen	DE
Zeitraum	WiSe
Inhalt	Siehe korrespondierende Vorlesung
Literatur	Siehe korrespondierende Vorlesung

Lehrveranstaltung L1249: Hilfsanlagen auf Schiffen	
Typ	Vorlesung
SWS	2
LP	2
Arbeitsaufwand in Stunden	Eigenstudium 32, Präsenzstudium 28
Dozenten	Prof. Christopher Friedrich Wirz
Sprachen	DE
Zeitraum	SoSe
Inhalt	<ul style="list-style-type: none"> • Vorschriften zur Schiffsausrüstung • Ausrüstungsanlagen auf Standard-Schiffen • Ausrüstungsanlagen auf Spezial-Schiffen • Grundlagen und Systemtechnik der Hydraulik • Auslegung und Betrieb von Ausrüstungsanlagen
Literatur	<ul style="list-style-type: none"> • H. Meyer-Peter, F. Bernhardt: Handbuch der Schiffsbetriebstechnik • H. Watter: Hydraulik und Pneumatik

Lehrveranstaltung L1250: Hilfsanlagen auf Schiffen	
Typ	Hörsaalübung
SWS	1
LP	1
Arbeitsaufwand in Stunden	Eigenstudium 16, Präsenzstudium 14
Dozenten	Prof. Christopher Friedrich Wirz
Sprachen	DE
Zeitraum	SoSe
Inhalt	Siehe korrespondierende Vorlesung
Literatur	Siehe korrespondierende Vorlesung

Modul M1177: Maritime Technik und meeres technische Systeme			
Lehrveranstaltungen			
Titel	Typ	SWS	LP
Analyse meeres technischer Systeme (L0068)	Vorlesung	2	2
Analyse meeres technischer Systeme (L0069)	Gruppenübung	1	1
Einführung in die Maritime Technik (L0070)	Vorlesung	2	2
Einführung in die Maritime Technik (L1614)	Gruppenübung	1	1
Modulverantwortlicher	Prof. Moustafa Abdel-Maksoud		
Zulassungsvoraussetzungen	Keine		
Empfohlene Vorkenntnisse	Solide Kenntnisse und Fähigkeiten im Bereich Mechanik und Strömungsmechanik sowie mathematische Grundlagen aus Analysis (Reihen, periodische Funktionen, Stetigkeit, Differenzierbarkeit, Integration, gewöhnliche und partielle Differentialgleichung, Anfangswerte, Randwert-, und Eigenwert-Probleme).		
Modulziele/ angestrebte Lernergebnisse	Nach erfolgreicher Teilnahme haben die Studierenden die folgenden Lernergebnisse erreicht		
Fachkompetenz	<p><i>Wissen</i> Nach dem erfolgreichen Absolvieren dieses Moduls sollten die Studierenden einen Überblick über Phänomene und Methoden der Meerestechnik und Fähigkeit zu Anwendung und Transfer der Methoden auf neuartige Fragestellungen erworben haben.</p> <p>Im Einzelnen sollten die Studierenden:</p> <ul style="list-style-type: none"> • die verschiedenen Aspekte und Themenfelder der Maritimen Technik einordnen können, • bestehende Methoden auf Fragestellungen der Maritimen Technik anwenden können, • Grenzen des bestehenden Wissens und zukünftige Entwicklungen diskutieren können, • Techniken zur Analyse meeres technischer Systeme, • Modellierung und Auswertung von dynamischen Systemen, • Systemorientiertes Denken, Zerlegen von komplexen Systemen. 		
<i>Fertigkeiten</i>	Die Studierenden erlernen die Fähigkeit zu Anwendung und Transfer bestehender Methoden und Techniken auf neuartige Fragestellungen der Maritimen Technik. Es sollen darüber hinaus die Grenzen des bestehenden Wissens und zukünftige Entwicklungen diskutiert werden können.		
Personale Kompetenzen	<p><i>Sozialkompetenz</i> Die Bearbeitung einer Übung in einer Gruppe bis zu vier Studierenden soll die Kommunikationsfähigkeit und die Teamfähigkeit stärken und damit eine wichtige Arbeitstechnik des späteren Arbeitsalltags trainieren. Die Zusammenarbeit ist bei einer gemeinschaftlichen Präsentation der Ergebnisse zu verdeutlichen.</p> <p><i>Selbstständigkeit</i> Die Kursinhalte werden in einer Übungsarbeit in der Gruppe vertieft und in einer Abschlussklausur einzeln abgeprüft, bei der eine selbstständige Reflektion des Erlernten ohne Hilfsmittel erwartet wird.</p>		
Arbeitsaufwand in Stunden	Eigenstudium 96, Präsenzstudium 84		
Leistungspunkte	6		
Studienleistung	Keine		
Prüfung	Klausur		
Prüfungsdauer und -umfang	180 min		
Zuordnung zu folgenden Curricula	Schiffbau und Meerestechnik: Kernqualifikation: Pflicht Theoretischer Maschinenbau: Vertiefung Maritime Technik: Wahlpflicht		

Lehrveranstaltung L0068: Analyse meeres technischer Systeme	
Typ	Vorlesung
SWS	2
LP	2
Arbeitsaufwand in Stunden	Eigenstudium 32, Präsenzstudium 28
Dozenten	Prof. Moustafa Abdel-Maksoud, Dr. Alexander Mitzlaff
Sprachen	DE
Zeitraum	SoSe
Inhalt	<ol style="list-style-type: none"> 1. Hydrostatische Analyse <ul style="list-style-type: none"> ◦ Auftrieb ◦ Schwimmfähigkeit und Stabilität 2. Hydrodynamische Analyse <ul style="list-style-type: none"> ◦ Froude-Krylov-Kraft ◦ Morison-Gleichung ◦ Radiation und Diffraction ◦ transparente/kompakte Strukturen 3. Bewertung meeres technischer Konstruktionen: Verlässlichkeitstechniken (Sicherheit, Zuverlässigkeit, Verfügbarkeit) <ul style="list-style-type: none"> ◦ Kurzzeitbewertung ◦ Langzeitbewertung: Extremereignisse
Literatur	<ul style="list-style-type: none"> • G. Clauss, E. Lehmann, C. Östergaard. Offshore Structures Volume I: Conceptual Design and Hydrodynamics. Springer Verlag Berlin, 1992 • E. V. Lewis (Editor), Principles of Naval Architecture ,SNAME, 1988 • Journal of Offshore Mechanics and Arctic Engineering • Proceedings of International Conference on Offshore Mechanics and Arctic Engineering • S. Chakrabarti (Ed.), Handbook of Offshore Engineering, Volumes 1-2, Elsevier, 2005 • S. K. Chakrabarti, Hydrodynamics of Offshore Structures , WIT Press, 2001

Lehrveranstaltung L0069: Analyse meeres technischer Systeme	
Typ	Gruppenübung
SWS	1
LP	1
Arbeitsaufwand in Stunden	Eigenstudium 16, Präsenzstudium 14
Dozenten	Prof. Moustafa Abdel-Maksoud, Dr. Alexander Mitzlaff
Sprachen	DE
Zeitraum	SoSe
Inhalt	Siehe korrespondierende Vorlesung
Literatur	Siehe korrespondierende Vorlesung

Lehrveranstaltung L0070: Einführung in die Maritime Technik	
Typ	Vorlesung
SWS	2
LP	2
Arbeitsaufwand in Stunden	Eigenstudium 32, Präsenzstudium 28
Dozenten	Dr. Walter Kuehnlein, Dr. Sven Hoog
Sprachen	DE
Zeitraum	WiSe
Inhalt	<p>1. Einführung</p> <ul style="list-style-type: none"> • Maritime Technik und marine Wissenschaften • Potenziale der See • Industriestrukturen <p>2. Küste und Meer: Umweltbedingungen</p> <ul style="list-style-type: none"> • Physikalische und chemische Eigenschaften von Meerwasser und Meereis • Strömungen, Seegang, Wind, Eisdynamik • Biosphäre <p>3. Antwortverhalten technischer Strukturen</p> <p>4. Maritime Systeme und Technologien</p> <ul style="list-style-type: none"> • Konstruktion und Installation von Offshore-Strukturen • Geophysikalische und geotechnische Aspekte • Verankerte und schwimmende Strukturen • Verankerungen, Riser, Pipelines
Literatur	<ul style="list-style-type: none"> • Chakrabarti, S., Handbook of Offshore Engineering, vol. I/II, Elsevier 2005. • Gerwick, B.C., Construction of Marine and Offshore Structures, CRC-Press 1999. • Wagner, P., Meerestechnik, Ernst&Sohn 1990. • Clauss, G., Meerestechnische Konstruktionen, Springer 1988. • Knauss, J.A., Introduction to Physical Oceanography, Waveland 2005. • Wright, J. et al., Waves, Tides and Shallow-Water Processes, Butterworth 2006. • Faltinsen, O.M., Sea Loads on Ships and Offshore Structures, Cambridge 1999.

Lehrveranstaltung L1614: Einführung in die Maritime Technik	
Typ	Gruppenübung
SWS	1
LP	1
Arbeitsaufwand in Stunden	Eigenstudium 16, Präsenzstudium 14
Dozenten	Dr. Walter Kuehnlein
Sprachen	DE
Zeitraum	WiSe
Inhalt	Siehe korrespondierende Vorlesung
Literatur	Siehe korrespondierende Vorlesung

Modul M1240: Fatigue Strength of Ships and Offshore Structures				
Lehrveranstaltungen				
Titel		Typ	SWS	LP
Betriebsfestigkeit von Schiffen und meerestechnischen Konstruktionen (L1521)		Vorlesung	2	3
Betriebsfestigkeit von Schiffen und meerestechnischen Konstruktionen (L1522)		Gruppenübung	2	3
Modulverantwortlicher	Prof. Sören Ehlers			
Zulassungsvoraussetzungen	None			
Empfohlene Vorkenntnisse	Structural analysis of ships and/or offshore structures and fundamental knowledge in mechanics and mechanics of materials			
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"> describe fatigue loads and stresses, as well as describe structural behaviour under cyclic loads. 			
<i>Fertigkeiten</i>	Students are able to calculate life prediction based on the S-N approach as well as life prediction based on the crack propagation.			
Personale Kompetenzen				
<i>Sozialkompetenz</i>	The students are able to communicate and cooperate in a professional environment in the shipbuilding and component supply industry.			
<i>Selbstständigkeit</i>	The widespread scope of gained knowledge enables the students to handle situations in their future profession independently and confidently.			
Arbeitsaufwand in Stunden	Eigenstudium 124, Präsenzstudium 56			
Leistungspunkte	6			
Studienleistung	Keine			
Prüfung	Mündliche Prüfung			
Prüfungsdauer und -umfang	30 min			
Zuordnung zu folgenden Curricula	Schiffbau und Meerestechnik: Kernqualifikation: Wahlpflicht Ship and Offshore Technology: Kernqualifikation: Wahlpflicht Theoretischer Maschinenbau: Vertiefung Maritime Technik: Wahlpflicht			

Lehrveranstaltung L1521: Fatigue Strength of Ships and Offshore Structures	
Typ	Vorlesung
SWS	2
LP	3
Arbeitsaufwand in Stunden	Eigenstudium 62, Präsenzstudium 28
Dozenten	Prof. Wolfgang Fricke
Sprachen	EN
Zeitraum	WiSe
Inhalt	1.) Introduction 2.) Fatigue loads and stresses 3.) Structural behaviour under cyclic loads - Structural behaviour under constant amplitude loading - Influence factors on fatigue strength - Material behaviour under constant amplitude loading - Special aspects of welded joints - Structural behaviour under variable amplitude loading 4.) Life prediction based on the S-N approach - Damage accumulation hypotheses - nominal stress approach - structural stress approach - notch stress approach - notch strain approach - numerical analyses 5.) Life prediction based on the crack propagation - basic relationships in fracture mechanics - description of crack propagation - numerical analysis - safety against unstable fracture
Literatur	Siehe Vorlesungsskript

Lehrveranstaltung L1522: Fatigue Strength of Ships and Offshore Structures	
Typ	Gruppenübung
SWS	2
LP	3
Arbeitsaufwand in Stunden	Eigenstudium 62, Präsenzstudium 28
Dozenten	Prof. Wolfgang Fricke
Sprachen	EN
Zeitraum	WiSe
Inhalt	Siehe korrespondierende Vorlesung
Literatur	Siehe korrespondierende Vorlesung

Modul M0663: Marine Geotechnik			
Lehrveranstaltungen			
Titel		Typ	SWS LP
Marine Geotechnik (L0548)		Vorlesung	1 2
Marine Geotechnik (L0549)		Hörsaalübung	2 2
Stahlkonstruktionen im Grund- und Wasserbau (L1146)		Vorlesung	2 2
Modulverantwortlicher	Prof. Jürgen Grabe		
Zulassungsvoraussetzungen	Keine		
Empfohlene Vorkenntnisse	Gesamte Module: Geotechnik I-III, Mathematik I-III Einzelne Lehrveranstaltungen: Bodenmechanisches Praktikum		
Modulziele/ angestrebte Lernergebnisse	Nach erfolgreicher Teilnahme haben die Studierenden die folgenden Lernergebnisse erreicht		
Fachkompetenz	Die Studierenden sind in der Lage, Marine Gründungsstrukturen und Aspekte des Hafenausbaus zu erklären. Sie können im Einzelnen		
<i>Wissen</i>	<ul style="list-style-type: none"> • die Geologie und Morphodynamik des Meeresgrundes und der Küsten erläutern, • die Funktionsweise von Fangedämmen sowie die Besonderheit von Gründungen unter Wasser wie beispielsweise von Leuchttürmen erklären, • spezielle Kenntnisse zu technische, planerische und ökonomische Aspekte des Hafenausbaus darstellen und diskutieren, • Kontinuumsmodelle und die sich daraus ergebenden Randwertprobleme schildern • sowie Randwertprobleme aus dem Bereich Geotechnik so definieren, dass sie eindeutig lösbar sind. 		
<i>Fertigkeiten</i>	Die Studierenden können für technische Fragestellungen im Hafenausbau und für Offshore-Bauwerke lösungsorientiert Analysen und Planungen durchführen. Sie sind hierfür in der Lage,		
	<ul style="list-style-type: none"> • die Belastungen auf marine Bauwerke, z. B. aus Strömungskräften, Wellen oder Eis zu kalkulieren, • Deiche, Hochwasserschutzwänden , Schwimm- und Senkkästen, spezielle Offshore-Gründungen sowie Kaianlagen zu entwerfen und nachzuweisen, • Maßnahmen zur Bodenverbesserung zu dimensionieren, • die Grundlagen der klassischen Kontinuumsmechanik für Einphasenstoffe auf trockene und wassergesättigte Korngerüste unter dränierten Bedingungen anzuwenden, • numerische Algorithmen zur Lösung von Randwertproblemen rechnerisch umzusetzen, • die vom Sättigungsgrad, der Einwirkung und des Stoffverhaltens abhängenden Analysetypen auszuwählen und anzuwenden • für unterschiedliche Möglichkeiten und Einschränkungen von Stoffmodellen für das Korngerüst von Böden entsprechende Modellparameter zu bestimmen. 		
Personale Kompetenzen			
<i>Sozialkompetenz</i>	--		
<i>Selbstständigkeit</i>	--		
Arbeitsaufwand in Stunden	Eigenstudium 110, Präsenzstudium 70		
Leistungspunkte	6		
Studienleistung	Keine		
Prüfung	Klausur		
Prüfungsdauer und -umfang	90 min		
Zuordnung zu folgenden Curricula	Bauingenieurwesen: Vertiefung Tiefbau: Pflicht Bauingenieurwesen: Vertiefung Tragwerke: Wahlpflicht Bauingenieurwesen: Vertiefung Hafenausbau und Küstenschutz: Pflicht Theoretischer Maschinenbau: Vertiefung Maritime Technik: Wahlpflicht Wasser- und Umweltingenieurwesen: Vertiefung Stadt: Wahlpflicht Wasser- und Umweltingenieurwesen: Vertiefung Umwelt: Wahlpflicht Wasser- und Umweltingenieurwesen: Vertiefung Wasser: Wahlpflicht		

Lehrveranstaltung L0548: Marine Geotechnik	
Typ	Vorlesung
SWS	1
LP	2
Arbeitsaufwand in Stunden	Eigenstudium 46, Präsenzstudium 14
Dozenten	Prof. Jürgen Grabe
Sprachen	DE
Zeitraum	SoSe
Inhalt	<ul style="list-style-type: none"> • Geotechnische Erkundung und Beschreibung des Meeresbodens • Gründung von Offshore-Konstruktionen • Klifferosion • Seedeiche • Hafengebäuden • Hochwasserschutzbauwerke
Literatur	<ul style="list-style-type: none"> • EAK (2002): Empfehlungen für Küstenschutzbauwerke • EAU (2004): Empfehlungen des Arbeitsausschusses Uferbauwerke • Poulos H.G. (1988): Marine Geotechnics. Unwin Hyman, London • Wagner P. (1990): Meerestechnik: Eine Einführung für Bauingenieure. Ernst & Sohn, Berlin

Lehrveranstaltung L0549: Marine Geotechnik	
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 L1146: Stahlkonstruktionen im Grund- und Wasserbau	
Typ	Vorlesung
SWS	2
LP	2
Arbeitsaufwand in Stunden	Eigenstudium 32, Präsenzstudium 28
Dozenten	Frank Feindt
Sprachen	DE
Zeitraum	SoSe
Inhalt	Bemessung einer Wellenwand, Bemessung einer kombinierten Spundwand, Pfähle, Gurtung, Anschlüsse, Ermüdung
Literatur	EAU 2012, EA-Pfähle, EAB

Modul M1132: Maritimer Transport			
Lehrveranstaltungen			
Titel		Typ	SWS LP
Maritimer Transport (L0063)		Vorlesung	2 3
Maritimer Transport (L0064)		Gruppenübung	2 3
Modulverantwortlicher	Prof. Carlos Jahn		
Zulassungsvoraussetzungen	Keine		
Empfohlene Vorkenntnisse			
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 an der maritimen Transportkette beteiligten Akteure hinsichtlich ihrer typischen Aufgaben darstellen; • in der Schifffahrt gängige Ladungsarten benennen sowie die zu den Ladungsarten entsprechenden Güter einordnen; • Betriebsformen in der Seeschifffahrt, die Transportoptionen und das Management in Transportnetzwerken erläutern; • Vor- und Nachteile der verschiedenen Verkehrsträger im Hinterland abwägen und auf die Praxis übertragen; • für Standortplanung von Häfen und Seehafenterminals relevante Faktoren wiedergeben und problemorientiert diskutieren; • Potentiale der Digitalisierung in der Seeschifffahrt abschätzen. 		
<i>Fertigkeiten</i>	Die Studierenden sind in der Lage... <ul style="list-style-type: none"> • Transportart, Akteure und Funktionen der Akteure in der maritimen Lieferkette zu bestimmen; • mögliche Kostentreiber in einer Transportkette zu identifizieren und entsprechende Vorschläge zur Kostenreduktion zu empfehlen; • Material- und Informationsflüsse einer maritimen Logistikkette zu erfassen, abzubilden und systematisch zu analysieren, mögliche Probleme zu identifizieren und Lösungsvorschläge zu empfehlen; • Risikoabschätzungen von menschlichen Störungen auf die Supply Chain durchzuführen; • Unfälle im Bereich der Maritimen Logistik analysieren und hinsichtlich ihrer Relevanz im Alltag zu bewerten; • mit aktuellen Forschungsthemen im Bereich der maritimen Logistik differenziert umzugehen; • verschiedene Prozessmodellierungsmethoden in einem bisher unbekanntem Betätigungsfeld anzuwenden und die jeweiligen Vorteile herauszuarbeiten. 		
Personale Kompetenzen	Die Studierenden können...		
<i>Sozialkompetenz</i>	<ul style="list-style-type: none"> • in Kleingruppen umfangreiche Aufgabenpakete diskutieren und organisieren; • in Kleingruppen Arbeitsergebnisse dokumentieren und präsentieren. 		
<i>Selbstständigkeit</i>	Studierende sind fähig... <ul style="list-style-type: none"> • Fachliteratur, darunter auch Normen und Richtlinien, zu recherchieren und auszuwählen; • eigene Anteile an einer umfangreichen schriftlichen Ausarbeitung in Kleingruppen fristgerecht einzureichen. 		
Arbeitsaufwand in Stunden	Eigenstudium 124, Präsenzstudium 56		
Leistungspunkte	6		
Studienleistung	Verpflichtend	Bonus	Art der Studienleistung Beschreibung
	Nein	15 %	Fachtheoretisch-fachpraktische Studienleistung Teilnahme an einem Planspiel und anschließende schriftliche Ausarbeitung
Prüfung	Klausur		
Prüfungsdauer und -umfang	120 Minuten		
Zuordnung zu folgenden Curricula	Bauingenieurwesen: Vertiefung Hafenbau und Küstenschutz: Wahlpflicht Internationales Wirtschaftsingenieurwesen: Vertiefung II. Logistik: Wahlpflicht Logistik, Infrastruktur und Mobilität: Vertiefung Produktion und Logistik: Wahlpflicht Logistik, Infrastruktur und Mobilität: Vertiefung Infrastruktur und Mobilität: Wahlpflicht Regenerative Energien: Vertiefung Windenergiesysteme: Wahlpflicht Theoretischer Maschinenbau: Vertiefung Maritime Technik: Wahlpflicht		

Lehrveranstaltung L0063: Maritimer Transport	
Typ	Vorlesung
SWS	2
LP	3
Arbeitsaufwand in Stunden	Eigenstudium 62, Präsenzstudium 28
Dozenten	Prof. Carlos Jahn
Sprachen	DE
Zeitraum	SoSe
Inhalt	<p>Zu den generellen Aufgaben der maritimen Logistik zählen die Planung, Gestaltung, Durchführung und Steuerung von Material- und Informationsflüssen in der Logistikkette Schiff - Hafen - Hinterland. Eingeschlossen sind die Technologiebewertung, -auswahl, -dimensionierung und -einführung sowie der Betrieb von Technologien.</p> <p>Ziel der Lehrveranstaltung ist es, den Studierenden Kenntnisse des maritimen Transports und der an der maritimen Transportkette beteiligten Akteure zu vermitteln. Hierbei wird, unter Beachtung der wirtschaftlichen Entwicklung, auf typische Problemfelder und Aufgaben eingegangen. Somit sind sowohl klassische Probleme als auch aktuelle Entwicklungen und Trends im Bereich der Maritimen Logistik berücksichtigt.</p> <p>In der Vorlesung werden die Bestandteile der maritimen Logistikkette und die beteiligten Akteure beleuchtet sowie Risikoabschätzungen von menschlichen Störungen auf die Supply Chain erarbeitet. Darüber hinaus lernen Studierende die Potentiale der Digitalisierung in der Seeschifffahrt, insbesondere im Hinblick auf das Monitoring von Schiffen, abzuschätzen. Ein weiterer Inhalt der Vorlesung sind die verschiedenen Verkehrsträger im Hinterland, welche Studierende nach Abschluss der Lehrveranstaltung hinsichtlich ihrer Vor- und Nachteile bewerten können.</p>
Literatur	<ul style="list-style-type: none"> • Brinkmann, Birgitt. Seehäfen: Planung und Entwurf. Berlin Heidelberg: Springer-Verlag, 2005. • Schönknecht, Axel. Maritime Containerlogistik: Leistungsvergleich von Containerschiffen in intermodalen Transportketten. Berlin Heidelberg: Springer-Verlag, 2009. • Stopford, Martin. Maritime Economics Routledge, 2009

Lehrveranstaltung L0064: Maritimer Transport	
Typ	Gruppenübung
SWS	2
LP	3
Arbeitsaufwand in Stunden	Eigenstudium 62, Präsenzstudium 28
Dozenten	Prof. Carlos Jahn
Sprachen	DE
Zeitraum	SoSe
Inhalt	<p>Bei der Gruppenübung im Modul "Maritimer Transport" werden den Studierenden durch das haptische Planspiel MARITIME grundlegende Kenntnisse über Akteure und Prozesse in maritimen Transportketten vermittelt. Weiterhin ermöglicht das Planspiel und die darauf aufbauende Gruppenarbeit das selbständige Erlernen verschiedener Prozessmodellierungstechniken und fördert die Kompetenzen der Studierenden im Bereich der Präsentation, Moderation und Diskussion.</p>
Literatur	<ul style="list-style-type: none"> • Stopford, Martin. Maritime Economics Routledge, 2009 • Brinkmann, Birgitt. Seehäfen: Planung und Entwurf. Berlin Heidelberg: Springer-Verlag, 2005. • Schönknecht, Axel. Maritime Containerlogistik: Leistungsvergleich von Containerschiffen in intermodalen Transportketten. Berlin Heidelberg: Springer-Verlag, 2009.

Modul M1133: Hafenlogistik			
Lehrveranstaltungen			
Titel		Typ	SWS
Hafenlogistik (L0686)		Vorlesung	2
Hafenlogistik (L1473)		Gruppenübung	3
Modulverantwortlicher	Prof. Carlos Jahn		
Zulassungsvoraussetzungen	Keine		
Empfohlene Vorkenntnisse	keine		
Modulziele/ angestrebte Lernergebnisse	Nach erfolgreicher Teilnahme haben die Studierenden die folgenden Lernergebnisse erreicht		
Fachkompetenz	Die Studierenden können nach Abschluss des Moduls ...		
<i>Wissen</i>	<ul style="list-style-type: none"> die Entwicklung von Seehäfen (bezüglich der Funktionen der Häfen und der entsprechenden Terminals sowie der betreffenden Betreibermodellen) wiedergeben und diese in den historischen Kontext einordnen; unterschiedliche Typen von Seehafenterminals und ihre spezifischen Charakteristika (Ladung, Umschlagstechnologien, logistische Funktionsbereiche) erläutern und diese bewerten; gängige Planungsaufgaben (z. B. Liegeplatzplanung, Stauplanung, Yardplanung) auf Seehafenterminals analysieren sowie geeignete Ansätze (im Sinne von Methoden und Werkzeuge) zur Lösung dieser Planungsaufgaben erstellen; zukünftige Entwicklungen und Trends hinsichtlich Planung und Steuerung innovativer Seehafenterminals benennen und problemorientiert diskutieren 		
<i>Fertigkeiten</i>	Die Studierenden sind nach Abschluss des Moduls in der Lage... <ul style="list-style-type: none"> Funktionsbereiche in Häfen und in Seehafenterminals zu erkennen; für Containerterminals passende Betriebssysteme zu definieren und zu bewerten; statische Berechnungen hinsichtlich gegebener Randbedingungen wie z.B. erforderliche Kapazität (Stellplätze, Gerätebedarf, Kaimauerlänge, Hafenzufahrt) auf ausgewählten Terminaltypen durchzuführen; zuverlässig einzuschätzen, welche Randbedingungen bei der statischen Planung von ausgewählten Terminaltypen in welchem Ausmaß gängige Logistikkennzahlen beeinflussen. 		
Personale Kompetenzen	Die Studierenden können nach Abschluss des Moduls...		
<i>Sozialkompetenz</i>	<ul style="list-style-type: none"> das erworbene Wissen auf weitere Fragestellung der Hafenlogistik übertragen; in Kleingruppen umfangreiche Aufgabenpakete diskutieren und erfolgreich organisieren; in Kleingruppen Arbeitsergebnisse in verständlicher Form schriftlich dokumentieren und in angemessen Umfang präsentieren. 		
<i>Selbstständigkeit</i>	Die Studierenden sind nach Abschluss des Moduls fähig... <ul style="list-style-type: none"> Fachliteratur, darunter auch Normen, Richtlinien und Journal Papers, zu recherchieren, auszuwählen und sich die Inhalte eigenständig zu erarbeiten; eigene Anteile an einer umfangreichen schriftlichen Ausarbeitung in Kleingruppen fristgerecht einzureichen und innerhalb eines festen Zeitrahmens gemeinschaftlich zu präsentieren. 		
Arbeitsaufwand in Stunden	Eigenstudium 124, Präsenzstudium 56		
Leistungspunkte	6		
Studienleistung	Verpflichtend Bonus	Art der Studienleistung	Beschreibung
	Nein 15 %	Schriftliche Ausarbeitung	
Prüfung	Klausur		
Prüfungsdauer und -umfang	120 Minuten		
Zuordnung zu folgenden Curricula	Bauingenieurwesen: Vertiefung Hafenbau und Küstenschutz: Wahlpflicht Internationales Wirtschaftsingenieurwesen: Vertiefung II. Logistik: Wahlpflicht Logistik, Infrastruktur und Mobilität: Vertiefung Produktion und Logistik: Wahlpflicht Logistik, Infrastruktur und Mobilität: Vertiefung Infrastruktur und Mobilität: Wahlpflicht Regenerative Energien: Vertiefung Windenergiesysteme: Wahlpflicht Schiffbau und Meerestechnik: Kernqualifikation: Wahlpflicht Theoretischer Maschinenbau: Vertiefung Maritime Technik: Wahlpflicht		

Lehrveranstaltung L0686: Hafenlogistik	
Typ	Vorlesung
SWS	2
LP	3
Arbeitsaufwand in Stunden	Eigenstudium 62, Präsenzstudium 28
Dozenten	Prof. Carlos Jahn
Sprachen	DE
Zeitraum	SoSe
Inhalt	<p>Hafenlogistik beschäftigt sich mit der Planung, Steuerung, Durchführung und Kontrolle von Materialflüssen und den dazugehörigen Informationsflüssen im System Hafen und seinen Schnittstellen zu zahlreichen Akteuren innerhalb und außerhalb des Hafengeländes.</p> <p>Die außerordentliche Rolle des Seeverkehrs für den internationalen Handel erfordert sehr leistungsfähige Häfen. Diese müssen zahlreichen Anforderungen in Punkten Wirtschaftlichkeit, Geschwindigkeit, Sicherheit und Umwelt genügen. Vor diesem Hintergrund beschäftigt sich die Vorlesung Hafentlogistik mit der Planung, Steuerung, Durchführung und Kontrolle von Materialflüssen und den dazugehörigen Informationsflüssen im System Hafen und seinen Schnittstellen zu zahlreichen Akteuren innerhalb und außerhalb des Hafengeländes. Die Veranstaltung Hafentlogistik zielt darauf ab, Verständnis über Strukturen und Prozesse in Häfen zu vermitteln. Schwerpunktmäßig werden unterschiedliche Typen von Terminals, ihre charakteristischen Layouts und das eingesetzte technische Equipment und die voranschreitende Digitalisierung sowie das Zusammenspiel der beteiligten Akteure thematisiert.</p> <p>Außerdem werden regelmäßig renommierte Gastredner aus der Wissenschaft und Praxis eingeladen, um einige vorlesungsrelevante Themen aus alternativen Blickwinkeln zu beleuchten.</p> <p>Folgende Inhalte werden in der Veranstaltung vermittelt:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Vermittlung von Strukturen und Prozessen im Hafen • Planung, Steuerung, Durchführung und Kontrolle von Material- und Informationsflüssen im Hafen • Grundlagen unterschiedlicher Terminals, charakteristischer Layouts und des eingesetzten technischen Equipments • Bearbeitung von aktuellen Fragenstellungen der Hafentlogistik
Literatur	<ul style="list-style-type: none"> • Alderton, Patrick (2013). Port Management and Operations. • Biebig, Peter and Althof, Wolfgang and Wagener, Norbert (2017). Seeverkehrswirtschaft: Kompendium. • Brinkmann, Birgitt. Seehäfen: Planung und Entwurf. Berlin Heidelberg: Springer-Verlag, 2005. • Büter, Clemens (2013). Außenhandel: Grundlagen internationaler Handelsbeziehungen. • Gleissner, Harald and Femerling, J. Christian (2012). Logistik: Grundlagen, Übungen, Fallbeispiele. • Jahn, Carlos; Saxe, Sebastian (Hg.). Digitalization of Seaports - Visions of the Future, Stuttgart: Fraunhofer Verlag, 2017. • Kummer, Sebastian (2019). Einführung in die Verkehrswirtschaft • Lun, Y.H.V. and Lai, K.-H. and Cheng, T.C.E. (2010). Shipping and Logistics Management. • Woitschützte, Claus-Peter (2013). Verkehrsgeografie.

Lehrveranstaltung L1473: Hafentlogistik	
Typ	Gruppenübung
SWS	2
LP	3
Arbeitsaufwand in Stunden	Eigenstudium 62, Präsenzstudium 28
Dozenten	Prof. Carlos Jahn
Sprachen	DE
Zeitraum	SoSe
Inhalt	<p>Inhalt der Übung ist die selbstständige Erstellung eines wissenschaftlichen Papers und einer dazugehörigen Präsentation zu einem aktuellen Thema der Hafentlogistik. Inhalt des Papers sind aktuelle Themen der Hafentlogistik, beispielsweise die zukünftigen Herausforderungen in Nachhaltigkeit und Produktivität von Häfen, die digitale Transformation von Terminals und Häfen oder die Einführung von neuen Regularien durch die International Maritime Organisation in Bezug auf das verifizierte Bruttogewicht von Containern. Aufgrund der internationalen Ausrichtung der Veranstaltung ist das Paper in englischer Sprache zu erstellen.</p>
Literatur	<ul style="list-style-type: none"> • Alderton, Patrick (2013). Port Management and Operations. • Biebig, Peter and Althof, Wolfgang and Wagener, Norbert (2017). Seeverkehrswirtschaft: Kompendium. • Brinkmann, Birgitt. Seehäfen: Planung und Entwurf. (2005) Berlin Heidelberg: Springer-Verlag. • Büter, Clemens (2013). Außenhandel: Grundlagen internationaler Handelsbeziehungen. • Gleissner, Harald and Femerling, J. Christian (2012). Logistik: Grundlagen, Übungen, Fallbeispiele. • Jahn, Carlos; Saxe, Sebastian (Hg.) (2017) Digitalization of Seaports - Visions of the Future, Stuttgart: Fraunhofer Verlag. • Kummer, Sebastian (2019). Einführung in die Verkehrswirtschaft • Lun, Y.H.V. and Lai, K.-H. and Cheng, T.C.E. (2010). Shipping and Logistics Management. • Woitschützte, Claus-Peter (2013). Verkehrsgeografie.

Modul M1021: Schiffsmotorenanlagen			
Lehrveranstaltungen			
Titel	Typ	SWS	LP
Schiffsmotorenanlagen (L0637)	Vorlesung	3	4
Schiffsmotorenanlagen (L0638)	Hörsaalübung	1	2
Modulverantwortlicher	Prof. Christopher Friedrich Wirz		
Zulassungsvoraussetzungen	Keine		
Empfohlene Vorkenntnisse			
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"> • unterschiedliche Bauarten Vier- / Zweitaktmotoren erläutern und ausgeführten Motoren zuordnen, • Vergleichsprozesse zuordnen, • Definitionen, Kenndaten aufzählen, sowie • Besonderheiten des Schwerölbetriebs, der Schmierung und der Kühlung wiedergeben. 		
<i>Fertigkeiten</i>	Die Studierenden können		
	<ul style="list-style-type: none"> • das Zusammenwirken von Schiff, Motor und Propeller bewerten, • Zusammenhänge zwischen Gaswechsel, Spülverfahren, Luftbedarf, Aufladung, Einspritzung und Verbrennung zur Auslegung von Anlagen nutzen, • Abwärmeverwertung, Anlasssysteme, Regelungen, Automatisierung, Fundamentierung auslegen sowie Maschinenräume gestalten, sowie • Bewertungsmethoden für motorerregte Geräusche und Schwingungen anwenden. 		
Personale Kompetenzen			
<i>Sozialkompetenz</i>	Die Studierenden sind in der Lage, im Beruf sowohl im Bereich des Schiffsentwurfes als auch im Bereich der Zulieferindustrie im kollegialen Umfeld effizient fachlich zusammenzuarbeiten.		
<i>Selbstständigkeit</i>	Durch den umfassenden Überblick über die Konstruktion und die Anwendung können die Studierenden sicher, selbstständig und selbstbewusst Situationen bei Einsatz und Problemen bewerten und bearbeiten.		
Arbeitsaufwand in Stunden	Eigenstudium 124, Präsenzstudium 56		
Leistungspunkte	6		
Studienleistung	Keine		
Prüfung	Mündliche Prüfung		
Prüfungsdauer und -umfang	20 min		
Zuordnung zu folgenden Curricula	Energietechnik: Vertiefung Energiesysteme: Wahlpflicht Energietechnik: Vertiefung Schiffsmaschinenbau: Pflicht Schiffbau und Meerestechnik: Kernqualifikation: Wahlpflicht Theoretischer Maschinenbau: Vertiefung Maritime Technik: Wahlpflicht		

Lehrveranstaltung L0637: Schiffsmotorenanlagen	
Typ	Vorlesung
SWS	3
LP	4
Arbeitsaufwand in Stunden	Eigenstudium 78, Präsenzstudium 42
Dozenten	Prof. Christopher Friedrich Wirz
Sprachen	DE
Zeitraum	SoSe
Inhalt	<ul style="list-style-type: none"> • Historischer Überblick • Bauarten von Vier- und Zweitaktmotoren als Schiffsmotoren • Vergleichsprozesse, Definitionen, Kenndaten • Zusammenwirken von Schiff, Motor und Propeller • Ausgeführte Schiffsdieselmotoren • Gaswechsel, Spülverfahren, Luftbedarf • Aufladung von Schiffsdieselmotoren • Einspritzung und Verbrennung • Schwerölbetrieb • Schmierung • Kühlung • Wärmebilanz • Abwärmenutzung • Anlassen und Umsteuern • Regelung, Automatisierung, Überwachung • Motorerregte Geräusche und Schwingungen • Fundamentierung • Gestaltung von Maschinenräumen
Literatur	<ul style="list-style-type: none"> • D. Woodyard: Pounder's Marine Diesel Engines • H. Meyer-Peter, F. Bernhardt: Handbuch der Schiffsbetriebstechnik • K. Kuiken: Diesel Engines • Mollenhauer, Tschöke: Handbuch Dieselmotoren • Projektierungsunterlagen der Motorenhersteller

Lehrveranstaltung L0638: Schiffsmotorenanlagen	
Typ	Hörsaalübung
SWS	1
LP	2
Arbeitsaufwand in Stunden	Eigenstudium 46, Präsenzstudium 14
Dozenten	Prof. Christopher Friedrich Wirz
Sprachen	DE
Zeitraum	SoSe
Inhalt	Siehe korrespondierende Vorlesung
Literatur	Siehe korrespondierende Vorlesung

Modul M1175: Spezielle Gebiete der Schiffspropulsion und Hydrodynamik schneller Wasserfahrzeuge			
Lehrveranstaltungen			
Titel		Typ	SWS LP
Hydrodynamik schneller Wasserfahrzeuge (L1593)		Vorlesung	3 3
Spezielle Gebiete der Schiffspropulsion (L1589)		Vorlesung	3 3
Modulverantwortlicher	Prof. Moustafa Abdel-Maksoud		
Zulassungsvoraussetzungen	Keine		
Empfohlene Vorkenntnisse	Grundkenntnisse in Schiffswiderstand, Schiffspropulsion, Propellertheorie		
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"> • Grundverständnis aktueller Forschungsfragestellungen der Schiffspropulsion • Erklären des derzeitigen Forschungsstandes auf dem Gebiet der Schiffsantriebe • Anwenden gegebener Techniken zur Bearbeitung vorgegebener Fragestellungen • Bewerten der Grenzen aktueller Schiffspropulsionsorgane • Erkennen von Ansätzen zur Erweiterung bestehender Methoden und Techniken • Abschätzen von weiteren Entwicklungspotenzialen <p><i>Fertigkeiten</i></p> <p>Studierende sind in der Lage</p> <ul style="list-style-type: none"> • geeignete Rechen- und Simulationsmethoden zur Bestimmung der hydrodynamischen Eigenschaften von Schiffsantrieben anzuwenden • das Verhalten von Schiffsantrieben unter verschiedenen Betriebsbedingungen durch vereinfachte Methoden zu modellieren. • Ergebnisse einer experimentellen oder numerischen Untersuchung zu analysieren und kritisch zu beurteilen. <p>Personale Kompetenzen</p> <p><i>Sozialkompetenz</i></p> <p>Studierende können</p> <ul style="list-style-type: none"> • in heterogen zusammengesetzten Gruppen Aufgaben lösen und die Arbeitsergebnisse dokumentieren • erlerntes Wissen innerhalb der Gruppe weitergeben <p><i>Selbstständigkeit</i></p> <p>Studierende sind fähig, ihren Kenntnisstand mit Hilfe von Übungsaufgaben und Fallanalysen einzuschätzen</p>		
<i>Wissen</i>			
<i>Fertigkeiten</i>			
Personale Kompetenzen			
Arbeitsaufwand in Stunden	Eigenstudium 96, Präsenzstudium 84		
Leistungspunkte	6		
Studienleistung	Keine		
Prüfung	Klausur		
Prüfungsdauer und -umfang	180 min		
Zuordnung zu folgenden Curricula	Schiffbau und Meerestechnik: Kernqualifikation: Wahlpflicht Theoretischer Maschinenbau: Vertiefung Maritime Technik: Wahlpflicht		

Lehrveranstaltung L1593: Hydrodynamik schneller Wasserfahrzeuge	
Typ	Vorlesung
SWS	3
LP	3
Arbeitsaufwand in Stunden	Eigenstudium 48, Präsenzstudium 42
Dozenten	Prof. Moustafa Abdel-Maksoud
Sprachen	DE/EN
Zeitraum	SoSe
Inhalt	<ol style="list-style-type: none"> 1. Widerstandskomponenten verschiedener schneller Wasserfahrzeuge 2. Propulsionseinheiten von schnellen Fahrzeugen 3. Wellenwiderstand in flachen und tiefen Gewässern 4. Surface-Effect-Fahrzeuge 5. Hydrofoil-gestützte Fahrzeuge 6. Halbgleiter 7. Gleitfahrzeuge 8. Slamming 9. Manövrierbarkeit
Literatur	Faltinsen, O. M., Hydrodynamics of High-Speed Marine Vehicles, Cambridge University Press, UK, 2006

Lehrveranstaltung L1589: Spezielle Gebiete der Schiffspropulsion	
Typ	Vorlesung
SWS	3
LP	3
Arbeitsaufwand in Stunden	Eigenstudium 48, Präsenzstudium 42
Dozenten	Prof. Moustafa Abdel-Maksoud
Sprachen	DE/EN
Zeitraum	SoSe
Inhalt	<ol style="list-style-type: none"> 1. Propellergeometrie 2. Kavitation 3. Modellversuche, Propeller-Rumpf-Wechselwirkung 4. Druckschwankung / Vibration 5. Potentialtheorie 6. Propellerentwurf 7. Verstellpropeller 8. Düsenpropeller 9. Podantriebe 10. Wasserstrahlantriebe 11. Voith-Schneider-Propeller
Literatur	<ul style="list-style-type: none"> • Breslin, J., P., Andersen, P., Hydrodynamics of Ship Propellers, Cambridge Ocean Technology, Series 3, Cambridge University Press, 1996. • Lewis, V. E., ed., Principles of Naval Architecture, Volume II Resistance, Propulsion and Vibration, SNAME, 1988. • N. N., International Conference Waterjet 4, RINA London, 2004 • N. N., 1st International Conference on Technological Advances in Podded Propulsion, Newcastle, 2004

Modul M1182: Technischer Ergänzungskurs für TMBMS (laut FSPO)			
Lehrveranstaltungen			
Titel	Typ	SWS	LP
Modulverantwortlicher	Prof. Robert Seifried		
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	Theoretischer Maschinenbau: Vertiefung Produktentwicklung und Produktion: Wahlpflicht Theoretischer Maschinenbau: Vertiefung Flugzeug-Systemtechnik: Wahlpflicht Theoretischer Maschinenbau: Vertiefung Materialwissenschaften: Wahlpflicht Theoretischer Maschinenbau: Vertiefung Maritime Technik: Wahlpflicht Theoretischer Maschinenbau: Vertiefung Energietechnik: Wahlpflicht Theoretischer Maschinenbau: Vertiefung Bio- und Medizintechnik: Wahlpflicht Theoretischer Maschinenbau: Vertiefung Robotik und Informatik: Wahlpflicht Theoretischer Maschinenbau: Vertiefung Simulationstechnik: Wahlpflicht		

Modul M1233: Numerische Methoden im Schiffsentwurf			
Lehrveranstaltungen			
Titel		Typ	SWS
Numerische Methoden im Schiffsentwurf (L1271)		Vorlesung	2
Numerische Methoden im Schiffsentwurf (L1709)		Projekt-/problembasierte Lehrveranstaltung	2 2
Modulverantwortlicher	Prof. Stefan Krüger		
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 124, Präsenzstudium 56		
Leistungspunkte	6		
Studienleistung	Keine		
Prüfung	Mündliche Prüfung		
Prüfungsdauer und -umfang	45 min		
Zuordnung zu folgenden Curricula	Schiffbau und Meerestechnik: Kernqualifikation: Wahlpflicht Theoretischer Maschinenbau: Vertiefung Maritime Technik: Wahlpflicht		

Lehrveranstaltung L1271: Numerische Methoden im Schiffsentwurf	
Typ	Vorlesung
SWS	2
LP	4
Arbeitsaufwand in Stunden	Eigenstudium 92, Präsenzstudium 28
Dozenten	Prof. Stefan Krüger
Sprachen	DE
Zeitraum	SoSe
Inhalt	Zunächst wird eine generelle Einführung über die Bedeutung numerischer Verfahren im Entwurfsprozess gegeben. Dabei werden die wesentlichen Randbedingungen wie Produktqualität und Projektierungszeit diskutiert. Nacheinander werden numerische Verfahren für die verschiedenen Entwurfsschritte algorithmisch entwickelt und es werden Konsequenzen für die Umgestaltung des Entwurfsprozesses gegeben. Im einzelnen werden folgende Aspekte des Schiffsentwurfs behandelt: <ul style="list-style-type: none"> - Numerische Darstellung der Aussenhaut mit Interpolations- und Straktechniken - Generierung von Rumpfformen durch Verzerrtechniken - Modellierung der inneren Unterteilung - Volumetrische Berechnungen und hydrostatische Probleme - Massen und Laengsfestigkeit - Rumpfformentwicklung mit Hilfe von CFD- Methoden - Propulsor- und Ruderentwurf mir direkten Lastberechnungen - Einfluss von Manövrier- und Seegangssimulationen auf die Rumpfformentwicklung
Literatur	Skript zur Vorlesung.

Lehrveranstaltung L1709: Numerische Methoden im Schiffsentwurf	
Typ	Projekt-/problembasierte Lehrveranstaltung
SWS	2
LP	2
Arbeitsaufwand in Stunden	Eigenstudium 32, Präsenzstudium 28
Dozenten	Prof. Stefan Krüger
Sprachen	DE
Zeitraum	WiSe
Inhalt	Siehe korrespondierende Vorlesung
Literatur	Siehe korrespondierende Vorlesung

Modul M1146: Ship Vibration			
Lehrveranstaltungen			
Titel		Typ	SWS LP
Schiffsvibrationen (L1528)		Vorlesung	2 3
Schiffsvibrationen (L1529)		Gruppenübung	2 3
Modulverantwortlicher	Dr. Rüdiger Ulrich Franz von Bock und Polach		
Zulassungsvoraussetzungen	None		
Empfohlene Vorkenntnisse	Mechanis I - III Structural Analysis of Ships I Fundamentals of Ship Structural Design		
Modulziele/ angestrebte Lernergebnisse	Nach erfolgreicher Teilnahme haben die Studierenden die folgenden Lernergebnisse erreicht		
Fachkompetenz			
<i>Wissen</i>	Students can reproduce the acceptance criteria for vibrations on ships; they can explain the methods for the calculation of natural frequencies and forced vibrations of structural components and the entire hull girder; they understand the effect of exciting forces of the propeller and main engine and methods for their determination		
<i>Fertigkeiten</i>	Students are capable to apply methods for the calculation of natural frequencies and exciting forces and resulting vibrations of ship structures including their assessment; they can model structures for the vibration analysis		
Personale Kompetenzen			
<i>Sozialkompetenz</i>	The students are able to communicate and cooperate in a professional environment in the shipbuilding and component supply industry.		
<i>Selbstständigkeit</i>	Students are able to detect vibration-prone components on ships, to model the structure, to select suitable calculation methods and to assess the results		
Arbeitsaufwand in Stunden	Eigenstudium 124, Präsenzstudium 56		
Leistungspunkte	6		
Studienleistung	Keine		
Prüfung	Klausur		
Prüfungsdauer und -umfang	3 Stunden		
Zuordnung zu folgenden Curricula	Energietechnik: Vertiefung Schiffsmaschinenbau: Wahlpflicht Schiffbau und Meerestechnik: Kernqualifikation: Pflicht Ship and Offshore Technology: Kernqualifikation: Pflicht Theoretischer Maschinenbau: Vertiefung Maritime Technik: Wahlpflicht		

Lehrveranstaltung L1528: Ship Vibration	
Typ	Vorlesung
SWS	2
LP	3
Arbeitsaufwand in Stunden	Eigenstudium 62, Präsenzstudium 28
Dozenten	Dr. Rüdiger Ulrich Franz von Bock und Polach
Sprachen	EN
Zeitraum	WiSe
Inhalt	<ol style="list-style-type: none"> 1. Introduction; assessment of vibrations 2. Basic equations 3. Beams with discrete / distributed masses 4. Complex beam systems 5. Vibration of plates and Grillages 6. Deformation method / practical hints / measurements 7. Hydrodynamic masses 8. Spectral method 9. Hydrodynamic masses acc. to Lewis 10. Damping 11. Shaft systems 12. Propeller excitation 13. Engines
Literatur	Siehe Vorlesungsskript

Lehrveranstaltung L1529: Ship Vibration	
Typ	Gruppenübung
SWS	2
LP	3
Arbeitsaufwand in Stunden	Eigenstudium 62, Präsenzstudium 28
Dozenten	Dr. Rüdiger Ulrich Franz von Bock und Polach
Sprachen	EN
Zeitraum	WiSe
Inhalt	<ol style="list-style-type: none"> 1. Introduction; assessment of vibrations 2. Basic equations 3. Beams with discrete / distributed masses 4. Complex beam systems 5. Vibration of plates and Grillages 6. Deformation method / practical hints / measurements 7. Hydrodynamic masses 8. Spectral method 9. Hydrodynamic masses acc. to Lewis 10. Damping 11. Shaft systems 12. Propeller excitation 13. Engines
Literatur	Siehe Vorlesungsskript

Modul M1268: Lineare und Nichtlineare Wellen			
Lehrveranstaltungen			
Titel	Lineare und Nichtlineare Wellen (L1737)	Typ	Projekt-/problembasierte Lehrveranstaltung
		SWS	4
		LP	6
Modulverantwortlicher	Prof. Norbert Hoffmann		
Zulassungsvoraussetzungen	Keine		
Empfohlene Vorkenntnisse	Mathematik, Mechanik, Schwingungen.		
Modulziele/ angestrebte Lernergebnisse	Nach erfolgreicher Teilnahme haben die Studierenden die folgenden Lernergebnisse erreicht		
Fachkompetenz <i>Wissen</i>	<ul style="list-style-type: none"> • Studierende sind in der Lage, bestehende Begriffe und Konzepte der Wellenmechanik wiederzugeben • Studierende sind in der Lage den Bedarf für neue Begriffe und Konzepte zu identifizieren und benennen. 		
<i>Fertigkeiten</i>	<ul style="list-style-type: none"> • Studierende sind in der Lage bestehende Forschungs-Verfahren und Methoden der Wellenmechanik anzuwenden • Studierende sind in der Lage neue Verfahren und Methoden der Wellenmechanik zu entwickeln. 		
Personale Kompetenzen <i>Sozialkompetenz</i>	<ul style="list-style-type: none"> • Studierende können Arbeitsergebnisse auch in Gruppen erzielen. • Studierende können Methoden und Ergebnisse auch in Gruppen präsentieren und kommunizieren. 		
<i>Selbstständigkeit</i>	<ul style="list-style-type: none"> • Studierende können eigenständig vorgegebene Forschungsaufgaben angehen • Studierende können selbständig neue Forschungsaufgaben identifizieren und bearbeiten. 		
Arbeitsaufwand in Stunden	Eigenstudium 124, Präsenzstudium 56		
Leistungspunkte	6		
Studienleistung	Keine		
Prüfung	Klausur		
Prüfungsdauer und -umfang	2 Stunden		
Zuordnung zu folgenden Curricula	Mechatronics: Vertiefung Systementwurf: Wahlpflicht Schiffbau und Meerestechnik: Kernqualifikation: Wahlpflicht Theoretischer Maschinenbau: Vertiefung Maritime Technik: Wahlpflicht Theoretischer Maschinenbau: Vertiefung Simulationstechnik: Wahlpflicht		

Lehrveranstaltung L1737: Lineare und Nichtlineare Wellen	
Typ	Projekt-/problembasierte Lehrveranstaltung
SWS	4
LP	6
Arbeitsaufwand in Stunden	Eigenstudium 124, Präsenzstudium 56
Dozenten	Prof. Norbert Hoffmann
Sprachen	DE/EN
Zeitraum	WiSe
Inhalt	Einführung in die Dynamik Linearer und Nichtlinearer Wellen <ul style="list-style-type: none"> • Lineare Wellen <ul style="list-style-type: none"> ◦ Dispersionsbeziehungen ◦ Phasen- und Gruppengeschwindigkeit ◦ Einhüllende ◦ Diskrete Systeme • Nichtlineare Wellen <ul style="list-style-type: none"> ◦ Modellgleichungen ◦ Solitonen, Breather, Extremwellen • Wasserwellen, Meereswellen <ul style="list-style-type: none"> ◦ Airy und Stokes-Wellen ◦ Statistik, Natürlicher Seegang ◦ Kinetische Seegangsmodelle • Weitere Themen nach Vereinbarung
Literatur	F.K. Kneubühl: Oscillations and Waves. Springer. G.B. Witham, Linear and Nonlinear Waves. Wiley. C.C. Mei, Theory and Applications of Ocean Surface Waves. World Scientific. L.H. Holthuijsen, Waves in Oceanic and Coastal Waters. Cambridge. And others.

Modul M1148: Ausgewählte Themen der Schiffs- und Meerestechnik			
Lehrveranstaltungen			
Titel	Typ	SWS	LP
Ausrüstung und Betrieb von Offshore-Spezialschiffen (L1896)	Vorlesung	2	3
Entwerfen von Unterwasserfahrzeugen (L0670)	Vorlesung	2	3
Lattice-Boltzmann-Methoden für die Simulation von Strömungen mit freien Oberflächen (L2066)	Vorlesung	2	3
Maschinelles Lernen in der Dynamik maritimer Systeme I (L2855)	Projekt-/problembasierte Lehrveranstaltung	3	3
Maschinelles Lernen in der Dynamik maritimer Systeme II (L2856)	Projekt-/problembasierte Lehrveranstaltung	3	3
Modellierung und Simulation maritimer Systeme (L2013)	Projekt-/problembasierte Lehrveranstaltung	2	3
Offshore-Windkraftparks (L0072)	Vorlesung	2	3
Schiffsakustik (L1605)	Vorlesung	2	3
Schiffsdynamik (L0352)	Vorlesung	2	3
Spezielle Gebiete der Experimentellen und Theoretischen Fluidodynamik (L0240)	Vorlesung	2	3
Technik und Strömungsmechanik von Segelschiffen (L0873)	Vorlesung	2	3
Technik von Überwassermarinefahrzeugen (L0765)	Vorlesung	2	3
Modulverantwortlicher	Prof. Sören Ehlers		
Zulassungsvoraussetzungen	Keine		
Empfohlene Vorkenntnisse	keine		
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 sind in der Lage, ausgewählte Spezialgebiete des Schiffbaus und der Meerestechnik zu verorten. Die Studierenden können in ausgewählten Teilbereichen grundlegende Modelle und Verfahren erklären. Die Studierenden können forschungsbezogenes und technologisches Wissen miteinander in Beziehung setzen. 		
<i>Fertigkeiten</i>	Die Studierenden können in ausgewählten ingenieurtechnischen Teilbereichen grundlegende Methoden anwenden.		
Personale Kompetenzen <i>Sozialkompetenz</i>	Die Studierenden sind in der Lage, im Beruf sowohl im Bereich des Schiffsentwurfes als auch im Bereich der Zulieferindustrie im kollegialen Umfeld effizient fachlich zusammenzuarbeiten.		
<i>Selbstständigkeit</i>	Studierende können selbstständig auswählen, welche Kenntnisse und Fähigkeiten sie durch die Wahl der geeigneten Fächer vertiefen.		
Arbeitsaufwand in Stunden	Abhängig von der Wahl der Lehrveranstaltungen		
Leistungspunkte	6		
Zuordnung zu folgenden Curricula	Schiffbau und Meerestechnik: Kernqualifikation: Wahlpflicht Theoretischer Maschinenbau: Vertiefung Maritime Technik: Wahlpflicht		

Lehrveranstaltung L1896: Ausrüstung und Betrieb von Offshore-Spezialschiffen	
Typ	Vorlesung
SWS	2
LP	3
Arbeitsaufwand in Stunden	Eigenstudium 62, Präsenzstudium 28
Prüfungsart	Mündliche Prüfung
Prüfungsdauer und -umfang	30 min
Dozenten	Dr. Hendrik Vorhölter
Sprachen	DE
Zeitraum	SoSe
Inhalt	<p>Die Vorlesung soll vom Aufbau her zweigeteilt werden. Im ersten Teil sollen not-wendige Grundlagen zum Entwurf der Ausrüstung von Offshore-Spezialschiffen noch einmal aufgegriffen und wenn nötig vertieft werden. Des Weiteren soll die speziellen Charakteristika aller Offshore-Schiffe und ihrer Ausrüstung eingegangen werden: Regulatorische Anforderungen, Bestimmung von Betriebsgrenzen, Verankerungen, dynamisches Positionieren. Dies sind die Voraussetzungen um die Anforderungen an den Entwurf der Ausrüstung sowie an den Betrieb erarbeiten zu können.</p> <p>Im zweiten Teil der Veranstaltung werden einzelne Typen von Offshore-Spezialschiffen detaillierter behandelt. Hierbei wird auf die spezifischen Entwurfs- als auch Betriebsanforderungen eingegangen. In diesem Teil sollen die Studenten verstärkt eingebunden werden durch die Vorbereitung von Kurzreferaten, die während der Veranstaltungen als Impulsvorträge zu den jeweiligen Schiffstypen genutzt werden sollen. Folgende Schiffstypen mit ihrer spezialisierten Ausrüstung sollen nach der jetzigen Planung behandelt werden:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Ankerziehschlepper und Plattformversorgungsschiffe - Kabel- und Rohrverlegeschiffe - Jack-Up Schiffe - Kranschiffe und „Offshore Construction“ Schiffe - Schwimmbagger und „Rock-Dumping“ Schiffe - Taucherbasisschiffe - FPSO und Halbtaucher
Literatur	<p>Chakrabarti, S. (2005): Handbook of Offshore Engineering. Elsevier. Amsterdam, London</p> <p>Volker Patzold (2008): Der Nassabbau. Springer. Berlin</p> <p>Milwee, W. (1996): Modern Marine Salvage. Md Cornell Maritime Press. Centreville.</p> <p>DNVGL-ST-N001 „Marine Operations and Marin Warranty“</p> <p>IMCA M 103 “The Design and Operation of Dynamically Positioned Vessels” 2007-12</p> <p>IMCA M 182 “The Safe Operation of Dynamically Positioned Offshore Supply Vessels” 2006-03</p> <p>IMCA M 187 “Lifting Operations” 2007-10</p> <p>IMCA SEL 185 “Transfer of Personnel to and from Offshore Vessels” 2010-03</p>

Lehrveranstaltung L0670: Entwerfen von Unterwasserfahrzeugen	
Typ	Vorlesung
SWS	2
LP	3
Arbeitsaufwand in Stunden	Eigenstudium 62, Präsenzstudium 28
Prüfungsart	Mündliche Prüfung
Prüfungsdauer und -umfang	30 min
Dozenten	Peter Hauschildt
Sprachen	DE
Zeitraum	SoSe
Inhalt	<p>Die Wahlpflichtvorlesung führt in das Entwerfen von Unterwasserfahrzeugen ein, die Themen sind:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Besondere Anforderungen an den Entwurf von modernen, konventionell angetriebenen Ubooten 2. Entwicklungsgeschichte 3. Typenmerkmale und allgemeine Beschreibung eines Unterseebootes 4. Zivile Tauchfahrzeuge 5. Tauchen, Trimm und Stabilität 6. Ruderanordnungen und Propulsionssysteme 7. Außenluftunabhängige Antriebe 8. Signaturen 9. Hydrodynamik, CFD 10. Waffen- und Führungssysteme 11. Sicherheit und Rettung 12. Festigkeit und Ansprensicherheit 13. Schiffstechnische Systeme 14. Fahranlage, Bordnetz und Automation 15. Logistische Anforderungen 16. Einrichtung und Ausrüstung <p>Die Vorlesung findet teilweise als Blockvorlesung mit Exkursion bei ThyssenKrupp Marine Systems in Kiel statt.</p>
Literatur	Gabler, Ubootsbau

Lehrveranstaltung L2066: Lattice-Boltzmann-Methoden für die Simulation von Strömungen mit freien Oberflächen	
Typ	Vorlesung
SWS	2
LP	3
Arbeitsaufwand in Stunden	Eigenstudium 62, Präsenzstudium 28
Prüfungsart	Mündliche Prüfung
Prüfungsdauer und -umfang	30 min
Dozenten	Dr. Christian Friedrich Janßen
Sprachen	DE/EN
Zeitraum	WiSe
Inhalt	<p>Diese Lehrveranstaltung befasst sich mit Lattice-Boltzmann-Methoden zur Simulation von Strömungen mit freien Oberflächen. Zunächst werden grundlegende Konzepte der kinetischen Modellierung eingeführt (LGCAs, LBM, ...). Im Anschluss werden gängige Erweiterungen der Methoden zur Simulation von Strömungen mit freien Oberflächen diskutiert. Vorlesungsbegleitend sind ausgewählte Strömungsszenarien aus der Schiffs- und Meerestechnik mit Hilfe eines Lattice-Boltzmann Verfahrens zu simulieren.</p>
Literatur	<p>Krüger et al., "The Lattice Boltzmann Method - Principles and Practice", Springer</p> <p>Zhou, "Lattice Boltzmann Methods for Shallow Water Flows", Springer</p> <p>Janßen, "Kinetic approaches for the simulation of non-linear free surface flow problems in civil and environmental engineering", PhD thesis, TU Braunschweig, 2010.</p>

Lehrveranstaltung L2855: Maschinelles Lernen in der Dynamik maritimer Systeme I	
Typ	Projekt-/problembasierte Lehrveranstaltung
SWS	3
LP	3
Arbeitsaufwand in Stunden	Eigenstudium 48, Präsenzstudium 42
Prüfungsart	Klausur
Prüfungsdauer und -umfang	90 min
Dozenten	Dr. Marco Klein
Sprachen	DE
Zeitraum	SoSe
Inhalt	<p>Inhalt:</p> <p>Einführung in die Grundlagen maschinellen Lernens anhand von Beispielen aus der Dynamik maritimer Systeme.</p> <p>Empfohlene Vorkenntnisse:</p> <p>Gute Kenntnisse in Mathematik, Mechanik und Dynamik.</p> <p>Modulziele / angestrebte Lernergebnisse:</p> <p>Fachkompetenz</p> <p>Wissen</p> <p>Studierende sind in der Lage, bestehende Begriffe und Konzepte der Dynamik maritimer Systeme wiederzugeben und neue Begriffe und Konzepte zu entwickeln.</p> <p>Fertigkeiten</p> <p>Studierende sind in der Lage bestehende Verfahren und Methoden der Dynamik maritimer Systeme anzuwenden und neue Verfahren und Methoden zu entwickeln.</p> <p>Personale Kompetenzen</p> <p>Sozialkompetenz</p> <p>Studierende können Arbeitsergebnisse auch in Gruppen erzielen.</p> <p>Selbstständigkeit</p> <p>Studierende können eigenständig vorgegebene Forschungsaufgaben angehen und selbstständig neue Forschungsaufgaben identifizieren und bearbeiten.</p>
Literatur	<p>S. Chakrabarti, Handbook of Offshore Engineering. Elsevier 2005.</p> <p>C.C. Mei, Theory and Applications of Ocean Surface Waves. World Scientific 2004.</p> <p>Weitere Literaturempfehlungen während der Veranstaltung</p>

Lehrveranstaltung L2856: Maschinelles Lernen in der Dynamik maritimer Systeme II	
Typ	Projekt-/problembasierte Lehrveranstaltung
SWS	3
LP	3
Arbeitsaufwand in Stunden	Eigenstudium 48, Präsenzstudium 42
Prüfungsart	Klausur
Prüfungsdauer und -umfang	90 min
Dozenten	Dr. Marco Klein
Sprachen	DE
Zeitraum	WiSe
Inhalt	<p>Inhalt:</p> <p>Konzepte des maschinellen Lernens anhand von Beispielen aus der Dynamik maritimer Systeme.</p> <p>Empfohlene Vorkenntnisse:</p> <p>Gute Kenntnisse in Mathematik, Mechanik und Dynamik.</p> <p>Modulziele / angestrebte Lernergebnisse:</p> <p>Fachkompetenz</p> <p>Wissen</p> <p>Studierende sind in der Lage, bestehende Begriffe und Konzepte der Dynamik maritimer Systeme und des maschinellen Lernens wiederzugeben und neue Begriffe und Konzepte zu entwickeln.</p> <p>Fertigkeiten</p> <p>Studierende sind in der Lage bestehende Verfahren und Methoden der Dynamik maritimer Systeme und des maschinellen Lernens anzuwenden und neue Verfahren und Methoden zu entwickeln.</p> <p>Personale Kompetenzen</p> <p>Sozialkompetenz</p> <p>Studierende können Arbeitsergebnisse auch in Gruppen erzielen.</p> <p>Selbstständigkeit</p> <p>Studierende können eigenständig vorgegebene Forschungsaufgaben angehen und selbstständig neue Forschungsaufgaben identifizieren und bearbeiten.</p>
Literatur	<p>S. Chakrabarti, Handbook of Offshore Engineering. Elsevier 2005.</p> <p>C.C. Mei, Theory and Applications of Ocean Surface Waves. World Scientific 2004.</p> <p>Weitere Literaturempfehlungen während der Veranstaltung</p>

Lehrveranstaltung L2013: Modellierung und Simulation maritimer Systeme	
Typ	Projekt-/problembasierte Lehrveranstaltung
SWS	2
LP	3
Arbeitsaufwand in Stunden	Eigenstudium 62, Präsenzstudium 28
Prüfungsart	Mündliche Prüfung
Prüfungsdauer und -umfang	30 min
Dozenten	Dr. Christian Friedrich Janßen
Sprachen	DE/EN
Zeitraum	SoSe
Inhalt	<p>Im Rahmen dieser Lehrveranstaltung lernen die Studierenden, ausgewählte Problemstellungen aus dem maritimen Umfeld zu modellieren und mit Hilfe eigener Programme und Skripte numerisch zu lösen.</p> <p>Einleitend werden zunächst grundlegende Konzepte der rechnergestützten Modellierung erläutert. Dabei werden insbesondere die vier Themenfelder Modellierung, Diskretisierung, Implementierung und Berechnung sowie ihre Wechselwirkungen erörtert. Im Anschluss erfolgt eine Einführung in gängige für die Implementierung und anschließende Berechnung zur Verfügung stehenden Werkzeuge, insbesondere kompilierende und interpretierende höhere Programmiersprachen sowie Computeralgebrasysteme (z.B. Python; Matlab, Maple). In der zweiten Veranstaltungshälfte werden mit den Studierenden geeignete Problemstellungen aus der maritimen Praxis ausgewählt, die im Anschluss in betreuter Eigenarbeit entlang der Modellierungspyramide zu bearbeiten und zu lösen sind.</p>
Literatur	<p>"Introduction to Computational Modeling Using C and Open-Source Tools" (J.M. Garrido, Chapman and Hall); "Introduction to Computational Models with Python" (J.M. Garrido, Chapman and Hall); "Programming Fundamentals" (MATLAB Handbook, MathWorks);</p>

Lehrveranstaltung L0072: Offshore-Windkraftparks	
Typ	Vorlesung
SWS	2
LP	3
Arbeitsaufwand in Stunden	Eigenstudium 62, Präsenzstudium 28
Prüfungsart	Mündliche Prüfung
Prüfungsdauer und -umfang	45 min
Dozenten	Dr. Alexander Mitzlaff
Sprachen	DE
Zeitraum	WiSe
Inhalt	<ul style="list-style-type: none"> • Nichtlineare Wellen: Stabilität, Strukturbildung, solitäre Zustände • Bodengrenzschicht: Wellengrenzschichten, Scour, Hangstabilität • Wechselwirkung zwischen Meereis und Offshore-Strukturen • Wellen- und Strömungsenergiekonversion
Literatur	<ul style="list-style-type: none"> • Chakrabarti, S., Handbook of Offshore Engineering, vol. I&II, Elsevier 2005. • Mc Cormick, M.E., Ocean Wave Energy Conversion, Dover 2007. • Infeld, E., Rowlands, G., Nonlinear Waves, Solitons and Chaos, Cambridge 2000. • Johnson, R.S., A Modern Introduction to the Mathematical Theory of Water Waves, Cambridge 1997. • Lykousis, V. et al., Submarine Mass Movements and Their Consequences, Springer 2007. • Nielsen, P., Coastal Bottom Boundary Layers and Sediment Transport, World Scientific 2005. • Research Articles.

Lehrveranstaltung L1605: Schiffsakustik	
Typ	Vorlesung
SWS	2
LP	3
Arbeitsaufwand in Stunden	Eigenstudium 62, Präsenzstudium 28
Prüfungsart	Mündliche Prüfung
Prüfungsdauer und -umfang	30 min
Dozenten	Dr. Dietrich Wittekind
Sprachen	DE
Zeitraum	SoSe
Inhalt	
Literatur	

Lehrveranstaltung L0352: Schiffsdynamik	
Typ	Vorlesung
SWS	2
LP	3
Arbeitsaufwand in Stunden	Eigenstudium 62, Präsenzstudium 28
Prüfungsart	Klausur
Prüfungsdauer und -umfang	60 min
Dozenten	Prof. Moustafa Abdel-Maksoud
Sprachen	DE
Zeitraum	SoSe
Inhalt	<p>Manövrierfähigkeit von Schiffen</p> <ul style="list-style-type: none"> • Bewegungsgleichungen • Hydrodynamische Kräfte und Momente • Lineare Bewegungsgleichungen und ihre Lösungen • Manövierversuche mit naturgroßen Schiffen • Vorschriften zur Manövrierfähigkeit • Ruder <p>Schiffe im Seegang</p> <ul style="list-style-type: none"> • Darstellung harmonischer Vorgänge • Bewegungen eines starren Schiffes in regelmäßigen Wellen • Strömungskräfte auf Schiffsquerschnitte • Streifenmethode • Folgerungen aus den Schiffsbewegungen in regelmäßigen Wellen • Verhalten von Schiffen in stationärem Seegang • Langzeitverteilung von Seegangwirkungen
Literatur	<ul style="list-style-type: none"> • Abdel-Maksoud, M., Schiffsdynamik, Vorlesungsskript, Institut für Fluidodynamik und Schiffstheorie, Technische Universität Hamburg-Harburg, 2014 • Abdel-Maksoud, M., Ship Dynamics, Lecture notes, Institute for Fluid Dynamic and Ship Theory, Hamburg University of Technology, 2014 • Bertram, V., Practical Ship Design Hydrodynamics, Butterworth-Heinemann, Linacre House - Jordan Hill, Oxford, United Kingdom, 2000 • Bhattacharyya, R., Dynamics of Marine Vehicles, John Wiley & Sons, Canada, 1978 • Brix, J. (ed.), Manoeuvring Technical Manual, Seehafen-Verlag, Hamburg, 1993 • Claus, G., Lehmann, E., Östergaard, C. Offshore Structures, I+II, Springer-Verlag. Berlin Heidelberg, Deutschland, 1992 • Faltinsen, O. M., Sea Loads on Ships and Offshore Structures, Cambridge University Press, United Kingdom, 1990 • Handbuch der Werften, Deutschland, 1986 • Jensen, J. J., Load and Global Response of Ships, Elsevier Science, Oxford, United Kingdom, 2001 • Lewis, Edward V. (ed.), Principles of Naval Architecture - Motion in Waves and Controllability, Society of Naval Architects and Marine Engineers, Jersey City, NJ, 1989 • Lewandowski, E. M., The Dynamics of Marine Craft: Maneuvering and Seakeeping, World Scientific, USA, 2004 • Lloyd, A., Ship Behaviour in Rough Weather, Gosport, Chichester, Sussex, United Kingdom, 1998

Lehrveranstaltung L0240: Spezielle Gebiete der Experimentellen und Theoretischen Fluidodynamik	
Typ	Vorlesung
SWS	2
LP	3
Arbeitsaufwand in Stunden	Eigenstudium 62, Präsenzstudium 28
Prüfungsart	Mündliche Prüfung
Prüfungsdauer und -umfang	30 min
Dozenten	Prof. Thomas Rung
Sprachen	DE
Zeitraum	WiSe
Inhalt	<p>Wird in der Veranstaltung bekannt gegeben. Mögliche Inhalte sind</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Methoden und Verfahren der Strömungsmesstechnik 2. Rationale Methoden der strömungstechnischen Modellierung 3. Spezielle Gebiete der theoretischen Numerischen Thermofluidodynamik 4. Turbulente Strömungen
Literatur	Wird in der Veranstaltung bekannt gegeben. To be announced during the lecture.

Lehrveranstaltung L0873: Technik und Strömungsmechanik von Segelschiffen	
Typ	Vorlesung
SWS	2
LP	3
Arbeitsaufwand in Stunden	Eigenstudium 62, Präsenzstudium 28
Prüfungsart	Mündliche Prüfung
Prüfungsdauer und -umfang	30 min
Dozenten	Prof. Thomas Rung, Peter Schenzle
Sprachen	DE/EN
Zeitraum	WiSe
Inhalt	<p>Grundlagen der Segelmechanik:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Segeln: Vortrieb aus Relativbewegung - Quertriebsflächen: Segel, Flügel, Ruder, Flossen, Kiele - Windklima: global, saisonal, meteorologisch, lokal - Aerodynamik von Segeln und Segelriggs - Hydrodynamik von Rumpf und Flossen <p>Elemente der Segelschiffs-Technik:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Traditionelle und Moderne Segelformen - Moderne und Unkonventionelle Windvortriebs-Organen - Rumpfformen und Kiel-Ruder-Konfigurationen - Segel-Fahrtleistungs-Abschätzungen - Wind-Hilfsvortrieb: Motorsegeln <p>Konfiguration von Segelschiffen:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Abstimmung von Rumpf und Segelrigg - Segel-Boote und -Yachten - Traditionelle Großsegler - Moderne Großsegler
Literatur	<ul style="list-style-type: none"> - Vorlesungs-Manuskript mit Literatur-Liste: Verteilt zur Vorlesung - B. Wagner: Fahrtgeschwindigkeitsberechnung für Segelschiffe, IfS-Rep. 132, 1967 - B. Wagner: Sailing Ship Research at the Hamburg University, IfS-Script 2249, 1976 - A.R. Cloughton et al.: Sailing Yacht Design 1&2, University of Southampton, 1998 - L. Larsson, R.E. Eliasson: Principles of Yacht Design, Adlard Coles Nautical, London, 2000 - K. Hochkirch: Entwicklung einer Messyacht, Diss. TU Berlin, 2000

Lehrveranstaltung L0765: Technik von Überwassermarinefahrzeugen	
Typ	Vorlesung
SWS	2
LP	3
Arbeitsaufwand in Stunden	Eigenstudium 62, Präsenzstudium 28
Prüfungsart	Mündliche Prüfung
Prüfungsdauer und -umfang	30 min
Dozenten	Dr. Martin Schöttelndreyer
Sprachen	DE
Zeitraum	WiSe
Inhalt	<ul style="list-style-type: none"> • Einsatzszenarien, Aufgaben, Fähigkeiten, Anforderungen • Produkt- und Prozessmodelle, Vorschriften • Überlebensfähigkeit: Bedrohungen, Signaturen, Abwehrmaßnahmen • Entwurfs- und Konstruktionsmerkmale • Energie- und Antriebssysteme • Führungs- und Einsatzsysteme • Verwundbarkeit: Restfestigkeit, Restfunktionalität
Literatur	<p>Th. Christensen, H.-D. Ehrenberg, H. Götte, J. Wessel: Entwurf von Fregatten und Korvetten, in: H. Keil (Hrsg.), Handbuch der Werften, Bd. XXV, Schifffahrts-Verlag "Hansa" C. Schroedter & Co., Hamburg (2000)</p> <p>16th International Ship and Offshore Structures Congress: Committee V.5 - Naval Ship Design (2006)</p> <p>P. G. Gates: Surface Warships - An Introduction to Design Principles, Brassey's Defence Publishers, London (1987)</p>

Modul M1232: Eistechnik			
Lehrveranstaltungen			
Titel		Typ	SWS
Eistechnik (L1607)		Vorlesung	2
Eistechnik (L1615)		Gruppenübung	1
Schiffskonstruktionen für die Polarregionen (L1575)		Projekt-/problembasierte Lehrveranstaltung	2
Modulverantwortlicher	Prof. Sören Ehlers		
Zulassungsvoraussetzungen	Keine		
Empfohlene Vorkenntnisse	keine		
Modulziele/ angestrebte Lernergebnisse	Nach erfolgreicher Teilnahme haben die Studierenden die folgenden Lernergebnisse erreicht		
Fachkompetenz			
<i>Wissen</i>	Die Heraus- und Anforderungen, die durch Eis hervorgerufen werden, können erläutert werden. Eiskräfte können erklärt werden und Eisverstärkungen werden verstanden.		
<i>Fertigkeiten</i>	Die Heraus- und Anforderungen, die durch Eis hervorgerufen werden, können abgeschätzt werden, und die Genauigkeit dieser Abschätzung kann evaluiert werden. Rechenmodelle zur Eislastabschätzung können angewandt werden und eine Struktur kann entsprechend Eislasten ausgelegt werden.		
Personale Kompetenzen			
<i>Sozialkompetenz</i>	Studierende können ihre Konstruktion vortragen und ihre Entscheidungen konstruktiv in der Gruppe diskutieren.		
<i>Selbstständigkeit</i>	Die eigenständige Bearbeitung eines individuellen Themas wird erlernt und die durch die abschliessende Presentation wird die Vortragsfähigkeit verbessert und die erlernten Fähigkeiten können verteidigt werden.		
Arbeitsaufwand in Stunden	Eigenstudium 110, Präsenzstudium 70		
Leistungspunkte	6		
Studienleistung	Keine		
Prüfung	Mündliche Prüfung		
Prüfungsdauer und -umfang	30 min		
Zuordnung zu folgenden Curricula	Schiffbau und Meerestechnik: Kernqualifikation: Wahlpflicht Ship and Offshore Technology: Kernqualifikation: Wahlpflicht Theoretischer Maschinenbau: Vertiefung Maritime Technik: Wahlpflicht		

Lehrveranstaltung L1607: Eistechnik	
Typ	Vorlesung
SWS	2
LP	2
Arbeitsaufwand in Stunden	Eigenstudium 32, Präsenzstudium 28
Dozenten	Dr. Walter Kuehnlein
Sprachen	DE/EN
Zeitraum	WiSe
Inhalt	<ol style="list-style-type: none"> 1. Eis, Eiseigenschaften, Versagensmechanismen und Heraus- und Anforderungen durch Eis <ul style="list-style-type: none"> ◦ Einführung -was bedeutet Eistechnik. ◦ Beschreibung der verschiedenen Eisarten, Eisparameter und verschiedenen Eis-Versagensmechanismen ◦ Warum ist Eis so anders verglichen mit offenem Wasser ◦ Vorstellung der Designanforderungen und der Anforderungen an Struktur und Systeme in eisbedeckten Gebieten 2. Eiskraftbestimmung und Eismodellversuche <ul style="list-style-type: none"> ◦ Vorstellung verschiedener empirischer Formeln für eine einfache Abschätzung der Eiskräfte ◦ Diskussion und Interpretation der verschiedenen Ansätze zur Eiskraftberechnung ◦ Einführung in die Eisversuchstechnik ◦ Welche Anforderung gibt es für Eismodellversuche und welche physikalischen Parameter müssen modelliert bzw. skaliert werden ◦ Was kann mit Eismodellversuchen simuliert werden und wie sind die Ergebnisse zu interpretieren 3. Computermodelle für Eis-Struktur-Interaktionen <ul style="list-style-type: none"> ◦ Dynamische Bruch- und Kontinuumsmechanik für die Modellierung der Eis-Struktur-Interaktion ◦ Alternative numerische Bruchverlaufsmodellierung am Beispiel eines kohäsiven Elementmodells für echte Strukturen im Eis ◦ Diskussion der Einflüsse von Eisparameter, -hydrodynamik und Eisauflagerungen 4. Eis-Design-Philosophien und Konzepte für Eis <ul style="list-style-type: none"> ◦ Was muss beachtet werden, um Strukturen oder System für eisbedeckte Gebiete zu entwerfen ◦ Was sind die Hauptunterschiede zu einem Offen-Wasser-Design ◦ Eismanagement ◦ Was sind die wichtigsten Eis-Design-Philosophien und warum ist ein gesamtheitliches Konzept für Strukturen und Systeme im Eis so wichtig
Literatur	<ul style="list-style-type: none"> • Proceedings OMAE • Proceedings POAC • Proceedings ATC

Lehrveranstaltung L1615: Eistechnik	
Typ	Gruppenübung
SWS	1
LP	2
Arbeitsaufwand in Stunden	Eigenstudium 46, Präsenzstudium 14
Dozenten	Dr. Walter Kuehnlein
Sprachen	DE/EN
Zeitraum	WiSe
Inhalt	Siehe korrespondierende Vorlesung
Literatur	Siehe korrespondierende Vorlesung

Lehrveranstaltung L1575: Schiffskonstruktionen für die Polarregionen	
Typ	Projekt-/problembasierte Lehrveranstaltung
SWS	2
LP	2
Arbeitsaufwand in Stunden	Eigenstudium 32, Präsenzstudium 28
Dozenten	Dr. Rüdiger Ulrich Franz von Bock und Polach, Dr. Rüdiger Ulrich Franz von Bock und Polach
Sprachen	DE/EN
Zeitraum	WiSe
Inhalt	Die Strukturauslegung unter Eislasten wird mit einer individuellen Aufgabe erarbeitet
Literatur	FSICR, IACS PC and assorted publications

Modul M1178: Manövrierfähigkeit und Schiffshydrodynamik beschränkter Gewässer			
Lehrveranstaltungen			
Titel		Typ	SWS LP
Manövrierfähigkeit von Schiffen (L1597)		Vorlesung	2 3
Schiffshydrodynamik beschränkter Gewässer (L1598)		Vorlesung	2 3
Modulverantwortlicher	Prof. Moustafa Abdel-Maksoud		
Zulassungsvoraussetzungen	Keine		
Empfohlene Vorkenntnisse	B.Sc. Schiffbau		
Modulziele/ angestrebte Lernergebnisse	Nach erfolgreicher Teilnahme haben die Studierenden die folgenden Lernergebnisse erreicht		
Fachkompetenz	<p><i>Wissen</i> Die Studierenden werden befähigt die Bewegungsgleichungen und die Beschreibung von hydrodynamischen Kräften zu erläutern. Sie sind in der Lage die Nomotogleichung zu erklären und die gängigsten Modellversuche aufzuzählen sowie ihre Vor- und Nachteile zu benennen. Sie können Einflüsse, wie beispielsweise durch Effekte am Ruder, beschreiben.</p> <p>Des Weiteren erlernen sie die Grundlagen für die Beurteilung und Vorhersage der Manövrierfähigkeit von Schiffen und Fähigkeiten zur Entwicklung von Methoden zur Analyse des Manövrierverhaltens. Grundlegende Kenntnisse über die Eigenschaften der Schiffsumströmung unter Flachwasserbedingungen hinsichtlich Propulsion und Manövrieren von Schiffen werden erworben.</p> <p><i>Fertigkeiten</i> Die Studierenden sind in der Lage das Manövrierverhalten von Schiffen mithilfe der Bewegungsgleichungen und den hydrodynamischen Kraftkoeffizienten zu berechnen. Sie sind des Weiteren fähig ein numerisches Programm zu entwickeln, dass Manövriersimulationen auf Basis der gelernten Theorie durchzuführen. Sie können die berechneten Resultate auf ihre Plausibilität prüfen.</p> <p>Personale Kompetenzen</p> <p><i>Sozialkompetenz</i> Die Studierenden können in Gruppen zusammenarbeiten, zu Arbeitsergebnissen kommen und diese dokumentieren.</p> <p><i>Selbstständigkeit</i> Die Studierenden werden befähigt mithilfe von Hinweisen eigenständig Aufgaben zu bearbeiten und ihren eigenen Lernstand konkret zu beurteilen.</p>		
Arbeitsaufwand in Stunden	Eigenstudium 124, Präsenzstudium 56		
Leistungspunkte	6		
Studienleistung	Keine		
Prüfung	Klausur		
Prüfungsdauer und -umfang	180 min		
Zuordnung zu folgenden Curricula	Schiffbau und Meerestechnik: Kernqualifikation: Wahlpflicht Ship and Offshore Technology: Kernqualifikation: Wahlpflicht Theoretischer Maschinenbau: Vertiefung Maritime Technik: Wahlpflicht		

Lehrveranstaltung L1597: Manövrierfähigkeit von Schiffen	
Typ	Vorlesung
SWS	2
LP	3
Arbeitsaufwand in Stunden	Eigenstudium 62, Präsenzstudium 28
Dozenten	Prof. Moustafa Abdel-Maksoud
Sprachen	DE/EN
Zeitraum	WiSe
Inhalt	<ul style="list-style-type: none"> • Freiheitsgrade, Koordinatensysteme • Bewegungsgleichungen • Hydrodynamische Kräfte und Momente am Schiff • Ruderkräfte • Linearisierte Steuergleichungen (Lösung für Grenzfälle, Gierstabilität) • Manövrierversuche (frei fahrend, gefesselt) • Theorie Schlanker Körper <p>Qualifikationsziele:</p> <p>Erlernung der Grundlagen für die Beurteilung und Vorhersage der Manövrierfähigkeit von Schiffen Fähigkeiten zur Entwicklung von Methoden zur Analyse des Manövrierverhaltens.</p>
Literatur	<ul style="list-style-type: none"> • Crane, C. L. H., Eda, A. L., Principles of Naval Architecture, Chapter 9, Controllability, SNAME, New York, 1989 • Brix, J., Manoeuvring Technical Manual, Seehafen Verlag GmbH, Hamburg 1993 • Söding, H., Manövrieren , Vorlesungsmanskript, Institut für Fluidodynamik und Schiffstheorie, TUHH, Hamburg, 1995

Lehrveranstaltung L1598: Schiffshydrodynamik beschränkter Gewässer	
Typ	Vorlesung
SWS	2
LP	3
Arbeitsaufwand in Stunden	Eigenstudium 62, Präsenzstudium 28
Dozenten	Prof. Moustafa Abdel-Maksoud, Dr. Norbert Stuntz
Sprachen	DE/EN
Zeitraum	WiSe
Inhalt	<ul style="list-style-type: none"> • Spezielle Aspekte der Flachwasserhydrodynamik, Vertikale und horizontale Beschränkung, Unebenheiten der Gewässersohle • Grundgleichungen der Schiffshydrodynamik im flachen Wasser • Approximation von Flachwasserwellen, Boussinesq's Approximation • Schiffswellen in tiefem Wasser und bei unterkritischen, kritischen und überkritischen Geschwindigkeiten • Solitary Wellen, kritischer Geschwindigkeitsbereich, Auslösen von Wellen • Aspekte der Schiffsbewegung im Kanal bei beschränkter Wassertiefe <p>Qualifikationsziele: Erwerb grundlegender Kenntnisse über die Eigenschaften der Schiffsumströmung unter Flachwasserbedingungen. Durchdringung der Flachwassereffekte hinsichtlich Propulsion und Manövrieren von Schiffen.</p>
Literatur	<ul style="list-style-type: none"> • PNA (1988): Principle of Naval Architecture, Vol. II, ISBN 0-939773-01-5 • Schneekluth (1988): Hydromechanik zum Schiffsentwurf • Jiang, T. (2001): Ship Waves in Shallow Water, Fortschritt-Berichte VDI, Series 12, No 466, ISBN 3-18-346612-0

Modul M1165: Schiffssicherheit			
Lehrveranstaltungen			
Titel		Typ	SWS
Schiffssicherheit (L1267)		Vorlesung	2
Schiffssicherheit (L1268)		Hörsaalübung	2
Modulverantwortlicher	Prof. Stefan Krüger		
Zulassungsvoraussetzungen	Keine		
Empfohlene Vorkenntnisse	Schiffsentwurf, Hydrostatik, Statistik und Stochastik		
Modulziele/ angestrebte Lernergebnisse	Nach erfolgreicher Teilnahme haben die Studierenden die folgenden Lernergebnisse erreicht		
Fachkompetenz			
<i>Wissen</i>	Der Student soll lernen, den Sicherheitsaspekt beim Schiffsentwurf zu beachten. Dabei geht es einmal um die Anwendung der geltenden Vorschriften an sich, als auch im Besonderen um die Bewertung der durch die Vorschriften gegebenen Sicherheitsaspekte sowie durchführen von Einzel- Äquivalenznachweisen.		
<i>Fertigkeiten</i>	Zunächst wird ein allgemeiner Überblick über generelle Sicherheitskonzepte in der Technik gegeben. Für die maritime Welt relevante Sicherheitsorgane werden eingeführt, sowie deren Zuständigkeiten und Aufgaben. Dann wird der generelle Unterschied zwischen beschreibenden and anfordernden Sicherheitskonzepten aufgezeigt. Am Beispiel der für den Schiffsentwurf wichtigsten Sicherheitsvorschriften wird fallweise erläutert, welchen Einfluss diese Vorschrift auf den Schiffsentwurf haben kann, wo physikalische Grenzen dieser Vorschrift liegen und welche Möglichkeiten existieren, vergleichbare Sicherheitsniveaus mit Äquivalenzkonzepten erreichen zu können. Im einzelnen werden folgende Themengebiete exemplarisch behandelt:		
	<ul style="list-style-type: none"> - Freibord, wetterdichte Aufbauten, Flutpunkte - alle Aspekte der Intakstabilität einschl. Sonderprobleme wie Getreidestabilität - Leckrechnung für Passagierschiffe einschl. Stockholmer Abkommen - Leckrechnung für Trockenfrachter - Stabilitätsnachweise und Stabilitätsbuch - Manövrieren 		
Personale Kompetenzen			
<i>Sozialkompetenz</i>	Der Student lernt, Sicherheitsverantwortung für seinen Entwurf zu übernehmen.		
<i>Selbstständigkeit</i>	Übernehmen von Verantwortung für das Zertifizieren von Konstruktionen.		
Arbeitsaufwand in Stunden	Eigenstudium 124, Präsenzstudium 56		
Leistungspunkte	6		
Studienleistung	Keine		
Prüfung	Klausur		
Prüfungsdauer und -umfang	180 min		
Zuordnung zu folgenden Curricula	Schiffbau und Meerestechnik: Kernqualifikation: Pflicht Theoretischer Maschinenbau: Vertiefung Maritime Technik: Wahlpflicht		

Lehrveranstaltung L1267: Schiffssicherheit	
Typ	Vorlesung
SWS	2
LP	4
Arbeitsaufwand in Stunden	Eigenstudium 92, Präsenzstudium 28
Dozenten	Prof. Stefan Krüger
Sprachen	DE
Zeitraum	WiSe
Inhalt	<p>Zunächst wird ein allgemeiner Überblick über generelle Sicherheitskonzepte in der Technik gegeben. Für die maritime Welt relevante Sicherheitsorgane werden eingeführt, sowie deren Zuständigkeiten und Aufgaben. Dann wird der generelle Unterschied zwischen beschreibenden and anfordernden Sicherheitskonzepten aufgezeigt. Am Beispiel der für den Schiffsentwurf wichtigsten Sicherheitsvorschriften wird fallweise erläutert, welchen Einfluss diese Vorschrift auf den Schiffsentwurf haben kann, wo physikalische Grenzen dieser Vorschrift liegen und welche Möglichkeiten existieren, vergleichbare Sicherheitsniveaus mit Äquivalenzkonzepten erreichen zu können. Im einzelnen werden folgende Themengebiete exemplarisch behandelt:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Freibord, wetterdichte Aufbauten, Flutpunkte - alle Aspekte der Intakstabilität einschl. Sonderprobleme wie Getreidestabilität - Leckrechnung für Passagierschiffe einschl. Stockholmer Abkommen - Leckrechnung für Trockenfrachter - Stabilitätsnachweise und Stabilitätsbuch - Manövrieren
Literatur	SOLAS, LOAD LINES, CODE ON INTACT STABILITY. Alle IMO, London.

Lehrveranstaltung L1268: Schiffssicherheit	
Typ	Hörsaalübung
SWS	2
LP	2
Arbeitsaufwand in Stunden	Eigenstudium 32, Präsenzstudium 28
Dozenten	Prof. Stefan Krüger
Sprachen	DE
Zeitraum	WiSe
Inhalt	Siehe korrespondierende Vorlesung
Literatur	Siehe korrespondierende Vorlesung

Fachmodule der Vertiefung Materialwissenschaften

Im Vordergrund der Vertiefung Werkstofftechnik steht der Erwerb von vertiefenden Kenntnissen und Fähigkeiten in der Materialtechnologie. Ein Schwerpunkt liegt hier auf der Erstellung moderner Materialmodelle. Module im Wahlpflichtbereich sind die Werkstoffmodellierung und Skalenübergreifende Modellierung, Phänomene und Methoden der Materialwissenschaften, Kunststoffverarbeitung, sowie Kunststoffe und Verbundwerkstoffe. Zusätzlich sind Fächer aus dem Technischen Ergänzungskurs für TMBMS (laut FSPO) frei wählbar.

Modul M1342: Kunststoffe			
Lehrveranstaltungen			
Titel	Typ	SWS	LP
Aufbau und Eigenschaften der Kunststoffe (L0389)	Vorlesung	2	3
Verarbeitung und Konstruieren mit Kunststoffen (L1892)	Vorlesung	2	3
Modulverantwortlicher	Dr. Hans Wittich		
Zulassungsvoraussetzungen	Keine		
Empfohlene Vorkenntnisse	Grundlagen aus der Chemie / Physik / Werkstoffkunde		
Modulziele/ angestrebte Lernergebnisse	Nach erfolgreicher Teilnahme haben die Studierenden die folgenden Lernergebnisse erreicht		
Fachkompetenz	Studierende können		
<i>Wissen</i>	<ul style="list-style-type: none"> - die Grundlagen der Kunststoffe wiedergeben und kennen die entsprechenden Prüf- und Analysemethoden. - die komplexen Zusammenhänge Struktur-Eigenschaftsbeziehung erklären. - die Wechselwirkungen von chemischen Aufbau der Polymere unter Einbeziehung fachangrenzender Kontexte erläutern (z.B. Nachhaltigkeit, Umweltschutz). 		
<i>Fertigkeiten</i>	<ul style="list-style-type: none"> - mechanische Eigenschaften (Modul, Festigkeit) zu berechnen und die unterschiedlichen Materialien zu bewerten. - für werkstoffliche Probleme geeignete Lösungen auszuwählen und zu dimensionieren, z.B. Steifigkeit, Korrosion, Festigkeit. 		
Personale Kompetenzen	Studierende können		
<i>Sozialkompetenz</i>	<ul style="list-style-type: none"> - in heterogen Gruppen zu fundierten Arbeitsergebnissen kommen und diese dokumentieren. - angemessen Feedback geben und mit Rückmeldungen zu ihren eigenen Leistungen konstruktiv umgehen. 		
<i>Selbstständigkeit</i>	<ul style="list-style-type: none"> - eigene Stärken und Schwächen einzuschätzen - ihren jeweiligen Lernstand konkret zu beurteilen und auf dieser Basis weitere Arbeitsschritte zu definieren. - mögliche Konsequenzen ihres beruflichen Handelns einzuschätzen. 		
Arbeitsaufwand in Stunden	Eigenstudium 124, Präsenzstudium 56		
Leistungspunkte	6		
Studienleistung	Keine		
Prüfung	Klausur		
Prüfungsdauer und -umfang	180 min		
Zuordnung zu folgenden Curricula	Materialwissenschaft: Vertiefung Konstruktionswerkstoffe: Wahlpflicht Mediziningenieurwesen: Vertiefung Implantate und Endoprothesen: Pflicht Mediziningenieurwesen: Vertiefung Künstliche Organe und Regenerative Medizin: Wahlpflicht Mediziningenieurwesen: Vertiefung Management und Administration: Wahlpflicht Mediziningenieurwesen: Vertiefung Medizin- und Regelungstechnik: Wahlpflicht Produktentwicklung, Werkstoffe und Produktion: Vertiefung Produktion: Wahlpflicht Produktentwicklung, Werkstoffe und Produktion: Vertiefung Werkstoffe: Wahlpflicht Produktentwicklung, Werkstoffe und Produktion: Vertiefung Produktentwicklung: Wahlpflicht Theoretischer Maschinenbau: Vertiefung Materialwissenschaften: Wahlpflicht		

Lehrveranstaltung L0389: Aufbau und Eigenschaften der Kunststoffe	
Typ	Vorlesung
SWS	2
LP	3
Arbeitsaufwand in Stunden	Eigenstudium 62, Präsenzstudium 28
Dozenten	Dr. Hans Wittich
Sprachen	DE
Zeitraum	WiSe
Inhalt	<ul style="list-style-type: none"> - Struktur und Eigenschaften der Kunststoffe - Aufbau des Makromoleküls Konstitution, Konfiguration, Konformation, Bindungen, Polyreaktionen, Molekulargewichtsverteilung - Morphologie Amorph, Kristallisation, Mischungen - Eigenschaften Elastizität, Plastizität, Wechselbelastungen, - Thermische Eigenschaften, - Elektrische Eigenschaften - Theoretische Modelle zur Vorhersage der Eigenschaften - Anwendungsbeispiele
Literatur	Ehrenstein: Polymer-Werkstoffe, Carl Hanser Verlag

Lehrveranstaltung L1892: Verarbeitung und Konstruieren mit Kunststoffen	
Typ	Vorlesung
SWS	2
LP	3
Arbeitsaufwand in Stunden	Eigenstudium 62, Präsenzstudium 28
Dozenten	Prof. Bodo Fiedler, Dr. Hans Wittich
Sprachen	DE/EN
Zeitraum	WiSe
Inhalt	<p>Verarbeitung der Kunststoffe: Eigenschaften; Kalandrieren; Extrusion; Spritzgießen; Thermoformen; Schäumen; Fügen</p> <p>Designing with Polymers: Materials Selection; Structural Design; Dimensioning</p>
Literatur	<p>Oswald, Menges: Materials Science of Polymers for Engineers, Hanser Verlag</p> <p>Crawford: Plastics engineering, Pergamon Press</p> <p>Michaeli: Einführung in die Kunststoffverarbeitung, Hanser Verlag</p> <p>Konstruieren mit Kunststoffen, Gunter Erhard , Hanser Verlag</p>

Modul M1182: Technischer Ergänzungskurs für TMBMS (laut FSPO)			
Lehrveranstaltungen			
Titel	Typ	SWS	LP
Modulverantwortlicher	Prof. Robert Seifried		
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	Theoretischer Maschinenbau: Vertiefung Produktentwicklung und Produktion: Wahlpflicht Theoretischer Maschinenbau: Vertiefung Flugzeug-Systemtechnik: Wahlpflicht Theoretischer Maschinenbau: Vertiefung Materialwissenschaften: Wahlpflicht Theoretischer Maschinenbau: Vertiefung Maritime Technik: Wahlpflicht Theoretischer Maschinenbau: Vertiefung Energietechnik: Wahlpflicht Theoretischer Maschinenbau: Vertiefung Bio- und Medizintechnik: Wahlpflicht Theoretischer Maschinenbau: Vertiefung Robotik und Informatik: Wahlpflicht Theoretischer Maschinenbau: Vertiefung Simulationstechnik: Wahlpflicht		

Modul M1343: Aufbau und Eigenschaften der Faser-Kunststoff-Verbunde			
Lehrveranstaltungen			
Titel	Typ	SWS	LP
Aufbau und Eigenschaften der Faser-Kunststoff-Verbunde (L1894)	Vorlesung	2	3
Aufbau und Eigenschaften der Faser-Kunststoff-Verbunde (L2614)	Projekt-/problembasierte Lehrveranstaltung	2	2
Aufbau und Eigenschaften der Faser-Kunststoff-Verbunde (L2613)	Hörsaalübung	1	1
Modulverantwortlicher	Prof. Bodo Fiedler		
Zulassungsvoraussetzungen	Keine		
Empfohlene Vorkenntnisse	Grundlagen aus der Chemie / Physik / Werkstoffkunde		
Modulziele/ angestrebte Lernergebnisse	Nach erfolgreicher Teilnahme haben die Studierenden die folgenden Lernergebnisse erreicht		
Fachkompetenz	Studierende können		
<i>Wissen</i>	<p>Studierende können</p> <ul style="list-style-type: none"> - die Grundlagen der Faser-Kunststoff-Verbunde (FKV) und ihrer Konstituenten (Faser / Matrix) wiedergeben und kennen die entsprechenden Prüf- und Analysemethoden. - die komplexen Zusammenhänge Struktur-Eigenschaftsbeziehung erklären. - die Wechselwirkungen von chemischen Aufbau der Polymere, deren Verarbeitung mit den unterschiedlichen Fasertypen unter Einbeziehung fachangrenzender Kontexte erläutern (z.B. Nachhaltigkeit, Umweltschutz). 		
<i>Fertigkeiten</i>	<p>Studierende sind in der Lage standardisierte Berechnungsmethoden in einem angegebenen Kontext einzusetzen, um</p> <ul style="list-style-type: none"> • mechanische Eigenschaften (Modul, Festigkeit) zu berechnen und die unterschiedlichen Materialien zu bewerten. • überschlägige Dimensionierung mit Hilfe der Netztheorie der Konstruktionselemente durchführen und bewerten. • für werkstoffliche Probleme geeignete Lösungen auszuwählen und zu Dimensionieren z.B. Steifigkeit, Korrosion, Festigkeit. 		
Personale Kompetenzen	Studierende können		
<i>Sozialkompetenz</i>	<ul style="list-style-type: none"> • in heterogen Gruppen zu fundierten Arbeitsergebnissen kommen und diese dokumentieren. • angemessen Feedback geben und mit Rückmeldungen zu ihren eigenen Leistungen konstruktiv umgehen. 		
<i>Selbstständigkeit</i>	<p>Studierende sind fähig,</p> <ul style="list-style-type: none"> - eigene Stärken und Schwächen einzuschätzen. - ihren jeweiligen Lernstand konkret zu beurteilen und auf dieser Basis weitere Arbeitsschritte zu definieren. - mögliche Konsequenzen ihres beruflichen Handelns einzuschätzen. 		
Arbeitsaufwand in Stunden	Eigenstudium 110, Präsenzstudium 70		
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. Produktentwicklung und Produktion: Wahlpflicht Materialwissenschaft: Vertiefung Konstruktionswerkstoffe: Wahlpflicht Mechanical Engineering and Management: Kernqualifikation: Pflicht Produktentwicklung, Werkstoffe und Produktion: Vertiefung Produktentwicklung: Wahlpflicht Produktentwicklung, Werkstoffe und Produktion: Vertiefung Produktion: Wahlpflicht Produktentwicklung, Werkstoffe und Produktion: Vertiefung Werkstoffe: Pflicht Regenerative Energien: Vertiefung Bioenergiesysteme: Wahlpflicht Regenerative Energien: Vertiefung Windenergiesysteme: Wahlpflicht Regenerative Energien: Vertiefung Solare Energiesysteme: Wahlpflicht Theoretischer Maschinenbau: Vertiefung Materialwissenschaften: Wahlpflicht		

Lehrveranstaltung L1894: Structure and properties of fibre-polymer-composites	
Typ	Vorlesung
SWS	2
LP	3
Arbeitsaufwand in Stunden	Eigenstudium 62, Präsenzstudium 28
Dozenten	Prof. Bodo Fiedler
Sprachen	EN
Zeitraum	SoSe
Inhalt	<ul style="list-style-type: none"> - Microstructure and properties of the matrix and reinforcing materials and their interaction - Development of composite materials - Mechanical and physical properties - Mechanics of Composite Materials - Laminate theory - Test methods - Non destructive testing - Failure mechanisms - Theoretical models for the prediction of properties - Application
Literatur	Hall, Clyne: Introduction to Composite materials, Cambridge University Press Daniel, Ishai: Engineering Mechanics of Composites Materials, Oxford University Press Mallick: Fibre-Reinforced Composites, Marcel Dekker, New York

Lehrveranstaltung L2614: Aufbau und Eigenschaften der Faser-Kunststoff-Verbunde	
Typ	Projekt-/problembasierte Lehrveranstaltung
SWS	2
LP	2
Arbeitsaufwand in Stunden	Eigenstudium 32, Präsenzstudium 28
Dozenten	Prof. Bodo Fiedler
Sprachen	DE/EN
Zeitraum	SoSe
Inhalt	
Literatur	

Lehrveranstaltung L2613: Structure and properties of fibre-polymer-composites	
Typ	Hörsaalübung
SWS	1
LP	1
Arbeitsaufwand in Stunden	Eigenstudium 16, Präsenzstudium 14
Dozenten	Prof. Bodo Fiedler
Sprachen	EN
Zeitraum	SoSe
Inhalt	
Literatur	

Modul M1226: Mechanische Eigenschaften			
Lehrveranstaltungen			
Titel	Typ	SWS	LP
Mechanisches Verhalten spröder Materialien (L1661)	Vorlesung	2	3
Theorie der Versetzungsplastizität (L1662)	Vorlesung	2	3
Modulverantwortlicher	Dr. Erica Lilleodden		
Zulassungsvoraussetzungen	Keine		
Empfohlene Vorkenntnisse	Grundlagen der Werkstoffwissenschaften I/II		
Modulziele/ angestrebte Lernergebnisse	Nach erfolgreicher Teilnahme haben die Studierenden die folgenden Lernergebnisse erreicht		
Fachkompetenz	<p><i>Wissen</i> Studierende können in der Kristallographie, Statik (Freikörperbilder, Traktionen) Grundlagen der Thermodynamik (Energieminimierung, Energiebarrieren, Entropie) grundlegende Konzepte erklären.</p> <p><i>Fertigkeiten</i> Studierende sind in der Lage, standardisierte Berechnungsmethoden durchzuführen: Tensor Berechnungen, Ableitungen, Integrale, Tensor-Transformationen</p>		
Personale Kompetenzen	<p><i>Sozialkompetenz</i> Studierende können:</p> <ul style="list-style-type: none"> - angemessen Feedback geben und mit Rückmeldungen zu ihren eigenen Leistungen konstruktiv umgehen. <p><i>Selbstständigkeit</i> Studierende sind fähig:</p> <ul style="list-style-type: none"> - eigene Stärken und Schwächen allgemein einzuschätzen - angeleitet durch Lehrende ihren jeweiligen Lernstand konkret zu beurteilen und auf dieser Basis weitere Arbeitsschritte zu definieren. - selbständig auf Basis von Vorträgen zu arbeiten um Probleme zu lösen, und, wenn nötig, um Hilfe oder Klarstellungen zu bitten 		
Arbeitsaufwand in Stunden	Eigenstudium 124, Präsenzstudium 56		
Leistungspunkte	6		
Studienleistung	Keine		
Prüfung	Klausur		
Prüfungsdauer und -umfang	90 min		
Zuordnung zu folgenden Curricula	Materialwissenschaft: Kernqualifikation: Pflicht Mechanical Engineering and Management: Vertiefung Werkstoffe: Wahlpflicht Produktentwicklung, Werkstoffe und Produktion: Vertiefung Produktentwicklung: Wahlpflicht Produktentwicklung, Werkstoffe und Produktion: Vertiefung Produktion: Wahlpflicht Produktentwicklung, Werkstoffe und Produktion: Vertiefung Werkstoffe: Pflicht Theoretischer Maschinenbau: Vertiefung Materialwissenschaften: Wahlpflicht		

Lehrveranstaltung L1661: Mechanisches Verhalten spröder Materialien	
Typ	Vorlesung
SWS	2
LP	3
Arbeitsaufwand in Stunden	Eigenstudium 62, Präsenzstudium 28
Dozenten	Prof. Gerold Schneider
Sprachen	DE/EN
Zeitraum	SoSe
Inhalt	<p>Theoretische Festigkeit eines perfekten Materials, theoretische kritische Schubspannung</p> <p>Tatsächliche Festigkeit von spröden Materialien Energiefreisetzungsrates, Spannungsintensitätsfaktor, Bruchkriterium</p> <p>Streuung der Festigkeit Fehlerverteilung, Festigkeitsverteilung, Weibullverteilung</p> <p>Heterogene Materialien I Innere Spannungen, Mikrorisse, Stoffgesetze (E-Modul parallel, senkrecht)</p> <p>Heterogene Materialien II Verstärkungsmechanismen: Rissbrücken, Faser</p> <p>Heterogene Materialien III Verstärkungsmechanismen: Prozesszone</p> <p>Messmethoden der zur Bestimmung der Bruchzähigkeit spröder Materialien</p> <p>R-Kurve, stabiles/ instabile Risswachstum, Fraktographie</p> <p>Thermoschock</p> <p>Unterkritisches Risswachstum v-K-Kurve, Lebensdauerberechnung</p> <p>Kriechen</p> <p>Mechanische Eigenschaften von biologischen Materialien</p> <p>Anwendungsbeispiele zur mechanischen zuverlässigen Auslegung keramischer Bauteile</p>
Literatur	<p>D R H Jones, Michael F. Ashby, Engineering Materials 1, An Introduction to Properties, Applications and Design, Elsevier</p> <p>D.J. Green, An introduction to the mechanical properties of ceramics", Cambridge University Press, 1998</p> <p>B.R. Lawn, Fracture of Brittle Solids", Cambridge University Press, 1993</p> <p>D. Munz, T. Fett, Ceramics, Springer, 2001</p> <p>D.W. Richerson, Modern Ceramic Engineering, Marcel Decker, New York, 1992</p>

Lehrveranstaltung L1662: Theorie der Versetzungsplastizität	
Typ	Vorlesung
SWS	2
LP	3
Arbeitsaufwand in Stunden	Eigenstudium 62, Präsenzstudium 28
Dozenten	Dr. Erica Lilleodden
Sprachen	DE/EN
Zeitraum	SoSe
Inhalt	<p>Dieser Kurs deckt die Grundsätze der Versetzungstheorie aus einer metallkundlichen Perspektive ab und bietet ein grundlegendes Verständnis der Beziehungen zwischen mechanischen Eigenschaften und Defektverteilungen.</p> <p>Wir werden das Konzept von Versetzungen betrachten und einen Überblick über wichtige Konzepte (z.B. lineare Elastizität, Spannungs-Dehnungs-Beziehungen, und Stressverformung) für Theorieentwicklung erhalten. Wir werden die Theorie der Versetzungsplastizität durch abgeleitete Spannungs- und Dehnungs-Felder, dazugehörige Energien, und der induzierten Kräfte auf Versetzungen aufgrund interner und externer Spannungen entwickeln. Versetzungsstrukturen werden diskutiert, inkl. Kernstrukturmodelle, Stapelfehlern und Versetzungs-Arrays (inkl. einer Beschreibung der Grenzfläche). Mechanismen von Versetzungsmultiplikation und -Verfestigung werden abgedeckt, genau so wie generelle Prinzipien von Kriechverhalten und Dehngeschwindigkeitsempfindlichkeit. Weitere Themen beinhalten nicht-FCC Versetzungen mit einem Fokus auf dem Unterschied in Struktur und korrespondierenden Implikationen auf Versetzungsmobilität und makroskopischem mechanischen Verhalten; und Versetzungen in finiten Volumen.</p>
Literatur	<p>Vorlesungsskript</p> <p>Aktuelle Publikationen</p> <p>Bücher:</p> <p>Introduction to Dislocations, by D. Hull and D.J. Bacon</p> <p>Theory of Dislocations, by J.P. Hirth and J. Lothe</p> <p>Physical Metallurgy, by Peter Hassen</p>

Modul M1239: Experimentelle Mikro- und Nanomechanik			
Lehrveranstaltungen			
Titel	Typ	SWS	LP
Experimentelle Mikro- und Nanomechanik (L1673)	Vorlesung	2	4
Experimentelle Mikro- und Nanomechanik (L1674)	Gruppenübung	1	2
Modulverantwortlicher	Dr. Erica Lilleodden		
Zulassungsvoraussetzungen	Keine		
Empfohlene Vorkenntnisse	Grundlagen der Werkstoffwissenschaften I/II, Mechanische Eigenschaften, Phänomene und Methoden der Materialwissenschaften		
Modulziele/ angestrebte Lernergebnisse	Nach erfolgreicher Teilnahme haben die Studierenden die folgenden Lernergebnisse erreicht		
Fachkompetenz	<p><i>Wissen</i> Studierende können die Prinzipien von mechanische Verhalten (z.B. Spannung, Dehnung, E-Modul, Festigkeit, Verfestigung, Versage, Bruch) beschreiben.</p> <p>Studierende können Mikrostrukturen auf unterschiedliche Arten (z.B., REM, XRD) charakterisieren.</p> <p>Studierende können die komplexen Zusammenhänge der Struktur-Eigenschaftsbeziehung erklären.</p> <p><i>Fertigkeiten</i> Studierende sind in der Lage, standardisierte Berechnungsmethoden in einem angegebenen Kontext einzusetzen, um unter wechselnden Belastungszuständen die mechanischen Eigenschaften (E-Modul, Stärke) aus verschiedenen Materialien zu berechnen und bewerten.</p> <p>Personale Kompetenzen</p> <p><i>Sozialkompetenz</i> Studierende können:</p> <ul style="list-style-type: none"> - angemessen Feedback geben und mit Rückmeldungen zu ihren eigenen Leistungen konstruktiv umgehen. <p><i>Selbstständigkeit</i> Studierende sind fähig</p> <ul style="list-style-type: none"> - eigene Stärken und Schwächen allgemein einzuschätzen - angeleitet durch Lehrende ihren jeweiligen Lernstand konkret zu beurteilen und auf dieser Basis weitere Arbeitsschritte zu definieren. - selbständig auf Basis von Vorträgen zu arbeiten um Probleme zu lösen, und, wenn nötig, um Hilfe oder Klarstellungen zu bitten 		
Arbeitsaufwand in Stunden	Eigenstudium 138, Präsenzstudium 42		
Leistungspunkte	6		
Studienleistung	Keine		
Prüfung	Klausur		
Prüfungsdauer und -umfang	60 min		
Zuordnung zu folgenden Curricula	Materialwissenschaft: Vertiefung Nano- und Hybridmaterialien: Wahlpflicht Theoretischer Maschinenbau: Vertiefung Materialwissenschaften: Wahlpflicht		

Lehrveranstaltung L1673: Experimentelle Mikro- und Nanomechanik	
Typ	Vorlesung
SWS	2
LP	4
Arbeitsaufwand in Stunden	Eigenstudium 92, Präsenzstudium 28
Dozenten	Dr. Erica Lilleodden
Sprachen	DE/EN
Zeitraum	SoSe
Inhalt	<p>Hier werden die Prinzipien der mechanischen Prüfverfahren auf der Mikro- und Nanoskala präsentiert. Wir werden uns dabei auf metallische Materialien konzentrieren, obwohl Fragestellungen im Zusammenhang mit Keramiken und Polymeren ebenfalls diskutiert werden. Moderne Methoden werden behandelt. Dazu werden die wissenschaftliche Fragestellungen diskutiert, die mit eben diesen Methoden bearbeitet werden.</p> <ul style="list-style-type: none"> • Prinzipien der Mikromechanik <ul style="list-style-type: none"> ◦ Motivation für kleinskalige Prüfverfahren ◦ Methoden der Probevorbereitung ◦ Experimentelle Artefakte und Auflösungen • Komplementäre Strukturanalyseverfahren <ul style="list-style-type: none"> ◦ Electron back scattered diffraction ◦ Transmissions-Elektronenmikroskopie ◦ Mikro-Laue Diffraktion • Nanoindentation-basierte Testing <ul style="list-style-type: none"> ◦ Prinzipien der Kontaktmechanik ◦ Berkovich Indentation <ul style="list-style-type: none"> ▪ Konfiguration der Belastung ▪ Grundgleichungen der Spannungs-Dehnungsanalyse Anwendungsbeispiel: ▪ Indentation Grossen Effekten ◦ Mikrodruckversuchen <ul style="list-style-type: none"> ▪ Konfiguration der Belastung ▪ Grundgleichungen der Spannungs-Dehnungsanalyse Anwendungsbeispiel: ▪ Grossen Effekten der Fließspannung ◦ Mikrobiegebalkenversuchen <ul style="list-style-type: none"> ▪ Konfiguration der Belastung ▪ Grundgleichungen der Spannungs-Dehnungsanalyse Anwendungsbeispiel: ▪ Bruchverhalten
Literatur	<p>Vorlesungsskript</p> <p>Aktuelle Publikationen</p>

Lehrveranstaltung L1674: Experimentelle Mikro- und Nanomechanik	
Typ	Gruppenübung
SWS	1
LP	2
Arbeitsaufwand in Stunden	Eigenstudium 46, Präsenzstudium 14
Dozenten	Dr. Erica Lilleodden
Sprachen	DE/EN
Zeitraum	SoSe
Inhalt	Siehe korrespondierende Vorlesung
Literatur	Siehe korrespondierende Vorlesung

Modul M1237: Methoden der theoretischen Materialphysik			
Lehrveranstaltungen			
Titel	Typ	SWS	LP
Methoden der theoretischen Materialphysik (L1677)	Vorlesung	2	4
Methoden der theoretischen Materialphysik (L1678)	Gruppenübung	1	2
Modulverantwortlicher	Prof. Stefan Fritz Müller		
Zulassungsvoraussetzungen	Keine		
Empfohlene Vorkenntnisse	Kenntnisse in höherer Mathematik wie Analysis, Lineare Algebra, Differentialgleichungen und Komplexe Funktionen, z.B. Mathematik I-IV Kenntnisse in Physik, insbesondere Festkörperphysik, z.B. Materialphysik		
Modulziele/ angestrebte Lernergebnisse	Nach erfolgreicher Teilnahme haben die Studierenden die folgenden Lernergebnisse erreicht		
Fachkompetenz	<p><i>Wissen</i> Die Studierenden können...</p> <p>...die Funktionsweise unterschiedlicher Modellierungsmethoden erklären.</p> <p>...das Anwendungsfeld individueller methodischer Zugänge erfassen.</p> <p>...die Stärken und Schwächen verschiedener Methoden beurteilen.</p> <p>Die Studenten sind damit in der Lage, zu beurteilen, welche Methode zur Lösung eines wissenschaftlichen Problems am besten geeignet ist und welche Genauigkeit man von den Simulationsergebnissen erwarten kann.</p> <p><i>Fertigkeiten</i> Nach Abschluss des Moduls sind die Studierenden in der Lage...</p> <p>...als Funktion individueller Parameter, wie Längenskala, Zeitskala, Temperatur, Materialtyp, etc. die jeweils bestgeeignetste Untersuchungsmethode auszuwählen.</p>		
Personale Kompetenzen	<p><i>Sozialkompetenz</i> Die Studierenden können, etwa bei Konferenzen oder Messen, mit Experten aus verschiedenen Fachbereichen wie Physik und Werkstoffwissenschaften kompetent und auf die entsprechende Zielgruppe angepasst diskutieren. Dies erhöht auch ihre Fähigkeit, in interdisziplinären Gruppen zu arbeiten.</p> <p><i>Selbstständigkeit</i> Die Studierenden können...</p> <p>... ihre eigenen Stärken und Schwächen ermitteln.</p> <p>...benötigtes Wissen selbstständig aneignen..</p>		
Arbeitsaufwand in Stunden	Eigenstudium 138, Präsenzstudium 42		
Leistungspunkte	6		
Studienleistung	Keine		
Prüfung	Mündliche Prüfung		
Prüfungsdauer und -umfang			
Zuordnung zu folgenden Curricula	Materialwissenschaft: Vertiefung Modellierung: Wahlpflicht Theoretischer Maschinenbau: Vertiefung Materialwissenschaften: Wahlpflicht		

Lehrveranstaltung L1677: Methoden der theoretischen Materialphysik	
Typ	Vorlesung
SWS	2
LP	4
Arbeitsaufwand in Stunden	Eigenstudium 92, Präsenzstudium 28
Dozenten	Prof. Stefan Fritz Müller
Sprachen	DE/EN
Zeitraum	SoSe
Inhalt	1. Einführung 1.1 Einordnung der Modellierungen und der Materialien 2. Quantenmechanische Zugänge 2.1 Elektronenzustände : Atom, Molekül, Festkörper 2.2 Dichtefunktionaltheorie 2.3 Spin-Dynamik 3. Thermodynamische Zugänge 3.1 Thermodynamische Potenziale 3.2 Legierungssysteme 3.3 Cluster-Entwicklung 3.4 Monte-Carlo-Verfahren
Literatur	Solid State Physics, Ashcroft/Mermin, Saunders College Computational Physics, Thijsen, Cambridge Computational Materials Science, Ohno et al.. Springer Materials Science and Engineering: An Introduction, Callister/Rethwisch, Edition 9, Wiley

Lehrveranstaltung L1678: Methoden der theoretischen Materialphysik	
Typ	Gruppenübung
SWS	1
LP	2
Arbeitsaufwand in Stunden	Eigenstudium 46, Präsenzstudium 14
Dozenten	Prof. Stefan Fritz Müller
Sprachen	DE/EN
Zeitraum	SoSe
Inhalt	Siehe korrespondierende Vorlesung
Literatur	Siehe korrespondierende Vorlesung

Modul M1238: Quantenmechanik von Festkörpern			
Lehrveranstaltungen			
Titel	Typ	SWS	LP
Quantenmechanik von Festkörpern (L1675)	Vorlesung	2	4
Quantenmechanik von Festkörpern (L1676)	Gruppenübung	1	2
Modulverantwortlicher	Prof. Stefan Fritz Müller		
Zulassungsvoraussetzungen	Keine		
Empfohlene Vorkenntnisse	Kenntnisse in höherer Mathematik wie Analysis, Lineare Algebra, Differentialgleichungen und Komplexe Funktionen, z.B. Mathematik I-IV Kenntnisse in Mechanik und Physik, insbesondere Festkörperphysik, z.B. Materialphysik		
Modulziele/ angestrebte Lernergebnisse	Nach erfolgreicher Teilnahme haben die Studierenden die folgenden Lernergebnisse erreicht		
Fachkompetenz	<p><i>Wissen</i> Die Studierenden können...</p> <p>...die Grundlagen der Quantenmechanik erklären.</p> <p>...die Bedeutung der Quantenphysik für die Beschreibung von Materialeigenschaften einschätzen.</p> <p>...Korrelationen zwischen quantenmechanischen Phänomenen und deren Konsequenzen für die makroskopischen Eigenschaften von Materialien analysieren.</p> <p>Die Studenten sind damit in der Lage, wichtige Fragestellungen der Ingenieur-Wissenschaften mit quantenmechanischen Eigenschaften von Materialien in Verbindung zu bringen und damit zu erklären.</p> <p><i>Fertigkeiten</i> Nach Abschluss des Moduls sind die Studierenden in der Lage...</p> <p>...Materialdesign auf quantenmechanischer Basis zu betreiben.</p>		
Personale Kompetenzen	<p><i>Sozialkompetenz</i> Die Studierenden können mit Experten aus Fachbereichen wie Physik und Werkstoffwissenschaften kompetent über Fragen mit quantenmechanischem Hintergrund diskutieren.</p> <p><i>Selbstständigkeit</i> Die Studierenden sind in der Lage selbstständig Lösungen zu quantenmechanischen Problemen zu erarbeiten. Sie können sich zusätzlich nötiges Wissen zur Behandlung von komplexeren Fragestellungen mit quantenmechanischem Hintergrund aus der Literatur aneignen.</p>		
Arbeitsaufwand in Stunden	Eigenstudium 138, Präsenzstudium 42		
Leistungspunkte	6		
Studienleistung	Keine		
Prüfung	Mündliche Prüfung		
Prüfungsdauer und -umfang			
Zuordnung zu folgenden Curricula	Materialwissenschaft: Vertiefung Nano- und Hybridmaterialien: Wahlpflicht Materialwissenschaft: Vertiefung Modellierung: Wahlpflicht Theoretischer Maschinenbau: Vertiefung Materialwissenschaften: Wahlpflicht		

Lehrveranstaltung L1675: Quantenmechanik von Festkörpern	
Typ	Vorlesung
SWS	2
LP	4
Arbeitsaufwand in Stunden	Eigenstudium 92, Präsenzstudium 28
Dozenten	Gregor Vonbun-Feldbauer, Prof. Stefan Fritz Müller
Sprachen	DE/EN
Zeitraum	SoSe
Inhalt	<p>1. Einleitung</p> <p>1.1 Bedeutung der Quantenmechanik (QM)</p> <p>1.2 Einteilung von Festkörpern</p> <p>2. Grundlagen der Quantenmechanik</p> <p>2.1 Erinnerung : Elemente der Klassischen Mechanik</p> <p>2.2 Motivation Quantenmechanik</p> <p>2.3 Teilchen-Welle Dualismus</p> <p>2.4 QM Formalismus</p> <p>3. Grundlegende QM Probleme</p> <p>3.1 Eindimensionale Probleme: Teilchen in einem Potenzial</p> <p>3.2 System mit 2 Zuständen</p> <p>3.3 Harmonische Oszillator</p> <p>3.4 Elektronen in einem magnetischen Feld</p> <p>3.5 Wasserstoffatom</p> <p>4. Quanteneffekte in kondensierter Materie</p> <p>4.1 Einleitung</p> <p>4.2 Elektronische Zustände</p> <p>4.3 Magnetismus</p> <p>4.4 Supraleitung</p> <p>4.5 Quanten-Hall-Effekt</p>
Literatur	<p>Physik für Ingenieure, Hering/Martin/Stohrer, Springer</p> <p>Atom- und Quantenphysik, Haken/Wolf, Springer</p> <p>Grundkurs Theoretische Physik 5 1, Nolting, Springer</p> <p>Electronic Structure of Materials, Sutton, Oxford</p> <p>Materials Science and Engineering: An Introduction, Callister/Rethwisch, Edition 9, Wiley</p>

Lehrveranstaltung L1676: Quantenmechanik von Festkörpern	
Typ	Gruppenübung
SWS	1
LP	2
Arbeitsaufwand in Stunden	Eigenstudium 46, Präsenzstudium 14
Dozenten	Gregor Vonbun-Feldbauer, Prof. Stefan Fritz Müller
Sprachen	DE/EN
Zeitraum	SoSe
Inhalt	Siehe korrespondierende Vorlesung
Literatur	Siehe korrespondierende Vorlesung

Modul M1199: Moderne Funktionsmaterialien			
Lehrveranstaltungen			
Titel		Typ	SWS
Moderne Funktionsmaterialien (L1625)		Seminar	2
Modulverantwortlicher	Prof. Patrick Huber		
Zulassungsvoraussetzungen	Keine		
Empfohlene Vorkenntnisse	Kenntnisse in Werkstoffwissenschaften, z.B. aus den Modulen Werkstoffwissenschaft I/II		
Modulziele/ angestrebte Lernergebnisse	Nach erfolgreicher Teilnahme haben die Studierenden die folgenden Lernergebnisse erreicht		
Fachkompetenz			
<i>Wissen</i>	Die Studierenden können die Eigenschaften von modernen Hochleistungswerkstoffen sowie deren Einsatz in der Technik erläutern. Sie können die werkstoffwissenschaftliche Bedeutung und Anwendung von metallischen Werkstoffen, Keramiken, Polymeren, Halbleitern sowie von modernen Kompositmaterialien (insbesondere Biomaterialien) und Nanomaterialien beschreiben.		
<i>Fertigkeiten</i>	Die Studierenden sind nach dem Erlernen grundlegender Prinzipien des Materialdesigns in der Lage, selbst neue Materialkonfigurationen mit gewünschten Eigenschaften zusammenzustellen. Die Studierenden können einen Überblick über moderne Werkstoffe geben und optimale Werkstoffkombinationen für vorgegebene Anwendungen zusammenstellen.		
Personale Kompetenzen			
<i>Sozialkompetenz</i>	Die Studierenden können Lösungen gegenüber Spezialisten präsentieren und Ideen weiterentwickeln.		
<i>Selbstständigkeit</i>	Die Studierenden können ... <ul style="list-style-type: none"> • ihre eigenen Stärken und Schwächen ermitteln. • benötigtes Wissen aneignen. 		
Arbeitsaufwand in Stunden	Eigenstudium 152, Präsenzstudium 28		
Leistungspunkte	6		
Studienleistung	Keine		
Prüfung	Referat		
Prüfungsdauer und -umfang	30 min		
Zuordnung zu folgenden Curricula	Materialwissenschaft: Kernqualifikation: Pflicht Mechanical Engineering and Management: Vertiefung Werkstoffe: Wahlpflicht Mediziningenieurwesen: Vertiefung Künstliche Organe und Regenerative Medizin: Wahlpflicht Mediziningenieurwesen: Vertiefung Implantate und Endprothesen: Wahlpflicht Mediziningenieurwesen: Vertiefung Medizin- und Regelungstechnik: Wahlpflicht Mediziningenieurwesen: Vertiefung Management und Administration: Wahlpflicht Theoretischer Maschinenbau: Vertiefung Materialwissenschaften: Wahlpflicht		

Lehrveranstaltung L1625: Moderne Funktionsmaterialien	
Typ	Seminar
SWS	2
LP	6
Arbeitsaufwand in Stunden	Eigenstudium 152, Präsenzstudium 28
Dozenten	Prof. Patrick Huber, Prof. Bodo Fiedler, Prof. Gerold Schneider, Prof. Jörg Weißmüller, Prof. Kaline Pagnan Furlan, Prof. Robert Meißner
Sprachen	DE
Zeitraum	WiSe
Inhalt	1. Poröse Festkörper - Präparation, Charakterisierung und Funktionalitäten 2. Fluidik mit nanoporösen Membranen 3. Thermoplastische Elastomere 4. Eigenschaftsoptimierung von Kunststoffen durch Nanopartikel 5. Faserverbundwerkstoffe 6. Werkstoffmodellierung auf quantenmechanischer Basis 7. Biomaterialien
Literatur	Aktuelle Publikationen aus der Fachliteratur werden während der Veranstaltung bekanntgegeben.

Modul M1198: Materialphysik und atomare Materialmodellierung			
Lehrveranstaltungen			
Titel		Typ	SWS LP
Materialphysik (L1624)		Vorlesung	2 2
Quantenmechanik und atomare Materialmodellierung (L1672)		Vorlesung	2 2
Übungen zur Materialphysik und -modellierung (L2002)		Gruppenübung	2 2
Modulverantwortlicher	Prof. Patrick Huber		
Zulassungsvoraussetzungen	Keine		
Empfohlene Vorkenntnisse	Höhere Mathematik, Physik und Chemie für Studierende der Ingenieur- oder Naturwissenschaften		
Modulziele/ angestrebte Lernergebnisse	Nach erfolgreicher Teilnahme haben die Studierenden die folgenden Lernergebnisse erreicht		
Fachkompetenz	Die Studierenden sind in der Lage,		
<i>Wissen</i>	<ul style="list-style-type: none"> - die Grundbegriffe der Physik kondensierter Materie wiederzugeben - die Grundlagen für die mikroskopische Struktur und Mechanik, Thermodynamik und Optik von Materialsystemen zusammenzufassen und zu beschreiben - Konzept und Realisierung moderner Methoden der atomaren Modellierung zu verstehen sowie deren Potential und Grenzen bzgl. der gesteckten Modellierungsziele einschätzen zu können. 		
<i>Fertigkeiten</i>	<p>Nach Abschluss des Moduls sind die Studierenden in der Lage,</p> <ul style="list-style-type: none"> • fortgeschrittene Berechnungen zur Thermodynamik, Mechanik, den elektrischen und optischen Eigenschaften von Systemen der kondensierten Materie durchzuführen. • ihre Kenntnisse auch auf artverwandte Fragestellungen zu übertragen, um thermodynamische und mechanische Berechnungen durchzuführen, z.B. um neue Materialien zu designen. • Geeignete Modellierungsansätze für materialspezifische Probleme zu benennen und einfache Modelle selbst zu entwickeln. 		
Personale Kompetenzen	Die Studierenden können Lösungen gegenüber Spezialisten präsentieren und Ideen weiterentwickeln.		
<i>Sozialkompetenz</i>			
<i>Selbstständigkeit</i>	Die Studierenden sind in der Lage, ihren Wissenstand durch klausurnahe Aufgaben selbstständig einzuschätzen und kontinuierlich zu überprüfen.		
	Die Studierenden können ihre eigenen Stärken und Schwächen ermitteln und sich benötigtes Wissen aneignen.		
Arbeitsaufwand in Stunden	Eigenstudium 96, Präsenzstudium 84		
Leistungspunkte	6		
Studienleistung	Keine		
Prüfung	Klausur		
Prüfungsdauer und -umfang	90 min		
Zuordnung zu folgenden Curricula	Materialwissenschaft: Kernqualifikation: Pflicht Theoretischer Maschinenbau: Vertiefung Materialwissenschaften: Wahlpflicht		

Lehrveranstaltung L1624: Materialphysik	
Typ	Vorlesung
SWS	2
LP	2
Arbeitsaufwand in Stunden	Eigenstudium 32, Präsenzstudium 28
Dozenten	Prof. Patrick Huber
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

Lehrveranstaltung L1672: Quantenmechanik und atomare Materialmodellierung	
Typ	Vorlesung
SWS	2
LP	2
Arbeitsaufwand in Stunden	Eigenstudium 32, Präsenzstudium 28
Dozenten	Prof. Robert Meißner
Sprachen	DE
Zeitraum	WiSe
Inhalt	<ul style="list-style-type: none"> - Warum atomare Materialmodellierung - Newtonsche Bewegungsgleichung und numerisches Lösen - Ergodizität - Atommodelle - Grundlagen der Quantenmechanik - Atomare & Molekulare Mehrelektronensysteme - Hartree-Fock Ansatz und Dichtefunktionaltheorie - Monte-Carlo Verfahren - Molekulardynamiksimulationen - Phasenfeldsimulationen
Literatur	<p>Begleitliteratur zur Vorlesung (sortiert nach Relevanz):</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Daan Frenkel & Berend Smit „Understanding Molecular Simulations“ 2. Mark E. Tuckerman „Statistical Mechanics: Theory and Molecular Simulations“ 3. Andrew R. Leach „Molecular Modelling: Principles and Applications“ <p>Zur Vorbereitung auf den quantenmechanischen Teil der Klausur empfiehlt sich folgende Literatur</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Regine Freudenstein & Wilhelm Kulisch "Wiley Schnellkurs Quantenmechanik"

Lehrveranstaltung L2002: Übungen zur Materialphysik und -modellierung	
Typ	Gruppenübung
SWS	2
LP	2
Arbeitsaufwand in Stunden	Eigenstudium 32, Präsenzstudium 28
Dozenten	Prof. Robert Meißner, Prof. Patrick Huber
Sprachen	DE
Zeitraum	WiSe
Inhalt	<p>Ziel der Veranstaltung:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Vertiefung des Verständnisses des Vorlesungsstoffes in Materialphysik (mikroskopische Struktur, Gitterschwingungen, Dynamik der Elektronen, thermische und elektrische Eigenschaften von Materialien) anhand von Rechenübungen. - Erlernen von Fähigkeiten zur atomistischen Simulation von Materialien auf Basis von ab-initio und klassischen Kraftfeldrechnungen durch Hands-on Tutorials. - Vertiefung des Verständnisses im Umgang mit den Methoden zur atomistischen Simulation durch Rechenübungen in kleinen Gruppen, die die Algorithmen und theoretischen Grundlagen behandeln.
Literatur	<ul style="list-style-type: none"> - Daan Frenkel & Berend Smit: Understanding Molecular Simulation from Algorithms to Applications - Rudolf Gross und Achim Marx: Festkörperphysik - Neil Ashcroft and David Mermin: Solid State Physics

Modul M1151: Werkstoffmodellierung			
Lehrveranstaltungen			
Titel		Typ	SWS
Werkstoffmodellierung (L1535)		Vorlesung	2
Werkstoffmodellierung (L1536)		Gruppenübung	3
Modulverantwortlicher	Prof. Christian Cyron		
Zulassungsvoraussetzungen	Keine		
Empfohlene Vorkenntnisse	Grundlagen der Mechanik wie z.B. in den Modulen Technische Mechanik II und Technische Mechanik II an der TUHH unterrichtet (Kräfte und Drehmomente, Spannungen, lineare Verzerrungen, Schnittprinzip, linear-elastische Konstitutivgesetze, Verzerrungsenergie); Grundlagen der Mathematik wie z.B. in den Modulen Mathematik I und Mathematik II an der TUHH unterrichtet		
Modulziele/ angestrebte Lernergebnisse	Nach erfolgreicher Teilnahme haben die Studierenden die folgenden Lernergebnisse erreicht		
Fachkompetenz	<p><i>Wissen</i> Die Studierenden verstehen die theoretischen Grundlagen von anisotroper Elastizität, Viskoelastizität und Elasto-Plastizität im Bereich der dreidimensionalen (linearen) Kontinuumsmechanik. Im Bereich der anisotropen Elastizität kennen Sie das Konzept der Materialsymmetrie sowie seine konkrete Anwendung bei orthotropen, transversal isotropen und isotropen Materialien und sie verstehen, wie die Steifigkeit und Nachgiebigkeit dieser Materialien durch geeignete Parameter charakterisiert werden kann. Viskoelastizität verstehen die Studierenden sowohl im Zeitbereich anhand des Relaxations- und Kriechmoduls als Funktionen der Zeit wie auch im Frequenz-Bereich, wo sie das Konzept des Speicher- und Verlustmoduls kennen. Im Bereich der Elasto-Plastizität verstehen die Studierenden das Konzept der Fließgrenze bzw. (in höheren Dimensionen) Fließfläche und des plastischen Potentials. Sie kennen die Konzepte der idealen Plastizität, Verfestigung und Entfestigung. Insbesondere kennen sie die Von-Mises-Plastizität als konkretes Plastizitätsmodell.</p> <p><i>Fertigkeiten</i> Die Studierenden können selbstständig Probleme im Bereich der Werkstoffmodellierung identifizieren und lösen und sich dafür benötigtes Wissen aneignen. Dies gilt insbesondere für die Bereiche des anisotrop-elastischen, viskoelastischen und elasto-plastischen Materialverhaltens. In diesen Bereichen können die Studierenden eigenständig Modelle auch für komplexes Materialverhalten entwickeln und bewerten. Dazu haben sie die Fähigkeit, sich eigenständig in relevante Literatur einzuarbeiten und zu verstehen, welche dort beschriebenen Kenntnisse für sie relevant sind. Außerdem können sie diese Modelle in Berechnungsprogrammen (etwa basierend auf der Finite-Elemente-Methode) implementieren und so effizient für praktische Berechnungen nutzen.</p> <p>Personale Kompetenzen</p> <p><i>Sozialkompetenz</i> Die Studierenden können Materialmodelle entwickeln und gegenüber Spezialisten präsentieren. Außerdem haben sie die Fähigkeit, anspruchsvolle Themen im Bereich der Materialmodellierung mit Fachleuten unter Verwendung des geeigneten Fachvokabulars zu diskutieren, differenziert Rückfragen zu kritischen Punkten zu stellen und Modelle, die ihnen präsentiert werden, im Dialog kritisch zu hinterfragen</p> <p><i>Selbstständigkeit</i> Die Studierenden haben die Fähigkeit, eigenständig abstrakte Denkmodelle zu entwickeln, um beobachtete Phänomene in einen allgemeinen Zusammenhang einordnen und ihren weiteren Verlauf präzisieren zu können. Darüber hinaus verstehen die Studierenden die Vorteile aber auch Einschränkungen mathematischer Modelle und könne somit eigenständig entscheiden, wann diese in welchem Umfang zur Unterstützung von Entscheidungsprozessen verwendet werden können.</p>		
Arbeitsaufwand in Stunden	Eigenstudium 124, Präsenzstudium 56		
Leistungspunkte	6		
Studienleistung	Keine		
Prüfung	Klausur		
Prüfungsdauer und -umfang	60 min		
Zuordnung zu folgenden Curricula	Materialwissenschaft: Vertiefung Modellierung: Wahlpflicht Mechanical Engineering and Management: Vertiefung Werkstoffe: Wahlpflicht 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 Produktentwicklung, Werkstoffe und Produktion: Kernqualifikation: Wahlpflicht Theoretischer Maschinenbau: Vertiefung Materialwissenschaften: Wahlpflicht Theoretischer Maschinenbau: Vertiefung Simulationstechnik: Wahlpflicht		

Lehrveranstaltung L1535: Werkstoffmodellierung	
Typ	Vorlesung
SWS	2
LP	3
Arbeitsaufwand in Stunden	Eigenstudium 62, Präsenzstudium 28
Dozenten	Prof. Christian Cyron
Sprachen	DE
Zeitraum	WiSe
Inhalt	<p>Eine der wichtigsten Fragen bei der Modellierung mechanischer Systeme in der Praxis ist, wie man das Materialverhalten der einzelnen Bauteile modelliert. Neben einfacher isotroper Elastizität sind dabei von besonderer Bedeutung:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Anisotropie (richtungsabhängige Materialeigenschaften etwa bei faserverstärkten Kunststoffen) - Plastizität (dauerhafte Verformung durch einmalige hohe Belastung etwa in der Umformtechnik) - Viskoelastizität (Absorption von Energie etwa bei Dämpfern) - Kriechen (schleichende Verformung unter Langzeitbelastung z.B. in Rohrleitungen) <p>Diese Vorlesung gibt eine kurze Einführung in die theoretischen Grundlagen und mathematische Beschreibung der oben genannten Phänomene. In einer parallelen Übung werden diese anhand einfacher Berechnungsaufgaben vertieft. Dabei wird insbesondere erläutert, wie die oben genannten Phänomene in Computersimulationen modelliert werden können und wie man aus gegebenen Messdaten wichtige Materialparameter bestimmen kann.</p>
Literatur	

Lehrveranstaltung L1536: Werkstoffmodellierung	
Typ	Gruppenübung
SWS	2
LP	3
Arbeitsaufwand in Stunden	Eigenstudium 62, Präsenzstudium 28
Dozenten	Prof. Christian Cyron
Sprachen	DE
Zeitraum	WiSe
Inhalt	Siehe korrespondierende Vorlesung
Literatur	Siehe korrespondierende Vorlesung

Modul M1170: Phänomene und Methoden der Materialwissenschaft			
Lehrveranstaltungen			
Titel		Typ	SWS
Experimentelle Methoden der Materialcharakterisierung (L1580)		Vorlesung	2
Phasengleichgewichte und Umwandlungen (L1579)		Vorlesung	2
Übung zu Phänomene und Methoden der Materialwissenschaft (L2991)		Hörsaalübung	2
Modulverantwortlicher	Prof. Jörg Weißmüller		
Zulassungsvoraussetzungen	Keine		
Empfohlene Vorkenntnisse	Kenntnisse in Werkstoffwissenschaften, z.B. aus den Modulen Werkstoffwissenschaft I/II		
Modulziele/ angestrebte Lernergebnisse	Nach erfolgreicher Teilnahme haben die Studierenden die folgenden Lernergebnisse erreicht		
Fachkompetenz			
<i>Wissen</i>	Die Studierenden können die Eigenschaften von modernen Hochleistungswerkstoffen sowie deren Einsatz in der Technik erläutern. Sie können die werkstoffwissenschaftliche Bedeutung und Anwendung von metallischen Werkstoffen, Keramiken, Polymeren, Halbleitern sowie von modernen Kompositmaterialien (insbesondere Biomaterialien) und Nanomaterialien beschreiben.		
<i>Fertigkeiten</i>	Die Studierenden sind nach dem Erlernen grundlegender Prinzipien des Materialdesigns in der Lage, selbst neue Materialkonfigurationen mit gewünschten Eigenschaften zusammenzustellen. Die Studierenden können einen Überblick über moderne Werkstoffe geben und optimale Werkstoffkombinationen für vorgegebene Anwendungen zusammenstellen.		
Personale Kompetenzen			
<i>Sozialkompetenz</i>	Die Studierenden können Lösungen gegenüber Spezialisten präsentieren und Ideen weiterentwickeln.		
<i>Selbstständigkeit</i>	Die Studierenden können ... <ul style="list-style-type: none"> • ihre eigenen Stärken und Schwächen ermitteln. • benötigtes Wissen aneignen. 		
Arbeitsaufwand in Stunden	Eigenstudium 96, Präsenzstudium 84		
Leistungspunkte	6		
Studienleistung	Keine		
Prüfung	Klausur		
Prüfungsdauer und -umfang	90 min		
Zuordnung zu folgenden Curricula	Internationales Wirtschaftsingenieurwesen: Vertiefung II. Produktentwicklung und Produktion: Wahlpflicht Materialwissenschaft: Kernqualifikation: Pflicht Produktentwicklung, Werkstoffe und Produktion: Vertiefung Produktentwicklung: Wahlpflicht Produktentwicklung, Werkstoffe und Produktion: Vertiefung Produktion: Wahlpflicht Produktentwicklung, Werkstoffe und Produktion: Vertiefung Werkstoffe: Pflicht Theoretischer Maschinenbau: Vertiefung Materialwissenschaften: Wahlpflicht		

Lehrveranstaltung L1580: Experimental Methods for the Characterization of Materials	
Typ	Vorlesung
SWS	2
LP	2
Arbeitsaufwand in Stunden	Eigenstudium 32, Präsenzstudium 28
Dozenten	Prof. Shan Shi
Sprachen	EN
Zeitraum	WiSe
Inhalt	<ul style="list-style-type: none"> • Structural characterization by photons, neutrons and electrons (in particular X-ray and neutron scattering, electron microscopy, tomography) • Mechanical and thermodynamical characterization methods (indenter measurements, mechanical compression and tension tests, specific heat measurements) • Characterization of optical, electrical and magnetic properties (spectroscopy, electrical conductivity and magnetometry)
Literatur	William D. Callister and David G. Rethwisch, Materialwissenschaften und Werkstofftechnik, Wiley&Sons, Asia (2011). William D. Callister, Materials Science and Technology, Wiley& Sons, Inc. (2007).

Lehrveranstaltung L1579: Phasengleichgewichte und Umwandlungen	
Typ	Vorlesung
SWS	2
LP	2
Arbeitsaufwand in Stunden	Eigenstudium 32, Präsenzstudium 28
Dozenten	Prof. Jörg Weißmüller
Sprachen	DE
Zeitraum	WiSe
Inhalt	Grundlagen der statistischen Physik, formale Struktur der phänomenologischen Thermodynamik, einfache atomistische Modelle und freie Energiefunktionen für Mischkristalle und Verbindungen. Korrekturen bei nichtlokaler Wechselwirkung (Elastizität, Gradiententerme). Phasengleichgewicht und Legierungsphasendiagramme als Konsequenz daraus. Einfache atomistische Betrachtungen für Wechselwirkungsenergien in metallischen Mischkristallen. Diffusion in realen Systemen. Kinetik von Phasenumwandlungen unter anwendungsrelevanten Randbedingungen. Partitionierung, Stabilität und Morphologie an Erstarrungsfronten. Ordnung von Phasenübergängen, Glasübergang. Phasenübergänge in nano- und mikroskaligen Systemen.
Literatur	D.A. Porter, K.E. Easterling, "Phase transformations in metals and alloys", New York, CRC Press, Taylor & Francis, 2009, 3. Auflage Peter Haasen, „Physikalische Metallkunde“ , Springer 1994 Herbert B. Callen, "Thermodynamics and an introduction to thermostatistics", New York, NY: Wiley, 1985, 2. Auflage. Robert W. Cahn und Peter Haasen, "Physical Metallurgy", Elsevier 1996 H. Ibach, "Physics of Surfaces and Interfaces" 2006, Berlin: Springer.

Lehrveranstaltung L2991: Übung zu Phänomene und Methoden der Materialwissenschaft	
Typ	Hörsaalübung
SWS	2
LP	2
Arbeitsaufwand in Stunden	Eigenstudium 32, Präsenzstudium 28
Dozenten	Prof. Shan Shi
Sprachen	DE
Zeitraum	WiSe
Inhalt	
Literatur	

Fachmodule der Vertiefung Produktentwicklung und Produktion

Im Mittelpunkt der Vertiefung Produktentwicklung und Produktion steht das Erwerben von Wissen und Kompetenzen zum Entwickeln, Konstruieren und Fertigen maschinenbaulicher Produkte. Dieses umfasst die Produktplanung, die systematische und methodische Entwicklung von Lösungskonzepten, den Entwurf und die Konstruktion von Produkten unter besonderer Berücksichtigung der Bauteilbeanspruchung und der Kostengesichtspunkte, bis hin zur Ableitung und Erstellung von Fertigungsunterlagen und die Umsetzung in der Fertigung.

Modul M0815: Product Planning			
Lehrveranstaltungen			
Titel	Typ	SWS	LP
Produktplanung (L0851)	Vorlesung	3	3
Produktplanung Seminar (L0853)	Projekt-/problembasierte Lehrveranstaltung	2	3
Modulverantwortlicher	Prof. Cornelius Herstatt		
Zulassungsvoraussetzungen	None		
Empfohlene Vorkenntnisse	Good basic-knowledge of Business Administration		
Modulziele/ angestrebte Lernergebnisse	Nach erfolgreicher Teilnahme haben die Studierenden die folgenden Lernergebnisse erreicht		
Fachkompetenz	Students will gain insights into:		
<i>Wissen</i>	<ul style="list-style-type: none"> • Product Planning <ul style="list-style-type: none"> ◦ Process ◦ Methods • Design thinking <ul style="list-style-type: none"> ◦ Process ◦ Methods ◦ User integration 		
<i>Fertigkeiten</i>	Students will gain deep insights into:		
	<ul style="list-style-type: none"> • Product Planning <ul style="list-style-type: none"> ◦ Process-related aspects ◦ Organisational-related aspects ◦ Human-Ressource related aspects ◦ Working-tools, methods and instruments ◦ 		
Personale Kompetenzen			
<i>Sozialkompetenz</i>	<ul style="list-style-type: none"> • Interact within a team • Raise awareness for globabl issues 		
<i>Selbstständigkeit</i>	<ul style="list-style-type: none"> • Gain access to knowledge sources • Interpret complex cases • Develop presentation skills 		
Arbeitsaufwand in Stunden	Eigenstudium 110, Präsenzstudium 70		
Leistungspunkte	6		
Studienleistung	Verpflichtend Bonus	Art der Studienleistung	Beschreibung
	Ja 20 %	Fachtheoretisch-fachpraktische Studienleistung	
Prüfung	Klausur		
Prüfungsdauer und -umfang	90 Minuten		
Zuordnung zu folgenden Curricula	Global Innovation Management: Kernqualifikation: Pflicht Internationales Wirtschaftsingenieurwesen: Vertiefung I. Management: Wahlpflicht Mechanical Engineering and Management: Vertiefung Management: Wahlpflicht Produktentwicklung, Werkstoffe und Produktion: Vertiefung Produktentwicklung: Wahlpflicht Produktentwicklung, Werkstoffe und Produktion: Vertiefung Produktion: Wahlpflicht Produktentwicklung, Werkstoffe und Produktion: Vertiefung Werkstoffe: Wahlpflicht Theoretischer Maschinenbau: Vertiefung Produktentwicklung und Produktion: Wahlpflicht		

Lehrveranstaltung L0851: Product Planning	
Typ	Vorlesung
SWS	3
LP	3
Arbeitsaufwand in Stunden	Eigenstudium 48, Präsenzstudium 42
Dozenten	Prof. Cornelius Herstatt
Sprachen	EN
Zeitraum	WiSe
Inhalt	<p>Product Planning Process</p> <p>This integrated lecture is designed to understand major issues, activities and tools in the context of systematic product planning, a key activity for managing the front-end of innovation, i.e.:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Systematic scanning of markets for innovation opportunities • Understanding strengths/weakness and specific core competences of a firm as platforms for innovation • Exploring relevant sources for innovation (customers, suppliers, Lead Users, etc.) • Developing ideas for radical innovation, relying on the creativeness of employees, using techniques to stimulate creativity and creating a stimulating environment • Transferring ideas for innovation into feasible concepts which have a high market attractively <p>Voluntary presentations in the third hour (articles / case studies)</p> <ul style="list-style-type: none"> - Guest lectures by researchers - Lecture on Sustainability with frequent reference to current research - Permanent reference to current research <p>Examination:</p> <p>In addition to the written exam at the end of the module, students have to attend the PBL-exercises and prepare presentations in groups in order to pass the module. Additionally, students have the opportunity to present research papers on a voluntary base. With these presentations it is possible to gain a bonus of max. 20% for the exam. However, the bonus is only valid if the exam is passed without the bonus.</p>
Literatur	Ulrich, K./Eppinger, S.: Product Design and Development, 2nd. Edition, McGraw-Hill 2010

Lehrveranstaltung L0853: Product Planning Seminar	
Typ	Projekt-/problembasierte Lehrveranstaltung
SWS	2
LP	3
Arbeitsaufwand in Stunden	Eigenstudium 62, Präsenzstudium 28
Dozenten	Prof. Cornelius Herstatt
Sprachen	EN
Zeitraum	WiSe
Inhalt	Seminar is integrative part of the Module Product Planning (for content see lecture) and can not be chosen independantly.
Literatur	See lecture information "Product Planning".

Modul M0867: Produktionsplanung und -steuerung und Digitales Unternehmen			
Lehrveranstaltungen			
Titel	Typ	SWS	LP
Das digitale Unternehmen (L0932)	Vorlesung	2	2
Produktionsplanung und -steuerung (L0929)	Vorlesung	2	2
Produktionsplanung und -steuerung (L0930)	Gruppenübung	1	1
Übung: Das digitale Unternehmen (L0933)	Gruppenübung	1	1
Modulverantwortlicher	Prof. Hermann Lödding		
Zulassungsvoraussetzungen	Keine		
Empfohlene Vorkenntnisse	Grundlagen des Produktions- und Qualitätsmanagements		
Modulziele/ angestrebte Lernergebnisse	Nach erfolgreicher Teilnahme haben die Studierenden die folgenden Lernergebnisse erreicht		
Fachkompetenz	Studierende können die Inhalte des Moduls detailliert erläutern und dazu Stellung beziehen.		
<i>Wissen</i>	Studierende sind in der Lage, Modelle und Methoden des Moduls für industrielle Problemstellungen auszuwählen und anzuwenden.		
<i>Fertigkeiten</i>			
Personale Kompetenzen	Studierende können in fachlich gemischten Teams gemeinsame Lösungen entwickeln und diese vor anderen vertreten.		
<i>Sozialkompetenz</i>			
<i>Selbstständigkeit</i>	-		
Arbeitsaufwand in Stunden	Eigenstudium 96, Präsenzstudium 84		
Leistungspunkte	6		
Studienleistung	Keine		
Prüfung	Klausur		
Prüfungsdauer und -umfang	180 Minuten		
Zuordnung zu folgenden Curricula	Internationales Wirtschaftsingenieurwesen: Vertiefung II. Produktentwicklung und Produktion: Wahlpflicht Logistik, Infrastruktur und Mobilität: Vertiefung Produktion und Logistik: Wahlpflicht Mediziningenieurwesen: Vertiefung Künstliche Organe und Regenerative Medizin: Wahlpflicht Mediziningenieurwesen: Vertiefung Implantate und Endoprothesen: Wahlpflicht Mediziningenieurwesen: Vertiefung Medizin- und Regelungstechnik: Wahlpflicht Mediziningenieurwesen: Vertiefung Management und Administration: Pflicht Produktentwicklung, Werkstoffe und Produktion: Vertiefung Produktentwicklung: Wahlpflicht Produktentwicklung, Werkstoffe und Produktion: Vertiefung Produktion: Pflicht Produktentwicklung, Werkstoffe und Produktion: Vertiefung Werkstoffe: Wahlpflicht Theoretischer Maschinenbau: Vertiefung Produktentwicklung und Produktion: Wahlpflicht		

Lehrveranstaltung L0932: Das digitale Unternehmen	
Typ	Vorlesung
SWS	2
LP	2
Arbeitsaufwand in Stunden	Eigenstudium 32, Präsenzstudium 28
Dozenten	Dr. Axel Friedewald
Sprachen	DE
Zeitraum	WiSe
Inhalt	Im Kontext von Industrie 4.0 werden die Vernetzung und die Digitalisierung von Unternehmen zu einem strategischen Vorteil im internationalen Wettbewerb. Vorlesung thematisiert die relevantesten Bausteine hierfür und befähigt die Teilnehmer, aktuelle Entwicklungen kritisch zu hinterfragen. Insbesondere werden die Themen Wissensmanagement, Simulation, Prozessmodellierung und virtuelle Technologien behandelt. Inhalte: <ul style="list-style-type: none"> • Geschäftsprozess- und Datenmodellierung, Simulation • Wissens-/Kompetenzmanagement • Prozess-Management (PPS, Workflow-Management) • Rechnerunterstützte Arbeitsplanung - Computer Aided Planning (CAP) und • NC-Programmierung • Virtual Reality (VR) und Augmented Reality (AR) • Computer Aided Quality Management (CAQ) • Industrie 4.0
Literatur	Scheer, A.-W.: ARIS - vom Geschäftsprozess zum Anwendungssystem. Springer-Verlag, Berlin 4. Aufl. 2002 Schuh, G. et. al.: Produktionsplanung und -steuerung, Springer-Verlag, Berlin 3. Auflage 2006 Becker, J.; Luczak, H.: Workflowmanagement in der Produktionsplanung und -steuerung. Springer-Verlag, Berlin 2004 Pfeifer, T; Schmitt, R.: Masing Handbuch Qualitätsmanagement. Hanser-Verlag, München 5. Aufl. 2007 Kühn, W.: Digitale Fabrik. Hanser-Verlag, München 2006

Lehrveranstaltung L0929: Produktionsplanung und -steuerung	
Typ	Vorlesung
SWS	2
LP	2
Arbeitsaufwand in Stunden	Eigenstudium 32, Präsenzstudium 28
Dozenten	Prof. Hermann Lödding
Sprachen	DE
Zeitraum	WiSe
Inhalt	<ul style="list-style-type: none"> • Modelle der Logistik - Produktion und Lager • Produktionsprogramm- und Mengenplanung • Termin- und Kapazitätsplanung • Ausgewählte Verfahren der PPS • Fertigungssteuerung • Produktionscontrolling • Logistikmanagement in der Lieferkette
Literatur	<ul style="list-style-type: none"> • Vorlesungsskript • Lödding, H: Verfahren der Fertigungssteuerung, Springer 2008 • Nyhuis, P.; Wiendahl, H.-P.: Logistische Kennlinien, Springer 2002

Lehrveranstaltung L0930: Produktionsplanung und -steuerung	
Typ	Gruppenübung
SWS	1
LP	1
Arbeitsaufwand in Stunden	Eigenstudium 16, Präsenzstudium 14
Dozenten	Prof. Hermann Lödding
Sprachen	DE
Zeitraum	WiSe
Inhalt	Siehe korrespondierende Vorlesung
Literatur	Siehe korrespondierende Vorlesung

Lehrveranstaltung L0933: Übung: Das digitale Unternehmen	
Typ	Gruppenübung
SWS	1
LP	1
Arbeitsaufwand in Stunden	Eigenstudium 16, Präsenzstudium 14
Dozenten	Dr. Axel Friedewald
Sprachen	DE
Zeitraum	WiSe
Inhalt	Siehe korrespondierende Vorlesung
Literatur	<p>Siehe korrespondierende Vorlesung</p> <p>See interlocking course</p>

Modul M1182: Technischer Ergänzungskurs für TMBMS (laut FSPO)			
Lehrveranstaltungen			
Titel	Typ	SWS	LP
Modulverantwortlicher	Prof. Robert Seifried		
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	Theoretischer Maschinenbau: Vertiefung Produktentwicklung und Produktion: Wahlpflicht Theoretischer Maschinenbau: Vertiefung Flugzeug-Systemtechnik: Wahlpflicht Theoretischer Maschinenbau: Vertiefung Materialwissenschaften: Wahlpflicht Theoretischer Maschinenbau: Vertiefung Maritime Technik: Wahlpflicht Theoretischer Maschinenbau: Vertiefung Energietechnik: Wahlpflicht Theoretischer Maschinenbau: Vertiefung Bio- und Medizintechnik: Wahlpflicht Theoretischer Maschinenbau: Vertiefung Robotik und Informatik: Wahlpflicht Theoretischer Maschinenbau: Vertiefung Simulationstechnik: Wahlpflicht		

Modul M1024: Methoden der integrierten Produktentwicklung			
Lehrveranstaltungen			
Titel		Typ	SWS LP
Integrierte Produktentwicklung II (L1254)		Vorlesung	3 3
Integrierte Produktentwicklung II (L1255)		Projekt-/problembasierte Lehrveranstaltung	2 3
Modulverantwortlicher	Prof. Dieter Krause		
Zulassungsvoraussetzungen	Keine		
Empfohlene Vorkenntnisse	Grundkenntnisse der Integrierten Produktentwicklung und CAE-Anwendung		
Modulziele/ angestrebte Lernergebnisse	Nach erfolgreicher Teilnahme haben die Studierenden die folgenden Lernergebnisse erreicht		
Fachkompetenz			
<i>Wissen</i>	Die Studierenden sind nach erfolgreichem Bestehen des Moduls in der Lage: <ul style="list-style-type: none"> • Fachbegriffe der Konstruktionsmethodik zu erklären, • wesentliche Elemente des Konstruktionsmanagements zu beschreiben, • aktuelle Problemstellungen und den gegenwärtigen Forschungsstand der integrierten Produktentwicklung zu beschreiben. 		
<i>Fertigkeiten</i>	Die Studierenden sind nach erfolgreichem Bestehen des Moduls in der Lage: <ul style="list-style-type: none"> • für die nicht standardisierte Lösung eines Problems eine geeignete Konstruktionsmethode auszuwählen und anzuwenden sowie an neue Randbedingungen anzupassen, • Problemstellungen der Produktentwicklung mit Hilfe einer workshopbasierten Vorgehensweise zu lösen, • Moderationstechniken situationsspezifisch auszuwählen und durchzuführen. 		
Personale Kompetenzen			
<i>Sozialkompetenz</i>	Die Studierenden sind nach erfolgreichem Bestehen des Moduls in der Lage: <ul style="list-style-type: none"> • Teamsitzungen und Moderationsprozesse vorzubereiten und anzuleiten, • in Gruppenarbeitsprozessen komplexe Aufgaben gemeinsam zu bearbeiten, • Probleme und Lösungen vor Fachpersonen vertreten und Ideen weiterzuentwickeln. 		
<i>Selbstständigkeit</i>	Die Studierenden sind nach erfolgreichem Bestehen des Moduls in der Lage: <ul style="list-style-type: none"> • strukturiertes Feedback zu geben und kritisches Feedback anzunehmen, • angenommenes Feedback eigenständig umzusetzen. 		
Arbeitsaufwand in Stunden	Eigenstudium 110, Präsenzstudium 70		
Leistungspunkte	6		
Studienleistung	Keine		
Prüfung	Mündliche Prüfung		
Prüfungsdauer und -umfang	30 Minuten		
Zuordnung zu folgenden Curricula	Flugzeug-Systemtechnik: Vertiefung Kabinensysteme: Wahlpflicht Flugzeug-Systemtechnik: Vertiefung Lufttransportsysteme und Flugzeugvorentwurf: Wahlpflicht Flugzeug-Systemtechnik: Kernqualifikation: Wahlpflicht Internationales Wirtschaftsingenieurwesen: Vertiefung II. Produktentwicklung und Produktion: Wahlpflicht Mechatronics: Vertiefung Systementwurf: Wahlpflicht Produktentwicklung, Werkstoffe und Produktion: Vertiefung Produktentwicklung: Pflicht Produktentwicklung, Werkstoffe und Produktion: Vertiefung Produktion: Wahlpflicht Produktentwicklung, Werkstoffe und Produktion: Vertiefung Werkstoffe: Wahlpflicht Theoretischer Maschinenbau: Vertiefung Produktentwicklung und Produktion: Wahlpflicht		

Lehrveranstaltung L1254: Integrierte Produktentwicklung II	
Typ	Vorlesung
SWS	3
LP	3
Arbeitsaufwand in Stunden	Eigenstudium 48, Präsenzstudium 42
Dozenten	Prof. Dieter Krause
Sprachen	DE
Zeitraum	WiSe
Inhalt	<p>Vorlesung</p> <p>Die Vorlesung erweitert und vertieft die im Modul „Integrierte Produktentwicklung und Leichtbau“ erlernten Inhalte und baut auf den dort erworbenen Kenntnissen und Fähigkeiten auf.</p> <p>Themen der Vorlesung sind insbesondere:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Methoden der Produktentwicklung, • Moderationstechniken, • Industrial Design, • variantengerechte Produktgestaltung, • Modularisierungsmethoden, • Konstruktionskataloge, • angepasste QFD-Matrix, • systematische Werkstoffauswahl, • montagegerechtes Konstruieren, <p>Konstruktionsmanagement</p> <ul style="list-style-type: none"> • CE-Kennzeichnung, Konformitätserklärung inkl. Gefährdungsbeurteilung, • Patentwesen, Patentrechte, Patentüberwachung • Projektmanagement (Kosten, Zeit, Qualität) und Eskalationsprinzipien, • Entwicklungsmanagement Mechatronik, • Technisches Supply Chain Management. <p>Übung (PBL)</p> <p>In der Übung werden die in der Vorlesung Integrierte Produktentwicklung II vorgestellten Inhalte und Methoden der Produktentwicklung und des Konstruktionsmanagement weiter vertieft.</p> <p>Die Studierenden erlernen über industrienaher Praxisbeispiele ein selbstständig moderiertes und Workshop basiertes Vorgehen zur Lösung komplexer, aktuell bestehender Sachverhalte in der Produktentwicklung. Sie erlernen die Fähigkeit, selbstständig wichtige Methoden der Produktentwicklung und des Konstruktionsmanagements anzuwenden, und erwerben so weiterführende Fachkompetenzen auf dem Gebiet der Integrierten Produktentwicklung. Daneben werden personale Kompetenzen, wie Teamfähigkeit, Führen von Diskussionen und Vertreten von Arbeitsergebnissen durch den workshopbasierten Aufbau der Veranstaltung unter eigener Planung und Leitung erworben.</p>
Literatur	<ul style="list-style-type: none"> • Andreasen, M.M., Design for Assembly, Berlin, Springer 1985. • Ashby, M. F.: Materials Selection in Mechanical Design, München, Spektrum 2007. • Beckmann, H.: Supply Chain Management, Berlin, Springer 2004. • Hartmann, M., Rieger, M., Funk, R., Rath, U.: Zielgerichtet moderieren. Ein Handbuch für Führungskräfte, Berater und Trainer, Weinheim, Beltz 2007. • Pahl, G., Beitz, W.: Konstruktionslehre, Berlin, Springer 2006. • Roth, K.H.: Konstruieren mit Konstruktionskatalogen, Band 1-3, Berlin, Springer 2000. • Simpson, T.W., Siddique, Z., Jiao, R.J.: Product Platform and Product Family Design. Methods and Applications, New York, Springer 2013.

Lehrveranstaltung L1255: Integrierte Produktentwicklung II	
Typ	Projekt-/problembasierte Lehrveranstaltung
SWS	2
LP	3
Arbeitsaufwand in Stunden	Eigenstudium 62, Präsenzstudium 28
Dozenten	Prof. Dieter Krause
Sprachen	DE
Zeitraum	WiSe
Inhalt	Siehe korrespondierende Vorlesung
Literatur	Siehe korrespondierende Vorlesung

Modul M1143: Applied Design Methodology in Mechatronics			
Lehrveranstaltungen			
Titel		Typ	SWS LP
Praktische Entwicklungsmethodik in der Mechatronik (L1523)		Vorlesung	2 2
Praktische Entwicklungsmethodik in der Mechatronik (L1524)		Projekt-/problembasierte Lehrveranstaltung	3 4
Modulverantwortlicher	Prof. Thorsten Kern		
Zulassungsvoraussetzungen	None		
Empfohlene Vorkenntnisse	Basics of mechanical design, electrical design or computer-sciences		
Modulziele/ angestrebte Lernergebnisse	Nach erfolgreicher Teilnahme haben die Studierenden die folgenden Lernergebnisse erreicht		
Fachkompetenz	Science-based working on interdisciplinary product design considering targeted application of specific product design techniques		
<i>Wissen</i>			
<i>Fertigkeiten</i>	Creative handling of processes used for scientific preparation and formulation of complex product design problems / Application of various product design techniques following theoretical aspects.		
Personale Kompetenzen			
<i>Sozialkompetenz</i>	Students will solve and execute technical-scientific tasks from an industrial context in small design-teams with application of common, creative methodologies.		
<i>Selbstständigkeit</i>	Students are enabled to optimize the design and development process according to the target and topic of the design		
Arbeitsaufwand in Stunden	Eigenstudium 110, Präsenzstudium 70		
Leistungspunkte	6		
Studienleistung	Keine		
Prüfung	Fachtheoretisch-fachpraktische Arbeit		
Prüfungsdauer und -umfang	30 min Gespräch zu einer Gruppen-Entwicklungsarbeit		
Zuordnung zu folgenden Curricula	Internationales Wirtschaftsingenieurwesen: Vertiefung II. Produktentwicklung und Produktion: Wahlpflicht Internationales Wirtschaftsingenieurwesen: Vertiefung II. Mechatronik: Wahlpflicht Mechanical Engineering and Management: Vertiefung Produktentwicklung und Produktion: Wahlpflicht Mechatronics: Vertiefung Systementwurf: Wahlpflicht 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 Theoretischer Maschinenbau: Vertiefung Produktentwicklung und Produktion: Wahlpflicht		

Lehrveranstaltung L1523: Applied Design Methodology in Mechatronics	
Typ	Vorlesung
SWS	2
LP	2
Arbeitsaufwand in Stunden	Eigenstudium 32, Präsenzstudium 28
Dozenten	Prof. Thorsten Kern
Sprachen	EN
Zeitraum	SoSe
Inhalt	<ul style="list-style-type: none"> • Systematic analysis and planning of the design process for products combining a multitude of disciplines • Structure of the engineering process with focus on engineering steps (task-definition, functional decomposition, physical principles, elements for solution, combination to systems and products, execution of design, component-tests, system-tests, product-testing and qualification/validation) • Creative methods (Basics, methods like lead-user-method, 6-3-5, BrainStorming, Intergalactic Thinking, ... - Applications in examples all around mechatronics topics) • Several design-supporting methods and tools (functional structures, GALFMOS, AEIOU-method, GAMPFT, simulation and its application, TRIZ, design for SixSigma, continous integration and testing, ...) • Evaluation and final selection of solution (technical and business-considerations, preference-matrix, pair-comparison), dealing with uncertainties, decision-making • Value-analysis • Derivation of architectures and architectural management • Project-tracking and -guidance (project-lead, guiding of employees, organization of multidisciplinary R&D departments, idea-identification, responsibilities and communication) • Project-execution methods (Scrum, Kanbaan, ...) • Presentation-skills • Questions of aesthetic product design and design for subjective requirements (industrial design, color, haptic/optic/acoustic interfaces) • Evaluation of selected methods at practical examples in small teams
Literatur	<ul style="list-style-type: none"> • Definition folgt... • Pahl, G.; Beitz, W.; Feldhusen, J.; Grote, K.-H.: Konstruktionslehre: Grundlage erfolgreicher Produktentwicklung, Methoden und Anwendung, 7. Auflage, Springer Verlag, Berlin 2007 • VDI-Richtlinien: 2206; 2221ff

Lehrveranstaltung L1524: Applied Design Methodology in Mechatronics	
Typ	Projekt-/problembasierte Lehrveranstaltung
SWS	3
LP	4
Arbeitsaufwand in Stunden	Eigenstudium 78, Präsenzstudium 42
Dozenten	Prof. Thorsten Kern
Sprachen	EN
Zeitraum	SoSe
Inhalt	Siehe korrespondierende Vorlesung
Literatur	Siehe korrespondierende Vorlesung

Modul M1281: Ausgewählte Themen der Schwingungslehre			
Lehrveranstaltungen			
Titel	Ausgewählte Themen der Schwingungslehre (L1743)	Typ	Projekt-/problembasierte Lehrveranstaltung
		SWS	4
		LP	6
Modulverantwortlicher	Prof. Norbert Hoffmann		
Zulassungsvoraussetzungen	Keine		
Empfohlene Vorkenntnisse	Technische Schwingungslehre		
Modulziele/ angestrebte Lernergebnisse	Nach erfolgreicher Teilnahme haben die Studierenden die folgenden Lernergebnisse erreicht		
Fachkompetenz			
<i>Wissen</i>	Studierende sind in der Lage bestehende Begriffe und Konzepte der Höheren Schwingungslehre wiederzugeben und neue Begriffe und Konzepte zu entwickeln.		
<i>Fertigkeiten</i>	Studierende sind in der Lage bestehende Verfahren und Methoden der Höheren Schwingungslehre anzuwenden und neue Verfahren und Methoden zu entwickeln.		
Personale Kompetenzen			
<i>Sozialkompetenz</i>	Studierende können Arbeitsergebnisse auch in Gruppen erzielen.		
<i>Selbstständigkeit</i>	Studierende können eigenständig vorgegebene Forschungsaufgaben angehen und selbstständig neue Forschungsaufgaben identifizieren und bearbeiten.		
Arbeitsaufwand in Stunden	Eigenstudium 124, Präsenzstudium 56		
Leistungspunkte	6		
Studienleistung	Keine		
Prüfung	Klausur		
Prüfungsdauer und -umfang	2 Stunden		
Zuordnung zu folgenden Curricula	Mechatronics: Vertiefung Systementwurf: Wahlpflicht Mechatronics: Vertiefung Intelligente Systeme und Robotik: Wahlpflicht Mechatronics: Technischer Ergänzungskurs: Wahlpflicht Theoretischer Maschinenbau: Vertiefung Produktentwicklung und Produktion: Wahlpflicht		

Lehrveranstaltung L1743: Ausgewählte Themen der Schwingungslehre	
Typ	Projekt-/problembasierte Lehrveranstaltung
SWS	4
LP	6
Arbeitsaufwand in Stunden	Eigenstudium 124, Präsenzstudium 56
Dozenten	Prof. Norbert Hoffmann, Merten Tiedemann, Sebastian Kruse
Sprachen	DE/EN
Zeitraum	SoSe
Inhalt	Aktuelle Forschungsthemen der Schwingungslehre.
Literatur	Aktuelle Veröffentlichungen

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. Otto von Estorff		
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 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>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			
<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 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	Energietechnik: Kernqualifikation: Wahlpflicht Flugzeug-Systemtechnik: Kernqualifikation: Wahlpflicht Internationales Wirtschaftsingenieurwesen: Vertiefung II. Luftfahrtssysteme: Wahlpflicht Mechatronik: Vertiefung Systementwurf: Wahlpflicht Produktentwicklung, Werkstoffe und Produktion: Kernqualifikation: Wahlpflicht Technomathematik: Vertiefung III. Ingenieurwissenschaften: Wahlpflicht Theoretischer Maschinenbau: Vertiefung Produktentwicklung und Produktion: 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	Prof. Otto von Estorff
Sprachen	EN
Zeitraum	SoSe
Inhalt	- 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	Prof. Otto von Estorff
Sprachen	EN
Zeitraum	SoSe
Inhalt	Siehe korrespondierende Vorlesung
Literatur	Siehe korrespondierende Vorlesung

Modul M1174: Automatisierungstechnik und -systeme			
Lehrveranstaltungen			
Titel	Typ	SWS	LP
Automatisierungstechnik und -systeme (L2329)	Vorlesung	4	4
Automatisierungstechnik und -systeme (L2331)	Projekt-/problembasierte Lehrveranstaltung	1	1
Automatisierungstechnik und -systeme (L2330)	Gruppenübung	1	1
Modulverantwortlicher	Prof. Thorsten Schüppstuhl		
Zulassungsvoraussetzungen	Keine		
Empfohlene Vorkenntnisse	keine Leistungsnachweise erforderlich		
Modulziele/ angestrebte Lernergebnisse	Nach erfolgreicher Teilnahme haben die Studierenden die folgenden Lernergebnisse erreicht		
Fachkompetenz			
<i>Wissen</i>	Studierende können...		
	<ul style="list-style-type: none"> typische Komponenten der Automatisierungstechnik benennen und ihr Zusammenspiel erklären Methoden zur systematischen Analyse von Automatisierungsaufgaben erläutern und anwenden industrieroberbasierten Automatisierungssysteme erläutern 		
<i>Fertigkeiten</i>	Studierende sind in der Lage ...		
	<ul style="list-style-type: none"> komplexe Automatisierungsaufgaben zu analysieren anwendungsorientierte Lösungskonzepte zu entwickeln. Teilsysteme auszulegen und zu einem Gesamtsystem zusammenzuführen Anlagen hinsichtlich der Grundlagen der Maschinensicherheit zu untersuchen und zu bewerten Einfache Programme für Roboter und speicherprogrammierbare Steuerungen zu schreiben Schaltpläne für einfache Pneumatikanwendungen zu lesen und zu erstellen 		
Personale Kompetenzen			
<i>Sozialkompetenz</i>	Studierende können, ...		
	<ul style="list-style-type: none"> in Gruppen Lösungen für Aufgaben der Prozessautomatisierung und Handhabungstechnik erarbeiten. im Produktionsumfeld mit Fachpersonal auf fachlicher Ebene Lösungen entwickeln und Entscheidungen vertreten. 		
<i>Selbstständigkeit</i>	Studierende sind fähig, ...		
	<ul style="list-style-type: none"> mit Hilfe von Hinweisen eigenständig Aufgaben der Automatisierung zu analysieren. eigenständig Programme für Roboter oder speicherprogrammierbare Steuerungen zu erstellen. mit Hilfe von Hinweisen eigenständig Lösungen für praktische Aufgaben der Automatisierung zu finden eigenständig Sicherheitskonzepte für Automatisierungsanlagen zu entwickeln. mögliche Konsequenzen ihres beruflichen Handelns und ihre Verantwortung einzuschätzen. 		
Arbeitsaufwand in Stunden	Eigenstudium 96, Präsenzstudium 84		
Leistungspunkte	6		
Studienleistung	Keine		
Prüfung	Klausur		
Prüfungsdauer und -umfang	120 min		
Zuordnung zu folgenden Curricula	Internationales Wirtschaftsingenieurwesen: Vertiefung II. Produktentwicklung und Produktion: Wahlpflicht Produktentwicklung, Werkstoffe und Produktion: Vertiefung Produktentwicklung: Wahlpflicht Produktentwicklung, Werkstoffe und Produktion: Vertiefung Produktion: Pflicht Produktentwicklung, Werkstoffe und Produktion: Vertiefung Werkstoffe: Wahlpflicht Theoretischer Maschinenbau: Vertiefung Produktentwicklung und Produktion: Wahlpflicht		

Lehrveranstaltung L2329: Automatisierungstechnik und -systeme	
Typ	Vorlesung
SWS	4
LP	4
Arbeitsaufwand in Stunden	Eigenstudium 64, Präsenzstudium 56
Dozenten	Prof. Thorsten Schüppstuhl
Sprachen	DE
Zeitraum	SoSe
Inhalt	
Literatur	

Lehrveranstaltung L2331: Automatisierungstechnik und -systeme	
Typ	Projekt-/problembasierte Lehrveranstaltung
SWS	1
LP	1
Arbeitsaufwand in Stunden	Eigenstudium 16, Präsenzstudium 14
Dozenten	Prof. Thorsten Schüppstuhl
Sprachen	DE
Zeitraum	SoSe
Inhalt	Siehe korrespondierende Vorlesung
Literatur	Siehe korrespondierende Vorlesung

Lehrveranstaltung L2330: Automatisierungstechnik und -systeme	
Typ	Gruppenübung
SWS	1
LP	1
Arbeitsaufwand in Stunden	Eigenstudium 16, Präsenzstudium 14
Dozenten	Prof. Thorsten Schüppstuhl
Sprachen	DE
Zeitraum	SoSe
Inhalt	Siehe korrespondierende Vorlesung
Literatur	Siehe korrespondierende Vorlesung

Modul M1183: Lasersysteme und Methoden der Fertigungsprozessauslegung und -analyse			
Lehrveranstaltungen			
Titel	Typ	SWS	LP
Lasersystem- und -prozesstechnik (L1612)	Vorlesung	2	3
Methoden der Fertigungsprozessanalyse (L0876)	Vorlesung	2	3
Modulverantwortlicher	Prof. Wolfgang Hintze		
Zulassungsvoraussetzungen	Keine		
Empfohlene Vorkenntnisse	Technische Mechanik, Thermodynamik, Grundlagen der Werkstoffkunde, spanende und umformende Fertigungsverfahren, Grundlagen der Werkzeugmaschinen, Grundlagen der Regelungstechnik, Grundlagen der FEM, Grundlagen der Lasertechnik		
Modulziele/ angestrebte Lernergebnisse	Nach erfolgreicher Teilnahme haben die Studierenden die folgenden Lernergebnisse erreicht		
Fachkompetenz	Vertiefte Kenntnisse theoretischer und experimenteller Methoden zur Gestaltung und Analyse von Fertigungsprozessen		
<i>Wissen</i>	Vertiefte Kenntnisse der Lasertechnik: <ul style="list-style-type: none"> • Laserstrahlquellen: CO₂-, Nd:YAG-, Faser- und Diodenlaser • Lasersystemtechnik: Strahlformung, Strahlführungssysteme, Strahlbewegung und Strahlkontrolle • Laserbasierte Fertigungsverfahren: Lasergenerieren, Markieren, Trennen, Fügen, Oberflächenbehandlung • Qualitätssicherung und wirtschaftliche Aspekte der Lasermaterialbearbeitung • Märkte und Anwendungen der Lasertechnik 		
<i>Fertigkeiten</i>	Modellhaftes Beschreiben von Fertigungsaufgaben mit ausgewählten Methoden Modellhaftes und wissenschaftliches Analysieren von Fertigungsproblemen Systematisches Auslegen und Analysieren von Laserprozessen und -anlagen		
Personale Kompetenzen			
<i>Sozialkompetenz</i>	<ul style="list-style-type: none"> • Führen von Diskussionen • Vertreten von Arbeitsergebnissen • Respektvolles Zusammenarbeiten im Team 		
<i>Selbstständigkeit</i>	Wissen selbständig erschließen und das erworbene Wissen auch auf neue Fragestellungen transferieren können		
Arbeitsaufwand in Stunden	Eigenstudium 124, Präsenzstudium 56		
Leistungspunkte	6		
Studienleistung	Keine		
Prüfung	Klausur		
Prüfungsdauer und -umfang	180 min		
Zuordnung zu folgenden Curricula	Produktentwicklung, Werkstoffe und Produktion: Vertiefung Produktentwicklung: Wahlpflicht Produktentwicklung, Werkstoffe und Produktion: Vertiefung Produktion: Pflicht Produktentwicklung, Werkstoffe und Produktion: Vertiefung Werkstoffe: Wahlpflicht Theoretischer Maschinenbau: Vertiefung Produktentwicklung und Produktion: Wahlpflicht		

Lehrveranstaltung L1612: Laser Systems and Process Technologies	
Typ	Vorlesung
SWS	2
LP	3
Arbeitsaufwand in Stunden	Eigenstudium 62, Präsenzstudium 28
Dozenten	Prof. Claus Emmelmann
Sprachen	EN
Zeitraum	WiSe
Inhalt	<ul style="list-style-type: none"> • Fundamentals of laser technology • Laser beam sources: CO₂-, Nd:YAG-, Fiber- and Diodelasers • Laser system technology: beam forming, beam guidance systems, beam motion and beam control • Laser-based manufacturing technologies: generation, marking, cutting, joining, surface treatment • Quality assurance and economical aspects of laser material processing • Markets and Applications of laser technology • Student group exercises
Literatur	<ul style="list-style-type: none"> • Hügel, H. , T. Graf: Laser in der Fertigung : Strahlquellen, Systeme, Fertigungsverfahren, 3. Aufl., Vieweg + Teubner Wiesbaden 2014. • Eichler, J., Eichler, H. J.: Laser: Bauformen, Strahlführung, Anwendungen, 7. Aufl., Springer-Verlag Berlin Heidelberg 2010. • Steen W. M.; Mazumder J.: Laser material processing, 4th Edition, Springer-Verlag London 2010. • J.C. Ion: Laser processing of engineering materials: principles, procedure and industrial applications, Elsevier Butterworth-Heinemann 2005. • Gebhardt, A.: Understanding additive manufacturing, München [u.a.] Hanser 2011

Lehrveranstaltung L0876: Methoden der Fertigungsprozessanalyse	
Typ	Vorlesung
SWS	2
LP	3
Arbeitsaufwand in Stunden	Eigenstudium 62, Präsenzstudium 28
Dozenten	Prof. Wolfgang Hintze
Sprachen	DE
Zeitraum	WiSe
Inhalt	<ul style="list-style-type: none"> • Modellbildung und Simulation mechanischer Fertigungsprozesse • Numerische Simulation von Kräften, Temperaturen, Verformungen in Fertigungsprozessen • Analyse von Schwingungsproblemen in der Zerspanung (Rattern, Modalanalyse,..) • Wissensgestützte Prozeßplanung • Statistische Versuchsplanung • Zerspanbarkeit nichtmetallischer Werkstoffe • Analyse von Wechselwirkungen zwischen Prozess und Werkzeugmaschine in bezug auf Prozeßstabilität und Werkstückqualität • Simulation von Fertigungsprozessen mittels Virtual Reality Methoden
Literatur	<p>Tönshoff, H.K.; Denkena, B.; Spanen Grundlagen, Springer (2004)</p> <p>Klocke, F.; König, W.; Fertigungsverfahren Umformen, Springer (2006)</p> <p>Weck, M.; Werkzeugmaschinen Fertigungssysteme 3, Springer (2001)</p> <p>Weck, M.; Werkzeugmaschinen Fertigungssysteme 5, Springer (2001)</p>

Modul M0806: Technical Acoustics II (Room Acoustics, Computational Methods)			
Lehrveranstaltungen			
Titel		Typ	SWS LP
Technische Akustik II (Raumakustik, Berechnungsverfahren) (L0519)		Vorlesung	2 3
Technische Akustik II (Raumakustik, Berechnungsverfahren) (L0521)		Hörsaalübung	2 3
Modulverantwortlicher	Prof. Benedikt Kriegesmann		
Zulassungsvoraussetzungen	None		
Empfohlene Vorkenntnisse	Technical Acoustics I (Acoustic Waves, Noise Protection, Psycho Acoustics) 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 in acoustics regarding room acoustics and computational methods and are able to give an overview of the corresponding theoretical and methodical basis. <i>Fertigkeiten</i> The students are capable to handle engineering problems in acoustics by theory-based application of the demanding computational methods and procedures treated within the module.		
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 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	Mündliche Prüfung		
Prüfungsdauer und -umfang			
Zuordnung zu folgenden Curricula	Flugzeug-Systemtechnik: Kernqualifikation: Wahlpflicht Mechatronics: Vertiefung Systementwurf: Wahlpflicht Produktentwicklung, Werkstoffe und Produktion: Kernqualifikation: Wahlpflicht Theoretischer Maschinenbau: Vertiefung Produktentwicklung und Produktion: Wahlpflicht Theoretischer Maschinenbau: Vertiefung Simulationstechnik: Wahlpflicht		

Lehrveranstaltung L0519: Technical Acoustics II (Room Acoustics, Computational Methods)	
Typ	Vorlesung
SWS	2
LP	3
Arbeitsaufwand in Stunden	Eigenstudium 62, Präsenzstudium 28
Dozenten	Dr.-Ing. Sören Keuchel
Sprachen	EN
Zeitraum	WiSe
Inhalt	- Room acoustics - Sound absorber - Standard computations - Statistical Energy Approaches - Finite Element Methods - Boundary Element Methods - Geometrical acoustics - Special formulations - Practical applications - Hands-on Sessions: Programming of elements (Matlab)
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 Gaul, L.; Fiedler, Ch. (1997): Methode der Randelemente in Statik und Dynamik. Vieweg, Braunschweig, Wiesbaden Bathe, K.-J. (2000): Finite-Elemente-Methoden. Springer Verlag, Berlin

Lehrveranstaltung L0521: Technical Acoustics II (Room Acoustics, Computational Methods)	
Typ	Hörsaalübung
SWS	2
LP	3
Arbeitsaufwand in Stunden	Eigenstudium 62, Präsenzstudium 28
Dozenten	Dr.-Ing. Sören Keuchel
Sprachen	EN
Zeitraum	WiSe
Inhalt	Siehe korrespondierende Vorlesung
Literatur	Siehe korrespondierende Vorlesung

Modul M0563: Robotics			
Lehrveranstaltungen			
Titel		Typ	SWS LP
Robotik: Modellierung und Regelung (L0168)		Integrierte Vorlesung	4 4
Robotik: Modellierung und Regelung (L1305)		Projekt-/problembasierte Lehrveranstaltung	2 2
Modulverantwortlicher	Dr. Martin Gomse		
Zulassungsvoraussetzungen	None		
Empfohlene Vorkenntnisse	Fundamentals of electrical engineering Broad knowledge of mechanics Fundamentals of control theory		
Modulziele/ angestrebte Lernergebnisse	Nach erfolgreicher Teilnahme haben die Studierenden die folgenden Lernergebnisse erreicht		
Fachkompetenz	<i>Wissen</i> Students are able to describe fundamental properties of robots and solution approaches for multiple problems in robotics. <i>Fertigkeiten</i> Students are able to derive and solve equations of motion for various manipulators. Students can generate trajectories in various coordinate systems. Students can design linear and partially nonlinear controllers for robotic manipulators.		
Personale Kompetenzen	<i>Sozialkompetenz</i> Students are able to work goal-oriented in small mixed groups. <i>Selbstständigkeit</i> Students are able to recognize and improve knowledge deficits independently. With instructor assistance, students are able to evaluate their own knowledge level and define a further course of study.		
Arbeitsaufwand in Stunden	Eigenstudium 96, Präsenzstudium 84		
Leistungspunkte	6		
Studienleistung	Verpflichtend Bonus	Art der Studienleistung	Beschreibung
	Ja Keiner	Fachtheoretisch- fachpraktische Studienleistung	Teilnahme an PBL-Einheiten sowie Erreichen des Gesamtziels und der jeweiligen Session-Ziele
Prüfung	Klausur		
Prüfungsdauer und -umfang	120 min		
Zuordnung zu folgenden Curricula	Flugzeug-Systemtechnik: Kernqualifikation: Wahlpflicht Internationales Wirtschaftsingenieurwesen: Vertiefung II. Produktentwicklung und Produktion: Wahlpflicht Internationales Wirtschaftsingenieurwesen: Vertiefung II. Mechatronik: Wahlpflicht Mechanical Engineering and Management: Kernqualifikation: Pflicht Mechatronics: Kernqualifikation: Pflicht Produktentwicklung, Werkstoffe und Produktion: Vertiefung Produktentwicklung: Wahlpflicht Produktentwicklung, Werkstoffe und Produktion: Vertiefung Produktion: Wahlpflicht Produktentwicklung, Werkstoffe und Produktion: Vertiefung Werkstoffe: Wahlpflicht Theoretischer Maschinenbau: Vertiefung Robotik und Informatik: Wahlpflicht Theoretischer Maschinenbau: Vertiefung Produktentwicklung und Produktion: Wahlpflicht		

Lehrveranstaltung L0168: Robotics: Modelling and Control	
Typ	Integrierte Vorlesung
SWS	4
LP	4
Arbeitsaufwand in Stunden	Eigenstudium 64, Präsenzstudium 56
Dozenten	Dr. Martin Gomse
Sprachen	EN
Zeitraum	WiSe
Inhalt	Fundamental kinematics of rigid body systems Newton-Euler equations for manipulators Trajectory generation Linear and nonlinear control of robots
Literatur	Craig, John J.: Introduction to Robotics Mechanics and Control, Third Edition, Prentice Hall. ISBN 0201-54361-3 Spong, Mark W.; Hutchinson, Seth; Vidyasagar, M. : Robot Modeling and Control. WILEY. ISBN 0-471-64990-2

Lehrveranstaltung L1305: Robotics: Modelling and Control	
Typ	Projekt-/problembasierte Lehrveranstaltung
SWS	2
LP	2
Arbeitsaufwand in Stunden	Eigenstudium 32, Präsenzstudium 28
Dozenten	Dr. Martin Gomse
Sprachen	EN
Zeitraum	WiSe
Inhalt	Siehe korrespondierende Vorlesung
Literatur	Siehe korrespondierende Vorlesung

Modul M0739: Fabrikplanung & Produktionslogistik			
Lehrveranstaltungen			
Titel		Typ	SWS LP
Fabrikplanung (L1445)		Vorlesung	3 3
Produktionslogistik (L1446)		Vorlesung	2 3
Modulverantwortlicher	Prof. Jochen Kreuzfeldt		
Zulassungsvoraussetzungen	Keine		
Empfohlene Vorkenntnisse	Bachelorabschluss in Logistik		
Modulziele/ angestrebte Lernergebnisse	Nach erfolgreicher Teilnahme haben die Studierenden die folgenden Lernergebnisse erreicht		
Fachkompetenz	Die Studierenden erwerben folgende Kenntnisse:		
<i>Wissen</i>	<ol style="list-style-type: none"> 1. Die Studierenden kennen aktuelle Trends und Entwicklungen in der Fabrikplanung. 2. Die Studierenden können grundsätzliche Vorgehensmodelle der Fabrikplanung erklären und unter Berücksichtigung unterschiedlicher Gegebenheiten einsetzen. 3. Die Studierenden kennen verschiedene Methoden der Fabrikplanung und können sich mit diesen kritisch auseinandersetzen. 		
<i>Fertigkeiten</i>	<p>Die Studierenden erwerben folgende Fertigkeiten:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Die Studierenden können Fabriken und andere Materialflusssysteme hinsichtlich Neuentwicklungs- und Änderungsbedarf analysieren. 2. Die Studierenden können Fabriken und andere Materialflusssysteme neu planen und umgestalten. 3. Die Studierenden können Vorgehensweisen zur Implementierung neuer und geänderter Materialflusssysteme entwickeln. 		
Personale Kompetenzen	Die Studierenden erwerben folgende Sozialkompetenzen:		
<i>Sozialkompetenz</i>	<ol style="list-style-type: none"> 1. Die Studierenden können in der Gruppe Planungsvorschläge zur Entwicklung neuer und Verbesserung existierender Materialflusssysteme entwickeln. 2. Die entwickelten Planungsvorschläge aus der Gruppenarbeit können gemeinsam dokumentiert und präsentiert werden. 3. Die Studierenden können aus der Kritik der Planungsvorschläge Verbesserungsvorschläge ableiten und selbst konstruktiv Kritik üben. 		
<i>Selbstständigkeit</i>	<p>Die Studierenden erwerben folgende selbstständige Kompetenzen:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Die Studierenden sind in der Lage unter Anwendung erlernter Vorgehensmodelle die Neu- und Umgestaltung von Materialflusssystemen zu planen. 2. Die Studierenden können die Stärken und Schwächen erlernter Methoden der Fabrikplanung selbstständig erarbeiten und in einem Kontext geeignete Methoden auswählen. 3. Die Studierenden können selbstständig Neuplanungen und Umgestaltungen von Materialflusssystemen durchführen. 		
Arbeitsaufwand in Stunden	Eigenstudium 110, Präsenzstudium 70		
Leistungspunkte	6		
Studienleistung	Keine		
Prüfung	Klausur		
Prüfungsdauer und -umfang	120 min		
Zuordnung zu folgenden Curricula	Internationales Wirtschaftsingenieurwesen: Vertiefung II. Produktentwicklung und Produktion: Wahlpflicht Internationales Wirtschaftsingenieurwesen: Vertiefung II. Logistik: Wahlpflicht Logistik, Infrastruktur und Mobilität: Vertiefung Produktion und Logistik: Wahlpflicht Theoretischer Maschinenbau: Vertiefung Produktentwicklung und Produktion: Wahlpflicht		

Lehrveranstaltung L1445: Fabrikplanung	
Typ	Vorlesung
SWS	3
LP	3
Arbeitsaufwand in Stunden	Eigenstudium 48, Präsenzstudium 42
Dozenten	Prof. Jochen Kreuzfeldt, Philipp Maximilian_doppelt Braun_doppelt
Sprachen	DE
Zeitraum	WiSe
Inhalt	<p>Die Vorlesung gibt eine Einführung in die Fabrik- und Materialflussplanung. Die Studierenden erlernen dabei Vorgehensmodelle und Methoden, um neue Fabriken zu planen und bestehende Materialflusssysteme zu verbessern. Die Vorlesung enthält drei grundsätzliche Themenfelder:</p> <p>(1) Analyse von Fabrik- und Materialflusssystemen</p> <p>(2) Neu- und Umplanung von Fabrik- und Materialflusssystemen</p> <p>(3) Implementierung und Umsetzung der Fabrikplanung</p> <p>Die Studierenden arbeiten sich dabei in mehrere verschiedene Methoden und Musterlösungen pro Themenfeld ein. Beispiele aus der Praxis und Planungsübungen vertiefen die besprochenen Methoden und erklären die Anwendung. Die Besonderheiten einer Fabrikplanung im internationalen Kontext werden vermittelt. Aktuelle Trends in der Fabrikplanung runden die Vorlesung ab.</p>
Literatur	<p>Bracht, Uwe; Wenzel, Sigrid; Geckler, Dieter (2018): Digitale Fabrik: Methoden und Praxisbeispiele. 2. Aufl.: Springer, Berlin.</p> <p>Helbing, Kurt W. (2010): Handbuch Fabrikprojektierung. Berlin, Heidelberg: Springer Berlin Heidelberg.</p> <p>Lotter, Bruno; Wiendahl, Hans-Peter (2012): Montage in der industriellen Produktion: Optimierte Abläufe, rationale Automatisierung. 2. Aufl.: Springer, Berlin.</p> <p>Müller, Egon; Engelmann, Jörg; Löffler, Thomas; Jörg, Strauch (2009): Energieeffiziente Fabriken planen und betreiben. Berlin, Heidelberg: Springer Berlin Heidelberg.</p> <p>Schenk, Michael; Müller, Egon; Wirth, Siegfried (2014): Fabrikplanung und Fabrikbetrieb. Methoden für die wandlungsfähige, vernetzte und ressourceneffiziente Fabrik. 2. Aufl. Berlin [u.a.]: Springer Vieweg.</p> <p>Wiendahl, Hans-Peter; Reichardt, Jürgen; Nyhuis, Peter (2014): Handbuch Fabrikplanung: Konzept, Gestaltung und Umsetzung wandlungsfähiger Produktionsstätten. 2. Aufl. Carl Hanser Verlag.</p>

Lehrveranstaltung L1446: Produktionslogistik	
Typ	Vorlesung
SWS	2
LP	3
Arbeitsaufwand in Stunden	Eigenstudium 62, Präsenzstudium 28
Dozenten	Dipl.-Ing. Arnd Schirrmann
Sprachen	DE
Zeitraum	WiSe
Inhalt	<ul style="list-style-type: none"> • Einführung: Situation, Bedeutung und Innovationsschwerpunkte der Logistik im Produktionsunternehmen, Aspekte der Beschaffungs-, Produktions-, Distributions- und Entsorgungslogistik, Produktions- und Transportnetzwerke • Logistik als Produktionsstrategie: Logistikorientierte Arbeitsweise in der Fabrik, Durchlaufzeit, Unternehmensstrategie, strukturierte Vernetzung, Senkung der Komplexität, integrierte Organisation, Integrierte Produkt- und Produktionslogistik (IPPL) • Logistikgerechte Produkt- und Prozessstrukturierung: Logistikgerechte Produkt-, Materialfluss-, Informations- und Organisationsstrukturen • Logistikorientierte Produktionssteuerung: Situation und Entwicklungstendenzen, Logistik und Kybernetik, Marktorientierte Produktionsplanung, -steuerung, -überwachung, PPS-Systeme und Fertigungssteuerung, kybernetische Produktionsorganisation und -steuerung (KYPOS), Produktionslogistik-Leitsysteme (PLL). • Planung der Produktionslogistik: Kennzahlen, Entwicklung eines Produktionslogistik-Konzeptes, EDV-gestützte Hilfsmittel zur Planung der Produktionslogistik, IPPL-Funktionen, Wirtschaftlichkeit von Logistik-Projekten • Produktionslogistik-Controlling: Produktionslogistik und Controlling, materialflussorientierte Kostentransparenz, Kostencontrolling (Prozesskostenrechnung, Kostenmodell im IPPL), Verfahrenscontrolling (Ganzheitliches Produktionssystem, Methoden und Tools, Methodenportal MEPORT.net)
Literatur	Pawellek, G.: Produktionslogistik: Planung - Steuerung - Controlling. Carl Hanser Verlag 2007

Modul M1025: Fluidtechnik			
Lehrveranstaltungen			
Titel	Typ	SWS	LP
Fluidtechnik (L1256)	Vorlesung	2	3
Fluidtechnik (L1371)	Projekt-/problembasierte	1	2
Fluidtechnik (L1257)	Lehrveranstaltung Hörsaalübung	1	1
Modulverantwortlicher	Prof. Dieter Krause		
Zulassungsvoraussetzungen	Keine		
Empfohlene Vorkenntnisse	Gute Kenntnisse in Mechanik (Stereostatik, Elastostatik, Hydrostatik, Kinematik und Kinetik), Strömungsmechanik und Konstruktionslehre		
Modulziele/ angestrebte Lernergebnisse	Nach erfolgreicher Teilnahme haben die Studierenden die folgenden Lernergebnisse erreicht		
Fachkompetenz	<p><i>Wissen</i> Die Studierenden sind nach erfolgreichem Bestehen in der Lage,</p> <ul style="list-style-type: none"> • Aufbau und Funktionsweise von Komponenten der Hydrostatik, Pneumatik und Hydrodynamik zu erklären, • das Zusammenwirken hydraulischer Komponenten in Systemen zu erläutern, • die Steuerung und Regelung hydraulischer Systeme detailliert zu erklären, • Funktion und Einsatzbereiche von hydrodynamischen Wandlern, Bremsen und Kupplungen sowie von Kreiselpumpen und Aggregaten in der Anlagentechnik zu beschreiben. <p><i>Fertigkeiten</i> Die Studierenden sind nach erfolgreichem Bestehen in der Lage,</p> <ul style="list-style-type: none"> • hydraulische und pneumatische Komponenten und Systeme zu analysieren und zu beurteilen, • hydraulische Systeme für mechanische Anwendungen zu konzipieren und zu dimensionieren, • Numerische Simulationen hydraulischer Systeme anhand abstrakter Problemstellungen durchzuführen, • Pumpenkennlinien für hydraulische Anlagen auszuwählen und anzupassen, • Wandler und Bremsen für mechanische Aggregate auszulegen. 		
Personale Kompetenzen	<p><i>Sozialkompetenz</i> Die Studierenden sind nach erfolgreichem Bestehen in der Lage,</p> <ul style="list-style-type: none"> • in der Vorlesung Funktionszusammenhänge in Gruppen zu diskutieren und vorzustellen, • Arbeiten in Teams selbstständig zu organisieren. <p><i>Selbstständigkeit</i> Die Studierenden sind nach erfolgreichem Bestehen in der Lage,</p> <ul style="list-style-type: none"> • für die Simulation erforderliches Wissen selbstständig zu erschließen. 		
Arbeitsaufwand in Stunden	Eigenstudium 124, Präsenzstudium 56		
Leistungspunkte	6		
Studienleistung	Verpflichtend	Bonus	Art der Studienleistung
	Ja	Keiner	Testate
Prüfung	Klausur		
Prüfungsdauer und -umfang	90		
Zuordnung zu folgenden Curricula	Internationales Wirtschaftsingenieurwesen: Vertiefung II. Mechatronik: Wahlpflicht Internationales Wirtschaftsingenieurwesen: Vertiefung II. Produktentwicklung und Produktion: Wahlpflicht Produktentwicklung, Werkstoffe und Produktion: Vertiefung Produktentwicklung: Pflicht Produktentwicklung, Werkstoffe und Produktion: Vertiefung Produktion: Wahlpflicht Produktentwicklung, Werkstoffe und Produktion: Vertiefung Werkstoffe: Wahlpflicht Theoretischer Maschinenbau: Vertiefung Produktentwicklung und Produktion: Wahlpflicht		

Lehrveranstaltung L1256: Fluidtechnik	
Typ	Vorlesung
SWS	2
LP	3
Arbeitsaufwand in Stunden	Eigenstudium 62, Präsenzstudium 28
Dozenten	Prof. Dieter Krause
Sprachen	DE
Zeitraum	WiSe
Inhalt	<p>Vorlesung</p> <p>Hydrostatik</p> <ul style="list-style-type: none"> • Physikalische Grundlagen • Druckflüssigkeiten • Hydrostatische Maschinen • Ventile • Komponenten • Hydrostatische Getriebe • Anwendungsbeispiele aus der Industrie <p>Pneumatik</p> <ul style="list-style-type: none"> • Druckluftherzeugung • Pneumatische Motoren • Anwendungsbeispiele <p>Hydrodynamik</p> <ul style="list-style-type: none"> • Physikalische Grundlagen • Hydraulische Strömungsmaschinen • Hydrodynamische Getriebe • Zusammenarbeit von Motor und Getriebe <p>Hörsaalübung</p> <p>Hydrostatik</p> <ul style="list-style-type: none"> • Lesen und Entwerfen von hydraulischen Schaltplänen • Auslegung von hydrostatischen Fahr- und Arbeitsantrieben • Leistungsberechnung <p>Hydrodynamik</p> <ul style="list-style-type: none"> • Berechnung/Auslegung von hydrodynamischen Wandlern • Berechnung/Auslegung von Kreiselpumpen • Erstellen und Lesen von Pumpen- und Anlagenkennlinien <p>Exkursion</p> <ul style="list-style-type: none"> • Es findet eine Exkursion zu einem regionalen Unternehmen der Hydraulikbranche statt. <p>Übung</p> <p>Numerische Simulation hydrostatischer Systeme</p> <ul style="list-style-type: none"> • Kennenlernen einer numerischen Simulationsumgebung für hydraulische Systeme • Umsetzen einer Aufgabenstellung in ein Simulationsmodell • Simulation gängiger Komponenten • Variation von Simulationsparametern • Nutzung von Simulation zur Systemauslegung und -optimierung • Z.T. selbstorganisiertes Arbeiten in Teams
Literatur	<p>Bücher</p> <ul style="list-style-type: none"> • Murrenhoff, H.: Grundlagen der Fluidtechnik - Teil 1: Hydraulik, Shaker Verlag, Aachen, 2011 • Murrenhoff, H.: Grundlagen der Fluidtechnik - Teil 2: Pneumatik, Shaker Verlag, Aachen, 2006 • Matthias, H.J., Renius, K.Th.: Einführung in die Ölhydraulik, Teubner Verlag, 2006 • Beitz, W., Grote, K.-H.: Dubbel - Taschenbuch für den Maschinenbau, Springer-Verlag, Berlin, aktuelle Auflage <p>Skript zur Vorlesung</p>

Lehrveranstaltung L1371: Fluidtechnik	
Typ	Projekt-/problembasierte Lehrveranstaltung
SWS	1
LP	2
Arbeitsaufwand in Stunden	Eigenstudium 46, Präsenzstudium 14
Dozenten	Prof. Dieter Krause
Sprachen	DE
Zeitraum	WiSe
Inhalt	Siehe korrespondierende Vorlesung
Literatur	Siehe korrespondierende Vorlesung

Lehrveranstaltung L1257: Fluidtechnik	
Typ	Hörsaalübung
SWS	1
LP	1
Arbeitsaufwand in Stunden	Eigenstudium 16, Präsenzstudium 14
Dozenten	Prof. Dieter Krause
Sprachen	DE
Zeitraum	WiSe
Inhalt	Siehe korrespondierende Vorlesung
Literatur	Siehe korrespondierende Vorlesung

Modul M1596: Engineering Haptic Systems			
Lehrveranstaltungen			
Titel	Typ	SWS	LP
Haptische Technologie für die Mensch-Maschine-Schnittstelle (MMI) (L2439)	Vorlesung	4	3
Haptische Technologie für die Mensch-Maschine-Schnittstelle (MMI) (L2859)	Projekt-/problembasierte Lehrveranstaltung	2	3
Modulverantwortlicher	Prof. Thorsten Kern		
Zulassungsvoraussetzungen	None		
Empfohlene Vorkenntnisse	We recommend knowledge in the areas of general engineering sciences, mechatronics and/or control-engineering. However also neighbouring technical areas like mechanical-engineering or even process-engineers can join the course and will be introduced into the content properly.		
Modulziele/ angestrebte Lernergebnisse	Nach erfolgreicher Teilnahme haben die Studierenden die folgenden Lernergebnisse erreicht		
Fachkompetenz	<p><i>Wissen</i> This course is an introduction to the design methods and design-requirements to consider when creating haptic systems from scratch. It covers a physiological part, an actuator development part, and goes up to fundamentals of higher system integration with consideration on control theory for more complex projects. Beside design-related topics, it gives a valuable overview on existing haptic applications and research in that field with many examples. This is supported by on-site experiments in the laboratories of M-4.</p> <ul style="list-style-type: none"> • Motivation and application of haptic systems • Haptic perception • The role of the user in direct system interaction • Development of haptic systems • Identification of requirements • System-structure and control • Kinematic fundamentals • Actuation & Sensors technology for haptic applications • Control and system-design aspects • Fundamental considerations in simulating haptics <p><i>Fertigkeiten</i> Executing the course the competency will be developed to apply the general engineering capabilities of the individual course towards the design and application of active haptic systems. The resulting competencies will open an entry into specialized position in avionic-industries, automotive-industry and consumer-device-development.</p> <p>Personale Kompetenzen</p> <p><i>Sozialkompetenz</i> As a side-effect this module teaches basics of a general design for human-machine-interfaces, independent from the specific application of "haptics". It teaches methods to execute user-studies, judge on user-feedback and how to deal with soft design-requirements which are common when dealing with subjective perception.</p> <p><i>Selbstständigkeit</i> Independent design-capability of haptic systems, general competency in engineering from a design-perspective</p>		
Arbeitsaufwand in Stunden	Eigenstudium 96, Präsenzstudium 84		
Leistungspunkte	6		
Studienleistung	Verpflichtend Bonus	Art der Studienleistung	Beschreibung
	Ja 20 %	Fachtheoretisch-fachpraktische Studienleistung	Durchführung von Laborversuchen
Prüfung	Fachtheoretisch-fachpraktische Arbeit		
Prüfungsdauer und -umfang	30 min		
Zuordnung zu folgenden Curricula	Mechatronics: Technischer Ergänzungskurs: Wahlpflicht Mechatronics: Vertiefung Intelligente Systeme und Robotik: Wahlpflicht Mechatronics: Vertiefung Systementwurf: Wahlpflicht Theoretischer Maschinenbau: Vertiefung Produktentwicklung und Produktion: Wahlpflicht		

Lehrveranstaltung L2439: Haptic Technology for Human-Machine-Interfaces (HMI)	
Typ	Vorlesung
SWS	4
LP	3
Arbeitsaufwand in Stunden	Eigenstudium 34, Präsenzstudium 56
Dozenten	Prof. Thorsten Kern
Sprachen	EN
Zeitraum	WiSe
Inhalt	<p>This course is an introduction to the design methods and design-requirements to consider when creating haptic systems from scratch. It covers a physiological part, an actuator development part, and goes up to fundamentals of higher system integration with consideration on control theory for more complex projects. Beside design-related topics, it gives a valuable overview on existing haptic applications and research in that field with many examples.</p> <ul style="list-style-type: none"> • Motivation and application of haptic systems • Haptic perception • The role of the user in direct system interaction • Development of haptic systems • Identification of requirements • System-structure and control • Kinematic fundamentals • Actuation & Sensors technology for haptic applications • Control and system-design aspects • Fundamental considerations in simulating haptics
Literatur	

Lehrveranstaltung L2859: Haptic Technology for Human-Machine-Interfaces (HMI)	
Typ	Projekt-/problembasierte Lehrveranstaltung
SWS	2
LP	3
Arbeitsaufwand in Stunden	Eigenstudium 62, Präsenzstudium 28
Dozenten	Prof. Thorsten Kern
Sprachen	EN
Zeitraum	WiSe
Inhalt	Siehe korrespondierende Vorlesung
Literatur	Siehe korrespondierende Vorlesung

Modul M1665: Konstruieren mit Faser-Kunststoff-Verbunden			
Lehrveranstaltungen			
Titel	Typ	SWS	LP
Konstruieren mit Faser-Kunststoff-Verbunden (L1893)	Vorlesung	2	3
Konstruieren mit Faser-Kunststoff-Verbunden (L2616)	Projekt-/problembasierte Lehrveranstaltung	2	2
Konstruieren mit Faser-Kunststoff-Verbunden (L2615)	Hörsaalübung	1	1
Modulverantwortlicher	Prof. Bodo Fiedler		
Zulassungsvoraussetzungen	Keine		
Empfohlene Vorkenntnisse	Grundlagen aus der Chemie / Physik / Werkstoffkunde		
Modulziele/ angestrebte Lernergebnisse	Nach erfolgreicher Teilnahme haben die Studierenden die folgenden Lernergebnisse erreicht		
Fachkompetenz	Studierende können		
<i>Wissen</i>	<ul style="list-style-type: none"> - die Grundlagen der Faser-Kunststoff-Verbunde (FKV) und ihrer Konstituenten (Faser / Matrix) wiedergeben und kennen die entsprechenden Prüf- und Analysemethoden. - die komplexen Zusammenhänge Struktur-Eigenschaftsbeziehung erklären. - die Wechselwirkungen von chemischen Aufbau der Polymere, deren Verarbeitung mit den unterschiedlichen Fasertypen unter Einbeziehung fachangrenzender Kontexte erläutern (z.B. Nachhaltigkeit, Umweltschutz). 		
<i>Fertigkeiten</i>	Studierende sind in der Lage standardisierte Berechnungsmethoden in einem angegebenen Kontext einzusetzen, um <ul style="list-style-type: none"> • mechanische Eigenschaften (Modul, Festigkeit) zu berechnen und die unterschiedlichen Materialien zu bewerten. • überschlägige Dimensionierung mit Hilfe der Netztheorie der Konstruktionselemente durchführen und bewerten. • für werkstoffliche Probleme geeignete Lösungen auszuwählen und zu dimensionieren z.B. Steifigkeit, Korrosion, Festigkeit. 		
Personale Kompetenzen	Studierende können		
<i>Sozialkompetenz</i>	<ul style="list-style-type: none"> • in heterogenen Gruppen zu fundierten Arbeitsergebnissen kommen und diese dokumentieren. • angemessen Feedback geben und mit Rückmeldungen zu ihren eigenen Leistungen konstruktiv umgehen. 		
<i>Selbstständigkeit</i>	Studierende sind fähig, <ul style="list-style-type: none"> - eigene Stärken und Schwächen einzuschätzen. - ihren jeweiligen Lernstand konkret zu beurteilen und auf dieser Basis weitere Arbeitsschritte zu definieren. - mögliche Konsequenzen ihres beruflichen Handelns einzuschätzen. 		
Arbeitsaufwand in Stunden	Eigenstudium 110, Präsenzstudium 70		
Leistungspunkte	6		
Studienleistung	Keine		
Prüfung	Klausur		
Prüfungsdauer und -umfang	90 min		
Zuordnung zu folgenden Curricula	Materialwissenschaft: Vertiefung Konstruktionswerkstoffe: Wahlpflicht Theoretischer Maschinenbau: Vertiefung Produktentwicklung und Produktion: Wahlpflicht		

Lehrveranstaltung L1893: Design with fibre-polymer-composites	
Typ	Vorlesung
SWS	2
LP	3
Arbeitsaufwand in Stunden	Eigenstudium 62, Präsenzstudium 28
Dozenten	Prof. Bodo Fiedler
Sprachen	EN
Zeitraum	WiSe
Inhalt	Designing with Composites: Laminate Theory; Failure Criteria; Design of Pipes and Shafts; Sandwich Structures; Notches; Joining Techniques; Compression Loading; Examples
Literatur	Konstruieren mit Kunststoffen, Gunter Erhard, Hanser Verlag

Lehrveranstaltung L2616: Konstruieren mit Faser-Kunststoff-Verbunden	
Typ	Projekt-/problembasierte Lehrveranstaltung
SWS	2
LP	2
Arbeitsaufwand in Stunden	Eigenstudium 32, Präsenzstudium 28
Dozenten	Prof. Bodo Fiedler
Sprachen	DE/EN
Zeitraum	WiSe
Inhalt	
Literatur	

Lehrveranstaltung L2615: Design with fibre-polymer-composites	
Typ	Hörsaalübung
SWS	1
LP	1
Arbeitsaufwand in Stunden	Eigenstudium 16, Präsenzstudium 14
Dozenten	Prof. Bodo Fiedler
Sprachen	EN
Zeitraum	WiSe
Inhalt	
Literatur	

Fachmodule der Vertiefung Robotik und Informatik

Modul M0563: Robotics			
Lehrveranstaltungen			
Titel	Typ	SWS	LP
Robotik: Modellierung und Regelung (L0168)	Integrierte Vorlesung	4	4
Robotik: Modellierung und Regelung (L1305)	Projekt-/problembasierte Lehrveranstaltung	2	2
Modulverantwortlicher	Dr. Martin Gomse		
Zulassungsvoraussetzungen	None		
Empfohlene Vorkenntnisse	Fundamentals of electrical engineering Broad knowledge of mechanics Fundamentals of control theory		
Modulziele/ angestrebte Lernergebnisse	Nach erfolgreicher Teilnahme haben die Studierenden die folgenden Lernergebnisse erreicht		
Fachkompetenz <i>Wissen</i> <i>Fertigkeiten</i>	Students are able to describe fundamental properties of robots and solution approaches for multiple problems in robotics. Students are able to derive and solve equations of motion for various manipulators. Students can generate trajectories in various coordinate systems. Students can design linear and partially nonlinear controllers for robotic manipulators.		
Personale Kompetenzen <i>Sozialkompetenz</i> <i>Selbstständigkeit</i>	Students are able to work goal-oriented in small mixed groups. Students are able to recognize and improve knowledge deficits independently. With instructor assistance, students are able to evaluate their own knowledge level and define a further course of study.		
Arbeitsaufwand in Stunden	Eigenstudium 96, Präsenzstudium 84		
Leistungspunkte	6		
Studienleistung	Keine		
Prüfung	Klausur		
Prüfungsdauer und -umfang	120 min		
Zuordnung zu folgenden Curricula	Flugzeug-Systemtechnik: Kernqualifikation: Wahlpflicht Flugzeug-Systemtechnik: Vertiefung Flugzeugsysteme: Wahlpflicht Internationales Wirtschaftsingenieurwesen: Vertiefung II. Mechatronik: Wahlpflicht Internationales Wirtschaftsingenieurwesen: Vertiefung II. Produktentwicklung und Produktion: Wahlpflicht Mechanical Engineering and Management: Kernqualifikation: Pflicht Mechatronics: Kernqualifikation: Pflicht Produktentwicklung, Werkstoffe und Produktion: Vertiefung Produktentwicklung: Wahlpflicht Produktentwicklung, Werkstoffe und Produktion: Vertiefung Produktion: Wahlpflicht Produktentwicklung, Werkstoffe und Produktion: Vertiefung Werkstoffe: Wahlpflicht Theoretischer Maschinenbau: Vertiefung Robotik und Informatik: Wahlpflicht		

Lehrveranstaltung L0168: Robotics: Modelling and Control	
Typ	Integrierte Vorlesung
SWS	4
LP	4
Arbeitsaufwand in Stunden	Eigenstudium 64, Präsenzstudium 56
Dozenten	Dr. Martin Gomse
Sprachen	EN
Zeitraum	WiSe
Inhalt	Fundamental kinematics of rigid body systems Newton-Euler equations for manipulators Trajectory generation Linear and nonlinear control of robots
Literatur	Craig, John J.: Introduction to Robotics Mechanics and Control, Third Edition, Prentice Hall. ISBN 0201-54361-3 Spong, Mark W.; Hutchinson, Seth; Vidyasagar, M. : Robot Modeling and Control. WILEY. ISBN 0-471-64990-2

Lehrveranstaltung L1305: Robotics: Modelling and Control	
Typ	Projekt-/problembasierte Lehrveranstaltung
SWS	2
LP	2
Arbeitsaufwand in Stunden	Eigenstudium 32, Präsenzstudium 28
Dozenten	Dr. Martin Gomse
Sprachen	EN
Zeitraum	WiSe
Inhalt	Siehe korrespondierende Vorlesung
Literatur	Siehe korrespondierende Vorlesung

Modul M152: Mathematik neuronaler Netzwerke			
Lehrveranstaltungen			
Titel	Typ	SWS	LP
Mathematik neuronaler Netzwerke (L2322)	Vorlesung	2	3
Mathematik neuronaler Netzwerke (L2323)	Gruppenübung	2	3
Modulverantwortlicher	Dr. Jens-Peter Zemke		
Zulassungsvoraussetzungen	Keine		
Empfohlene Vorkenntnisse	<ol style="list-style-type: none"> 1. Mathematik I-III 2. Numerische Mathematik 1/ Numerik 3. Programmierkenntnisse, bestenfalls in Python 		
Modulziele/ angestrebte Lernergebnisse	Nach erfolgreicher Teilnahme haben die Studierenden die folgenden Lernergebnisse erreicht		
Fachkompetenz	<p><i>Wissen</i> Studierende können die mathematischen Grundlagen verschiedener neuronaler Netze benennen, wiedergeben, neuronale Netze klassifizieren und hinsichtlich der Schwierigkeiten bewerten.</p> <p><i>Fertigkeiten</i> Studierende können neuronale Netze implementieren, verstehen und gezielt sowie an die Problemstellung angepasst anwenden.</p>		
Personale Kompetenzen	<p><i>Sozialkompetenz</i> Studierende können</p> <ul style="list-style-type: none"> • in kleinen Gruppen Lösungen erarbeiten und dokumentieren; • in Gruppen Ideen weiterentwickeln und auf anderen Kontext übertragen; • im Team eine Software-Bibliothek entwickeln, aufbauen und weiterentwickeln. <p><i>Selbstständigkeit</i> Studierende sind fähig</p> <ul style="list-style-type: none"> • den Aufwand und Umfang selbst definierter Aufgaben korrekt einzuschätzen; • selbst einzuschätzen, ob sie die begleitenden theoretischen und praktischen Übungsaufgaben besser allein oder im Team lösen; • sich eigenständig Aufgaben zum Test und zum Ausbau der Verfahren auszudenken; • 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 Informatik-Ingenieurwesen: Vertiefung III. Mathematik: Wahlpflicht Mechatronics: Vertiefung Intelligente Systeme und Robotik: Wahlpflicht Mechatronics: Technischer Ergänzungskurs: Wahlpflicht Technomathematik: Vertiefung I. Mathematik: Wahlpflicht Theoretischer Maschinenbau: Vertiefung Robotik und Informatik: Wahlpflicht		

Lehrveranstaltung L2322: Mathematik neuronaler Netzwerke	
Typ	Vorlesung
SWS	2
LP	3
Arbeitsaufwand in Stunden	Eigenstudium 62, Präsenzstudium 28
Dozenten	Dr. Jens-Peter Zemke
Sprachen	DE/EN
Zeitraum	WiSe
Inhalt	<ol style="list-style-type: none"> 1. Grundlagen: Analogie, Aufbau neuronaler Netze, universelle Approximationseigenschaft, NP-Vollständigkeit 2. Feedforward-Netze: Backpropagation, Varianten des stochastischen Gradientenverfahrens 3. Deep Learning: Probleme und Lösungsstrategien 4. Deep Belief Networks: Energie-basierte Modelle, Contrastive Divergence 5. Faltungsnetze: Idee, Aufbau, FFT und Algorithmen von Winograd, Implementationsdetails 6. Rekurrente Netze: Idee, dynamische Systeme, Training, LSTM 7. Residuale Netze: Idee, Verbindung zu neuronalen ODEs 8. Standardbibliotheken: Tensorflow, Keras, PyTorch 9. Neue Trends
Literatur	<ol style="list-style-type: none"> 1. Skript 2. Online-Werke: <ul style="list-style-type: none"> ◦ http://neuralnetworksanddeeplearning.com/ ◦ https://www.deeplearningbook.org/

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

Modul M0550: Digital Image Analysis			
Lehrveranstaltungen			
Titel		Typ	SWS
Digitale Bildanalyse (L0126)		Vorlesung	4
Modulverantwortlicher	Prof. Rolf-Rainer Grigat		
Zulassungsvoraussetzungen	None		
Empfohlene Vorkenntnisse	System theory of one-dimensional signals (convolution and correlation, sampling theory, interpolation and decimation, Fourier transform, linear time-invariant systems), linear algebra (Eigenvalue decomposition, SVD), basic stochastics and statistics (expectation values, influence of sample size, correlation and covariance, normal distribution and its parameters), basics of Matlab, basics in optics		
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"> • Describe imaging processes • Depict the physics of sensorics • Explain linear and non-linear filtering of signals • Establish interdisciplinary connections in the subject area and arrange them in their context • Interpret effects of the most important classes of imaging sensors and displays using mathematical methods and physical models. 		
<i>Fertigkeiten</i>	Students are able to <ul style="list-style-type: none"> • Use highly sophisticated methods and procedures of the subject area • Identify problems and develop and implement creative solutions. Students can solve simple arithmetical problems relating to the specification and design of image processing and image analysis systems. Students are able to assess different solution approaches in multidimensional decision-making areas. Students can undertake a prototypical analysis of processes in Matlab.		
Personale Kompetenzen			
<i>Sozialkompetenz</i>	k.A.		
<i>Selbstständigkeit</i>	Students can solve image analysis tasks independently using the relevant literature.		
Arbeitsaufwand in Stunden	Eigenstudium 124, Präsenzstudium 56		
Leistungspunkte	6		
Studienleistung	Keine		
Prüfung	Klausur		
Prüfungsdauer und -umfang	60 Minuten, Umfang Vorlesung und Materialien im StudIP		
Zuordnung zu folgenden Curricula	Computer Science: Vertiefung II. Intelligenz-Engineering: Wahlpflicht Elektrotechnik: Vertiefung Nachrichten- und Kommunikationstechnik: Wahlpflicht Elektrotechnik: Vertiefung Medizintechnik: Wahlpflicht Information and Communication Systems: Vertiefung Kommunikationssysteme, Schwerpunkt Signalverarbeitung: Wahlpflicht Information and Communication Systems: Vertiefung Sichere und zuverlässige IT-Systeme, Schwerpunkt Software und Signalverarbeitung : Wahlpflicht Internationales Wirtschaftsingenieurwesen: Vertiefung II. Informationstechnologie: Wahlpflicht Mechatronics: Vertiefung Intelligente Systeme und Robotik: Wahlpflicht Microelectronics and Microsystems: Vertiefung Communication and Signal Processing: Wahlpflicht Theoretischer Maschinenbau: Vertiefung Robotik und Informatik: Wahlpflicht		

Lehrveranstaltung L0126: Digital Image Analysis	
Typ	Vorlesung
SWS	4
LP	6
Arbeitsaufwand in Stunden	Eigenstudium 124, Präsenzstudium 56
Dozenten	Prof. Rolf-Rainer Grigat
Sprachen	EN
Zeitraum	WiSe
Inhalt	<ul style="list-style-type: none"> • Image representation, definition of images and volume data sets, illumination, radiometry, multispectral imaging, reflectivities, shape from shading • Perception of luminance and color, color spaces and transforms, color matching functions, human visual system, color appearance models • imaging sensors (CMOS, CCD, HDR, X-ray, IR), sensor characterization(EMVA1288), lenses and optics • spatio-temporal sampling (interpolation, decimation, aliasing, leakage, moiré, flicker, apertures) • features (filters, edge detection, morphology, invariance, statistical features, texture) • optical flow (variational methods, quadratic optimization, Euler-Lagrange equations) • segmentation (distance, region growing, cluster analysis, active contours, level sets, energy minimization and graph cuts) • registration (distance and similarity, variational calculus, iterative closest points)
Literatur	<p>Bredies/Lorenz, Mathematische Bildverarbeitung, Vieweg, 2011</p> <p>Wedel/Cremers, Stereo Scene Flow for 3D Motion Analysis, Springer 2011</p> <p>Handels, Medizinische Bildverarbeitung, Vieweg, 2000</p> <p>Pratt, Digital Image Processing, Wiley, 2001</p> <p>Jain, Fundamentals of Digital Image Processing, Prentice Hall, 1989</p>

Modul M1248: Compiler für Eingebettete Systeme			
Lehrveranstaltungen			
Titel	Typ	SWS	LP
Compiler für Eingebettete Systeme (L1692)	Vorlesung	3	4
Compiler für Eingebettete Systeme (L1693)	Projekt-/problembasierte Lehrveranstaltung	1	2
Modulverantwortlicher	Prof. Heiko Falk		
Zulassungsvoraussetzungen	Keine		
Empfohlene Vorkenntnisse	Modul "Eingebettete Systeme" C/C++ Programmierkenntnisse		
Modulziele/ angestrebte Lernergebnisse	Nach erfolgreicher Teilnahme haben die Studierenden die folgenden Lernergebnisse erreicht		
Fachkompetenz	<p><i>Wissen</i></p> <p>Die Bedeutung Eingebetteter Systeme steigt von Jahr zu Jahr. Innerhalb Eingebetteter Systeme steigt der Software-Anteil, der auf Prozessoren ausgeführt wird, aufgrund geringerer Kosten und höherer Flexibilität ebenso kontinuierlich. Wegen der besonderen Einsatzgebiete Eingebetteter Systeme kommen hier hochgradig spezialisierte Prozessoren zum Einsatz, die applikationsspezifisch auf ihr jeweiliges Einsatzgebiet ausgerichtet sind. Diese hochgradig spezialisierten Prozessoren stellen hohe Anforderungen an einen Compiler, der Code von hoher Qualität generieren soll. Nach erfolgreichem Besuch der Veranstaltung sind die Studierenden in der Lage,</p> <ul style="list-style-type: none"> • Struktur und Aufbau derartiger Compiler aufzuzeigen, • interne Zwischendarstellungen auf verschiedenen Abstraktionsniveaus zu unterscheiden und zu erklären, und • Probleme und Optimierungen in allen Compilerphasen zu beurteilen. <p>Wegen der hohen Anforderungen an Compiler für Eingebettete Systeme sind effektive Optimierungen unerlässlich. Die Studierenden lernen insbes.,</p> <ul style="list-style-type: none"> • welche Arten von Optimierungen es auf Quellcode-Niveau gibt, • wie die Übersetzung von der Quellsprache nach Assembler abläuft, • welche Arten von Optimierungen auf Assembler-Niveau durchzuführen sind, • wie die Registerallokation vonstatten geht, und • wie Speicherhierarchien effizient ausgenutzt werden. <p>Da Compiler für Eingebettete Systeme oft verschiedene Zielfunktionen optimieren sollen (z.B. durchschnittliche oder worst-case Laufzeit, Energieverbrauch, Code-Größe), lernen die Studierenden den Einfluss von Optimierungen auf diese verschiedenen Zielfunktionen zu beurteilen.</p> <p><i>Fertigkeiten</i></p> <p>Studierende werden in die Lage versetzt, hochsprachlichen Programmcode in Maschinensprache zu übersetzen. Die Studierenden erwerben die Fähigkeit zu beurteilen, welche Art von Code-Optimierung innerhalb eines Compilers am effektivsten auf welchem Abstraktionsniveau (bspw. Quell- oder Assemblercode) durchzuführen ist.</p> <p>Während der Übungen erwerben die Studierenden die Fähigkeit, einen funktionierenden Compiler mitsamt Optimierungen zu implementieren.</p> <p>Personale Kompetenzen</p> <p><i>Sozialkompetenz</i></p> <p>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.</p> <p><i>Selbstständigkeit</i></p> <p>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.</p>		
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 I. Computer- und Software-Engineering: Wahlpflicht Elektrotechnik: Vertiefung Nachrichten- und Kommunikationstechnik: Wahlpflicht Flugzeug-Systemtechnik: Kernqualifikation: Wahlpflicht Mechatronics: Vertiefung Intelligente Systeme und Robotik: Wahlpflicht Mechatronics: Vertiefung Systementwurf: Wahlpflicht Mechatronics: Technischer Ergänzungskurs: Wahlpflicht Theoretischer Maschinenbau: Vertiefung Robotik und Informatik: Wahlpflicht		

Lehrveranstaltung L1692: Compiler für Eingebettete Systeme	
Typ	Vorlesung
SWS	3
LP	4
Arbeitsaufwand in Stunden	Eigenstudium 78, Präsenzstudium 42
Dozenten	Prof. Heiko Falk
Sprachen	DE/EN
Zeitraum	SoSe
Inhalt	<ul style="list-style-type: none"> • Einleitung und Motivation • Compiler für Eingebettete Systeme - Anforderungen und Abhängigkeiten • Interne Struktur von Compilern • Pre-Pass Optimierungen • HIR Optimierungen und Transformationen • Code-Generierung • LIR Optimierungen und Transformationen • Register-Allokation • WCET-bewusste Code-Generierung • Ausblick
Literatur	<ul style="list-style-type: none"> • Peter Marwedel. Embedded System Design - Embedded Systems Foundations of Cyber-Physical Systems. 2nd Edition, Springer, 2012. • Steven S. Muchnick. Advanced Compiler Design and Implementation. Morgan Kaufmann, 1997. • Andrew W. Appel. Modern compiler implementation in C. Oxford University Press, 1998.

Lehrveranstaltung L1693: Compiler für Eingebettete Systeme	
Typ	Projekt-/problembasierte Lehrveranstaltung
SWS	1
LP	2
Arbeitsaufwand in Stunden	Eigenstudium 46, Präsenzstudium 14
Dozenten	Prof. Heiko Falk
Sprachen	DE/EN
Zeitraum	SoSe
Inhalt	Siehe korrespondierende Vorlesung
Literatur	Siehe korrespondierende Vorlesung

Modul M1702: Process Imaging			
Lehrveranstaltungen			
Titel		Typ	SWS
Prozessbildung (L2723)		Vorlesung	2
Prozessbildung (L2724)		Projekt-/problembasierte Lehrveranstaltung	2 3
Modulverantwortlicher	Prof. Alexander Penn		
Zulassungsvoraussetzungen	None		
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 124, Präsenzstudium 56		
Leistungspunkte	6		
Studienleistung	Keine		
Prüfung	Klausur		
Prüfungsdauer und -umfang	120 min		
Zuordnung zu folgenden Curricula	Bioverfahrenstechnik: Vertiefung A - Allgemeine Bioverfahrenstechnik: Wahlpflicht Bioverfahrenstechnik: Vertiefung A - Allgemeine Bioverfahrenstechnik: Wahlpflicht Bioverfahrenstechnik: Vertiefung B - Industrielle Bioverfahrenstechnik: Wahlpflicht Bioverfahrenstechnik: Vertiefung B - Industrielle Bioverfahrenstechnik: Wahlpflicht Bioverfahrenstechnik: Vertiefung C - Bioökonomische Verfahrenstechnik, Schwerpunkt Energie und Bioprozesstechnik: Wahlpflicht Bioverfahrenstechnik: Vertiefung C - Bioökonomische Verfahrenstechnik, Schwerpunkt Energie und Bioprozesstechnik: Wahlpflicht Chemical and Bioprocess Engineering: Vertiefung Allgemeine Verfahrenstechnik: Wahlpflicht Chemical and Bioprocess Engineering: Vertiefung Allgemeine Verfahrenstechnik: Wahlpflicht Chemical and Bioprocess Engineering: Vertiefung Bioverfahrenstechnik: Wahlpflicht Chemical and Bioprocess Engineering: Vertiefung Bioverfahrenstechnik: Wahlpflicht Chemical and Bioprocess Engineering: Vertiefung Chemische Verfahrenstechnik: Wahlpflicht Chemical and Bioprocess Engineering: Vertiefung Chemische Verfahrenstechnik: Wahlpflicht Computer Science: Vertiefung II. Intelligenz-Engineering: Wahlpflicht Information and Communication Systems: Vertiefung Kommunikationssysteme, Schwerpunkt Signalverarbeitung: Wahlpflicht Internationales Wirtschaftsingenieurwesen: Vertiefung II. Verfahrenstechnik und Biotechnologie: Wahlpflicht Theoretischer Maschinenbau: Vertiefung Robotik und Informatik: Wahlpflicht Theoretischer Maschinenbau: Vertiefung Robotik und Informatik: Wahlpflicht Verfahrenstechnik: Vertiefung Allgemeine Verfahrenstechnik: Wahlpflicht Verfahrenstechnik: Vertiefung Allgemeine Verfahrenstechnik: Wahlpflicht Verfahrenstechnik: Vertiefung Chemische Verfahrenstechnik: Wahlpflicht Verfahrenstechnik: Vertiefung Chemische Verfahrenstechnik: Wahlpflicht Verfahrenstechnik: Vertiefung Umweltverfahrenstechnik: Wahlpflicht Verfahrenstechnik: Vertiefung Umweltverfahrenstechnik: Wahlpflicht Wasser- und Umweltingenieurwesen: Vertiefung Umwelt: Wahlpflicht Wasser- und Umweltingenieurwesen: Vertiefung Umwelt: Wahlpflicht Wasser- und Umweltingenieurwesen: Vertiefung Wasser: Wahlpflicht Wasser- und Umweltingenieurwesen: Vertiefung Wasser: Wahlpflicht		

Lehrveranstaltung L2723: Process Imaging	
Typ	Vorlesung
SWS	2
LP	3
Arbeitsaufwand in Stunden	Eigenstudium 62, Präsenzstudium 28
Dozenten	Prof. Alexander Penn
Sprachen	EN
Zeitraum	SoSe
Inhalt	
Literatur	

Lehrveranstaltung L2724: Process Imaging	
Typ	Projekt-/problembasierte Lehrveranstaltung
SWS	2
LP	3
Arbeitsaufwand in Stunden	Eigenstudium 62, Präsenzstudium 28
Dozenten	Prof. Alexander Penn, Dr. Stefan Benders
Sprachen	EN
Zeitraum	SoSe
Inhalt	
Literatur	

Modul M0627: Machine Learning and Data Mining			
Lehrveranstaltungen			
Titel	Typ	SWS	LP
Maschinelles Lernen und Data Mining (L0340)	Vorlesung	2	4
Maschinelles Lernen und Data Mining (L0510)	Gruppenübung	2	2
Modulverantwortlicher	NN		
Zulassungsvoraussetzungen	None		
Empfohlene Vorkenntnisse	<ul style="list-style-type: none"> • Calculus • Stochastics 		
Modulziele/ angestrebte Lernergebnisse	Nach erfolgreicher Teilnahme haben die Studierenden die folgenden Lernergebnisse erreicht		
Fachkompetenz	<p><i>Wissen</i> Students can explain the difference between instance-based and model-based learning approaches, and they can enumerate basic machine learning technique for each of the two basic approaches, either on the basis of static data, or on the basis of incrementally incoming data . For dealing with uncertainty, students can describe suitable representation formalisms, and they explain how axioms, features, parameters, or structures used in these formalisms can be learned automatically with different algorithms. Students are also able to sketch different clustering techniques. They depict how the performance of learned classifiers can be improved by ensemble learning, and they can summarize how this influences computational learning theory. Algorithms for reinforcement learning can also be explained by students.</p> <p><i>Fertigkeiten</i> Student derive decision trees and, in turn, propositional rule sets from simple and static data tables and are able to name and explain basic optimization techniques. They present and apply the basic idea of first-order inductive learning. Students apply the BME, MAP, ML, and EM algorithms for learning parameters of Bayesian networks and compare the different algorithms. They also know how to carry out Gaussian mixture learning. They can contrast kNN classifiers, neural networks, and support vector machines, and name their basic application areas and algorithmic properties. Students can describe basic clustering techniques and explain the basic components of those techniques. Students compare related machine learning techniques, e.g., k-means clustering and nearest neighbor classification. They can distinguish various ensemble learning techniques and compare the different goals of those techniques.</p>		
Personale Kompetenzen	<p><i>Sozialkompetenz</i></p> <p><i>Selbstständigkeit</i></p>		
Arbeitsaufwand in Stunden	Eigenstudium 124, Präsenzstudium 56		
Leistungspunkte	6		
Studienleistung	Keine		
Prüfung	Klausur		
Prüfungsdauer und -umfang	90 Minuten		
Zuordnung zu folgenden Curricula	Computer Science: Vertiefung II. Intelligenz-Engineering: Wahlpflicht Internationales Wirtschaftsingenieurwesen: Vertiefung II. Informationstechnologie: Wahlpflicht Mechatronics: Technischer Ergänzungskurs: Wahlpflicht Mechatronics: Vertiefung Systementwurf: Wahlpflicht Mechatronics: Vertiefung Intelligente Systeme und Robotik: Wahlpflicht Theoretischer Maschinenbau: Vertiefung Robotik und Informatik: Wahlpflicht		

Lehrveranstaltung L0340: Machine Learning and Data Mining	
Typ	Vorlesung
SWS	2
LP	4
Arbeitsaufwand in Stunden	Eigenstudium 92, Präsenzstudium 28
Dozenten	Rainer Marrone
Sprachen	EN
Zeitraum	SoSe
Inhalt	<ul style="list-style-type: none"> • Decision trees • First-order inductive learning • Incremental learning: Version spaces • Uncertainty • Bayesian networks • Learning parameters of Bayesian networks BME, MAP, ML, EM algorithm • Learning structures of Bayesian networks • Gaussian Mixture Models • kNN classifier, neural network classifier, support vector machine (SVM) classifier • Clustering Distance measures, k-means clustering, nearest neighbor clustering • Kernel Density Estimation • Ensemble Learning • Reinforcement Learning • Computational Learning Theory
Literatur	<ol style="list-style-type: none"> 1. Artificial Intelligence: A Modern Approach (Third Edition), Stuart Russel, Peter Norvig, Prentice Hall, 2010, Chapters 13, 14, 18-21 2. Machine Learning: A Probabilistic Perspective, Kevin Murphy, MIT Press 2012

Lehrveranstaltung L0510: Machine Learning and Data Mining	
Typ	Gruppenübung
SWS	2
LP	2
Arbeitsaufwand in Stunden	Eigenstudium 32, Präsenzstudium 28
Dozenten	Rainer Marrone
Sprachen	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: Vertiefung Intelligente Systeme und Robotik: 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	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	Prof. Marko Lindner
Sprachen	DE/EN
Zeitraum	SoSe
Inhalt	Siehe korrespondierende Vorlesung
Literatur	Siehe korrespondierende Vorlesung

Modul M0835: Humanoide Robotik			
Lehrveranstaltungen			
Titel		Typ	SWS
Humanoide Robotik (L0663)		Seminar	2
Modulverantwortlicher	Patrick Götttsch		
Zulassungsvoraussetzungen	Keine		
Empfohlene Vorkenntnisse	<ul style="list-style-type: none"> • Grundlagen der Regelungstechnik • Control systems theory and design 		
Modulziele/ angestrebte Lernergebnisse	Nach erfolgreicher Teilnahme haben die Studierenden die folgenden Lernergebnisse erreicht		
Fachkompetenz	<ul style="list-style-type: none"> • Die Studierenden können Eigenschaften der humanoiden Robotik nennen und erläutern. • Die Studierenden können Regelkonzepte für verschiedene Aufgaben der Humanoiden Robotik anwenden. 		
<i>Wissen</i>			
<i>Fertigkeiten</i>	<ul style="list-style-type: none"> • Die Studierenden erarbeiten sich neues Wissen zu ausgewählten Aspekten der humanoiden Robotik aus ausgewählten Literaturquellen. • Die Studierenden abstrahieren und fassen die Inhalte zusammen, um sie den anderen Teilnehmern zu präsentieren. • Die Studierenden üben gemeinsam Erstellung und Halten einer Präsentation 		
Personale Kompetenzen	<ul style="list-style-type: none"> • Die Studierenden können in fachlich gemischten Teams gemeinsame Lösungen entwickeln und diese vor anderen vertreten. • Sie sind in der Lage angemessenes Feedback zu geben und mit Rückmeldungen zu ihren eigenen Leistungen konstruktiv umzugehen. 		
<i>Sozialkompetenz</i>			
<i>Selbstständigkeit</i>	<ul style="list-style-type: none"> • Die Studierenden bewerten selbständig Vor- und Nachteile von Präsentationsformen für bestimmte Aufgaben und sie wählen eigenverantwortlich die jeweils beste Lösung aus. • Die Studierenden erarbeiten sich selbständig ein wissenschaftliches Teilgebiet, können dieses in einer Präsentation vorstellen und verfolgen aktiv die Präsentationen anderer Studierender, so dass ein interaktiver Diskurs über ein wissenschaftliches Thema entsteht. 		
Arbeitsaufwand in Stunden	Eigenstudium 32, Präsenzstudium 28		
Leistungspunkte	2		
Studienleistung	Keine		
Prüfung	Referat		
Prüfungsdauer und -umfang	30 min		
Zuordnung zu folgenden Curricula	Mechatronics: Vertiefung Intelligente Systeme und Robotik: Wahlpflicht Mechatronics: Vertiefung Systementwurf: Wahlpflicht Mediziningenieurwesen: Vertiefung Künstliche Organe und Regenerative Medizin: Wahlpflicht Mediziningenieurwesen: Vertiefung Implantate und Endoprothesen: Wahlpflicht Mediziningenieurwesen: Vertiefung Medizin- und Regelungstechnik: Wahlpflicht Mediziningenieurwesen: Vertiefung Management und Administration: Wahlpflicht Theoretischer Maschinenbau: Vertiefung Robotik und Informatik: Wahlpflicht		

Lehrveranstaltung L0663: Humanoide Robotik	
Typ	Seminar
SWS	2
LP	2
Arbeitsaufwand in Stunden	Eigenstudium 32, Präsenzstudium 28
Dozenten	Patrick Götttsch
Sprachen	DE
Zeitraum	SoSe
Inhalt	<ul style="list-style-type: none"> • Grundlagen der Regelungstechnik • Control systems theory and design
Literatur	- B. Siciliano, O. Khatib. "Handbook of Robotics. Part A: Robotics Foundations", Springer (2008).

Modul M0939: Control Lab A			
Lehrveranstaltungen			
Titel	Typ	SWS	LP
Praktikum Regelungstechnik I (L1093)	Laborpraktikum	1	1
Praktikum Regelungstechnik II (L1291)	Laborpraktikum	1	1
Praktikum Regelungstechnik III (L1665)	Laborpraktikum	1	1
Praktikum Regelungstechnik IV (L1666)	Laborpraktikum	1	1
Modulverantwortlicher	Prof. Herbert Werner		
Zulassungsvoraussetzungen	None		
Empfohlene Vorkenntnisse	<ul style="list-style-type: none"> • State space methods • LQG control • H2 and H-infinity optimal control • uncertain plant models and robust control • LPV control 		
Modulziele/ angestrebte Lernergebnisse	Nach erfolgreicher Teilnahme haben die Studierenden die folgenden Lernergebnisse erreicht		
Fachkompetenz <i>Wissen</i>	<ul style="list-style-type: none"> • Students can explain the difference between validation of a control loop in simulation and experimental validation 		
<i>Fertigkeiten</i>	<ul style="list-style-type: none"> • Students are capable of applying basic system identification tools (Matlab System Identification Toolbox) to identify a dynamic model that can be used for controller synthesis • They are capable of using standard software tools (Matlab Control Toolbox) for the design and implementation of LQG controllers • They are capable of using standard software tools (Matlab Robust Control Toolbox) for the mixed-sensitivity design and the implementation of H-infinity optimal controllers • They are capable of representing model uncertainty, and of designing and implementing a robust controller • They are capable of using standard software tools (Matlab Robust Control Toolbox) for the design and the implementation of LPV gain-scheduled controllers 		
Personale Kompetenzen <i>Sozialkompetenz</i>	<ul style="list-style-type: none"> • Students can work in teams to conduct experiments and document the results 		
<i>Selbstständigkeit</i>	<ul style="list-style-type: none"> • Students can independently carry out simulation studies to design and validate control loops 		
Arbeitsaufwand in Stunden	Eigenstudium 64, Präsenzstudium 56		
Leistungspunkte	4		
Studienleistung	Keine		
Prüfung	Schriftliche Ausarbeitung		
Prüfungsdauer und -umfang	1		
Zuordnung zu folgenden Curricula	Elektrotechnik: Vertiefung Regelungs- und Energiesystemtechnik: Wahlpflicht Mechatronics: Vertiefung Systementwurf: Wahlpflicht Mechatronics: Vertiefung Intelligente Systeme und Robotik: Wahlpflicht Theoretischer Maschinenbau: Vertiefung Robotik und Informatik: Wahlpflicht		

Lehrveranstaltung L1093: Control Lab I	
Typ	Laborpraktikum
SWS	1
LP	1
Arbeitsaufwand in Stunden	Eigenstudium 16, Präsenzstudium 14
Dozenten	Prof. Herbert Werner, Adwait Datar, Patrick Götsch
Sprachen	EN
Zeitraum	WiSe/SoSe
Inhalt	One of the offered experiments in control theory.
Literatur	Experiment Guides

Lehrveranstaltung L1291: Control Lab II	
Typ	Laborpraktikum
SWS	1
LP	1
Arbeitsaufwand in Stunden	Eigenstudium 16, Präsenzstudium 14
Dozenten	Prof. Herbert Werner, Adwait Datar, Patrick Göttsch
Sprachen	EN
Zeitraum	WiSe/SoSe
Inhalt	One of the offered experiments in control theory.
Literatur	Experiment Guides

Lehrveranstaltung L1665: Control Lab III	
Typ	Laborpraktikum
SWS	1
LP	1
Arbeitsaufwand in Stunden	Eigenstudium 16, Präsenzstudium 14
Dozenten	Prof. Herbert Werner, Adwait Datar, Patrick Göttsch
Sprachen	EN
Zeitraum	WiSe/SoSe
Inhalt	One of the offered experiments in control theory.
Literatur	Experiment Guides

Lehrveranstaltung L1666: Control Lab IV	
Typ	Laborpraktikum
SWS	1
LP	1
Arbeitsaufwand in Stunden	Eigenstudium 16, Präsenzstudium 14
Dozenten	Prof. Herbert Werner, Adwait Datar, Patrick Göttsch
Sprachen	EN
Zeitraum	WiSe/SoSe
Inhalt	One of the offered experiments in control theory.
Literatur	Experiment Guides

Modul M0633: Industrial Process Automation			
Lehrveranstaltungen			
Titel		Typ	SWS LP
Prozessautomatisierungstechnik (L0344)		Vorlesung	2 3
Prozessautomatisierungstechnik (L0345)		Gruppenübung	2 3
Modulverantwortlicher	Prof. Alexander Schlaefer		
Zulassungsvoraussetzungen	None		
Empfohlene Vorkenntnisse	mathematics and optimization methods principles of automata principles of algorithms and data structures programming skills		
Modulziele/ angestrebte Lernergebnisse	Nach erfolgreicher Teilnahme haben die Studierenden die folgenden Lernergebnisse erreicht		
Fachkompetenz	The students can evaluate and assess discrete event systems. They can evaluate properties of processes and explain methods for process analysis. The students can compare methods for process modelling and select an appropriate method for actual problems. They can discuss scheduling methods in the context of actual problems and give a detailed explanation of advantages and disadvantages of different programming methods. The students can relate process automation to methods from robotics and sensor systems as well as to recent topics like 'cyberphysical systems' and 'industry 4.0'.		
<i>Wissen</i>			
<i>Fertigkeiten</i>	The students are able to develop and model processes and evaluate them accordingly. This involves taking into account optimal scheduling, understanding algorithmic complexity, and implementation using PLCs.		
Personale Kompetenzen	The students can independently define work processes within their groups, distribute tasks within the group and develop solutions collaboratively.		
<i>Sozialkompetenz</i>			
<i>Selbstständigkeit</i>	The students are able to assess their level of knowledge and to document their work results adequately.		
Arbeitsaufwand in Stunden	Eigenstudium 124, Präsenzstudium 56		
Leistungspunkte	6		
Studienleistung	Verpflichtend	Bonus	Art der Studienleistung Beschreibung
	Nein	10 %	Übungsaufgaben
Prüfung	Klausur		
Prüfungsdauer und -umfang	90 Minuten		
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 II. Intelligenz-Engineering: Wahlpflicht Elektrotechnik: Vertiefung Regelungs- und Energiesystemtechnik: Wahlpflicht Flugzeug-Systemtechnik: Kernqualifikation: Wahlpflicht Internationales Wirtschaftsingenieurwesen: Vertiefung II. Mechatronik: Wahlpflicht Internationales Wirtschaftsingenieurwesen: Vertiefung II. Produktentwicklung und Produktion: Wahlpflicht Mechanical Engineering and Management: Vertiefung Mechatronik: Wahlpflicht Mechatronics: Vertiefung Intelligente Systeme und Robotik: Wahlpflicht Theoretischer Maschinenbau: Vertiefung Robotik und Informatik: Wahlpflicht Verfahrenstechnik: Vertiefung Chemische Verfahrenstechnik: Wahlpflicht Verfahrenstechnik: Vertiefung Allgemeine Verfahrenstechnik: Wahlpflicht		

Lehrveranstaltung L0344: Industrial Process Automation	
Typ	Vorlesung
SWS	2
LP	3
Arbeitsaufwand in Stunden	Eigenstudium 62, Präsenzstudium 28
Dozenten	Prof. Alexander Schlaefer
Sprachen	EN
Zeitraum	WiSe
Inhalt	<ul style="list-style-type: none"> - foundations of problem solving and system modeling, discrete event systems - properties of processes, modeling using automata and Petri-nets - design considerations for processes (mutex, deadlock avoidance, liveness) - optimal scheduling for processes - optimal decisions when planning manufacturing systems, decisions under uncertainty - software design and software architectures for automation, PLCs
Literatur	J. Lunze: „Automatisierungstechnik“, Oldenbourg Verlag, 2012 Reisig: Petrinetze: Modellierungstechnik, Analysemethoden, Fallstudien; Vieweg+Teubner 2010 Hruz, Zhou: Modeling and Control of Discrete-event Dynamic Systems; Springer 2007 Li, Zhou: Deadlock Resolution in Automated Manufacturing Systems, Springer 2009 Pinedo: Planning and Scheduling in Manufacturing and Services, Springer 2009

Lehrveranstaltung L0345: Industrial Process Automation	
Typ	Gruppenübung
SWS	2
LP	3
Arbeitsaufwand in Stunden	Eigenstudium 62, Präsenzstudium 28
Dozenten	Prof. Alexander Schlaefer
Sprachen	EN
Zeitraum	WiSe
Inhalt	Siehe korrespondierende Vorlesung
Literatur	Siehe korrespondierende Vorlesung

Modul M1302: Angewandte Humanoide Robotik			
Lehrveranstaltungen			
Titel	Angewandte Humanoide Robotik (L1794)	Typ	Projekt-/problembasierte Lehrveranstaltung
		SWS	6
		LP	6
Modulverantwortlicher	Patrick Götttsch		
Zulassungsvoraussetzungen	Keine		
Empfohlene Vorkenntnisse	<ul style="list-style-type: none"> Objektorientierte Programmierung, Algorithmen und Datenstrukturen Grundlagen der Regelungstechnik Control systems theory and design Mechanik 		
Modulziele/ angestrebte Lernergebnisse	Nach erfolgreicher Teilnahme haben die Studierenden die folgenden Lernergebnisse erreicht		
Fachkompetenz	<ul style="list-style-type: none"> Die Studierenden können Eigenschaften der humanoiden Robotik nennen und erläutern. Die Studierenden können die grundlegenden Theorien, Zusammenhänge und Methoden der Vorwärts- & Rückwärtskinematik von humanoiden Robotersystemen erklären. Die Studierenden können Regelkonzepte für verschiedene Aufgaben der Humanoiden Robotik anwenden. 		
<i>Wissen</i>			
<i>Fertigkeiten</i>			
Personale Kompetenzen			
<i>Sozialkompetenz</i>	<ul style="list-style-type: none"> Die Studierenden können die Modelle der Systeme der humanoiden Robotik in Matlab und C++ implementieren und diese Modelle für Bewegungen des Roboters oder andere Aufgaben nutzen. Sie sind in der Lage die Modelle in Matlab für Simulationen zu nutzen und dann ggf. auch mit C++ Code auf dem realen Robotersystem zu testen. Sie sind darüber hinaus in der Lage, für eine abstrakte Aufgabenstellung, für die es keine standardisierte Lösung gibt, Methoden auszuwählen, die zu gewünschten Ergebnissen führen. 		
<i>Selbstständigkeit</i>	<ul style="list-style-type: none"> Die Studierenden können in fachlich gemischten Teams gemeinsame Lösungen entwickeln und diese vor anderen vertreten. Sie sind in der Lage angemessenes Feedback zu geben und mit Rückmeldungen zu ihren eigenen Leistungen konstruktiv umzugehen. Die Studierenden sind in der Lage, die notwendigen Informationen aus den angegebenen Literaturquellen zu beschaffen und in den Kontext der Lehrveranstaltung zu setzen. Sie können sich eigenständig Aufgaben definieren und geeignete Mittel zur Umsetzung einsetzen. 		
Arbeitsaufwand in Stunden	Eigenstudium 96, Präsenzstudium 84		
Leistungspunkte	6		
Studienleistung	Keine		
Prüfung	Schriftliche Ausarbeitung		
Prüfungsdauer und -umfang	5-10 Seiten		
Zuordnung zu folgenden Curricula	Computer Science: Vertiefung II. Intelligenz-Engineering: Wahlpflicht Elektrotechnik: Vertiefung Regelungs- und Energiesystemtechnik: Wahlpflicht Mechatronics: Vertiefung Intelligente Systeme und Robotik: Wahlpflicht Theoretischer Maschinenbau: Vertiefung Bio- und Medizintechnik: Wahlpflicht Theoretischer Maschinenbau: Vertiefung Robotik und Informatik: Wahlpflicht		

Lehrveranstaltung L1794: Angewandte Humanoide Robotik	
Typ	Projekt-/problembasierte Lehrveranstaltung
SWS	6
LP	6
Arbeitsaufwand in Stunden	Eigenstudium 96, Präsenzstudium 84
Dozenten	Patrick Götttsch
Sprachen	DE/EN
Zeitraum	WiSe/SoSe
Inhalt	<ul style="list-style-type: none"> Grundlagen der Kinematik Grundlagen der statischen und dynamischen Stabilität humanoider Robotersysteme Verknüpfung verschiedener Entwicklungsumgebungen (Matlab, C++, etc.) Einarbeitung in die notwendigen Frameworks Bearbeitung einer Projektaufgabe im Team Präsentation und Demonstration von Zwischen- und Endergebnissen
Literatur	<ul style="list-style-type: none"> B. Siciliano, O. Khatib. "Handbook of Robotics. Part A: Robotics Foundations", Springer (2008)

Modul M0677: Digital Signal Processing and Digital Filters			
Lehrveranstaltungen			
Titel	Typ	SWS	LP
Digitale Signalverarbeitung und Digitale Filter (L0446)	Vorlesung	3	4
Digitale Signalverarbeitung und Digitale Filter (L0447)	Hörsaalübung	2	2
Modulverantwortlicher	Prof. Gerhard Bauch		
Zulassungsvoraussetzungen	None		
Empfohlene Vorkenntnisse	<ul style="list-style-type: none"> • Mathematics 1-3 • Signals and Systems • Fundamentals of signal and system theory as well as random processes. • Fundamentals of spectral transforms (Fourier series, Fourier transform, Laplace transform) 		
Modulziele/ angestrebte Lernergebnisse	Nach erfolgreicher Teilnahme haben die Studierenden die folgenden Lernergebnisse erreicht		
Fachkompetenz	<p><i>Wissen</i> The students know and understand basic algorithms of digital signal processing. They are familiar with the spectral transforms of discrete-time signals and are able to describe and analyse signals and systems in time and image domain. They know basic structures of digital filters and can identify and assess important properties including stability. They are aware of the effects caused by quantization of filter coefficients and signals. They are familiar with the basics of adaptive filters. They can perform traditional and parametric methods of spectrum estimation, also taking a limited observation window into account.</p> <p>The students are familiar with the contents of lecture and tutorials. They can explain and apply them to new problems.</p> <p><i>Fertigkeiten</i> The students are able to apply methods of digital signal processing to new problems. They can choose and parameterize suitable filter structures. In particular, they can design adaptive filters according to the minimum mean squared error (MMSE) criterion and develop an efficient implementation, e.g. based on the LMS or RLS algorithm. Furthermore, the students are able to apply methods of spectrum estimation and to take the effects of a limited observation window into account.</p>		
Personale Kompetenzen	<p><i>Sozialkompetenz</i> The students can jointly solve specific problems.</p> <p><i>Selbstständigkeit</i> The students are able to acquire relevant information from appropriate literature sources. They can control their level of knowledge during the lecture period by solving tutorial problems, software tools, clicker system.</p>		
Arbeitsaufwand in Stunden	Eigenstudium 110, Präsenzstudium 70		
Leistungspunkte	6		
Studienleistung	Keine		
Prüfung	Klausur		
Prüfungsdauer und -umfang	90 min		
Zuordnung zu folgenden Curricula	Elektrotechnik: Vertiefung Regelungs- und Energiesystemtechnik: Wahlpflicht Informatik-Ingenieurwesen: Vertiefung II. Ingenieurwissenschaften: Wahlpflicht Information and Communication Systems: Vertiefung Kommunikationssysteme, Schwerpunkt Signalverarbeitung: Wahlpflicht Mechanical Engineering and Management: Vertiefung Mechatronik: Wahlpflicht Mechatronics: Vertiefung Intelligente Systeme und Robotik: Wahlpflicht Microelectronics and Microsystems: Vertiefung Communication and Signal Processing: Wahlpflicht Theoretischer Maschinenbau: Vertiefung Robotik und Informatik: Wahlpflicht		

Lehrveranstaltung L0446: Digital Signal Processing and Digital Filters	
Typ	Vorlesung
SWS	3
LP	4
Arbeitsaufwand in Stunden	Eigenstudium 78, Präsenzstudium 42
Dozenten	Prof. Gerhard Bauch
Sprachen	EN
Zeitraum	WiSe
Inhalt	<ul style="list-style-type: none"> • Transforms of discrete-time signals: <ul style="list-style-type: none"> ◦ Discrete-time Fourier Transform (DTFT) ◦ Discrete Fourier-Transform (DFT), Fast Fourier Transform (FFT) ◦ Z-Transform • Correspondence of continuous-time and discrete-time signals, sampling, sampling theorem • Fast convolution, Overlap-Add-Method, Overlap-Save-Method • Fundamental structures and basic types of digital filters • Characterization of digital filters using pole-zero plots, important properties of digital filters • Quantization effects • Design of linear-phase filters • Fundamentals of stochastic signal processing and adaptive filters <ul style="list-style-type: none"> ◦ MMSE criterion ◦ Wiener Filter ◦ LMS- and RLS-algorithm • Traditional and parametric methods of spectrum estimation
Literatur	K.-D. Kammeyer, K. Kroschel: Digitale Signalverarbeitung. Vieweg Teubner. V. Oppenheim, R. W. Schaffer, J. R. Buck: Zeitdiskrete Signalverarbeitung. Pearson StudiumA. V. W. Hess: Digitale Filter. Teubner. Oppenheim, R. W. Schaffer: Digital signal processing. Prentice Hall. S. Haykin: Adaptive filter theory. L. B. Jackson: Digital filters and signal processing. Kluwer. T.W. Parks, C.S. Burrus: Digital filter design. Wiley.

Lehrveranstaltung L0447: Digital Signal Processing and Digital Filters	
Typ	Hörsaalübung
SWS	2
LP	2
Arbeitsaufwand in Stunden	Eigenstudium 32, Präsenzstudium 28
Dozenten	Prof. Gerhard Bauch
Sprachen	EN
Zeitraum	WiSe
Inhalt	Siehe korrespondierende Vorlesung
Literatur	Siehe korrespondierende Vorlesung

Modul M0832: Advanced Topics in Control			
Lehrveranstaltungen			
Titel		Typ	SWS LP
Ausgewählte Themen der Regelungstechnik (L0661)		Vorlesung	2 3
Ausgewählte Themen der Regelungstechnik (L0662)		Gruppenübung	2 3
Modulverantwortlicher	Prof. Herbert Werner		
Zulassungsvoraussetzungen	None		
Empfohlene Vorkenntnisse	H-infinity optimal control, mixed-sensitivity design, linear matrix inequalities		
Modulziele/ angestrebte Lernergebnisse	Nach erfolgreicher Teilnahme haben die Studierenden die folgenden Lernergebnisse erreicht		
Fachkompetenz <i>Wissen</i>	<ul style="list-style-type: none"> • Students can explain the advantages and shortcomings of the classical gain scheduling approach • They can explain the representation of nonlinear systems in the form of quasi-LPV systems • They can explain how stability and performance conditions for LPV systems can be formulated as LMI conditions • They can explain how gridding techniques can be used to solve analysis and synthesis problems for LPV systems • They are familiar with polytopic and LFT representations of LPV systems and some of the basic synthesis techniques associated with each of these model structures 		
<i>Fertigkeiten</i>	<ul style="list-style-type: none"> • Students can explain how graph theoretic concepts are used to represent the communication topology of multiagent systems • They can explain the convergence properties of first order consensus protocols • They can explain analysis and synthesis conditions for formation control loops involving either LTI or LPV agent models • Students can explain concepts behind linear and qLPV Model Predictive Control (MPC) 		
Personale Kompetenzen <i>Sozialkompetenz</i>	Students can work in small groups and arrive at joint results.		
<i>Selbstständigkeit</i>	Students can find required information in sources provided (lecture notes, literature, software documentation) and use it to solve given problems.		
Arbeitsaufwand in Stunden	Eigenstudium 124, Präsenzstudium 56		
Leistungspunkte	6		
Studienleistung	Keine		
Prüfung	Mündliche Prüfung		
Prüfungsdauer und -umfang	30 min		
Zuordnung zu folgenden Curricula	Elektrotechnik: Vertiefung Regelungs- und Energiesystemtechnik: Wahlpflicht Flugzeug-Systemtechnik: Kernqualifikation: Wahlpflicht Internationales Wirtschaftsingenieurwesen: Vertiefung II. Mechatronik: Wahlpflicht Mechatronics: Vertiefung Systementwurf: Wahlpflicht Mechatronics: Vertiefung Intelligente Systeme und Robotik: Wahlpflicht Mediziningenieurwesen: Vertiefung Implantate und Endoprothesen: Wahlpflicht Mediziningenieurwesen: Vertiefung Medizin- und Regelungstechnik: Wahlpflicht Mediziningenieurwesen: Vertiefung Management und Administration: Wahlpflicht Mediziningenieurwesen: Vertiefung Künstliche Organe und Regenerative Medizin: Wahlpflicht Theoretischer Maschinenbau: Vertiefung Robotik und Informatik: Wahlpflicht		

Lehrveranstaltung L0661: Advanced Topics in Control	
Typ	Vorlesung
SWS	2
LP	3
Arbeitsaufwand in Stunden	Eigenstudium 62, Präsenzstudium 28
Dozenten	Prof. Herbert Werner
Sprachen	EN
Zeitraum	WiSe
Inhalt	<ul style="list-style-type: none"> • Linear Parameter-Varying (LPV) Gain Scheduling <ul style="list-style-type: none"> - Linearizing gain scheduling, hidden coupling - Jacobian linearization vs. quasi-LPV models - Stability and induced L2 norm of LPV systems - Synthesis of LPV controllers based on the two-sided projection lemma - Simplifications: controller synthesis for polytopic and LFT models - Experimental identification of LPV models - Controller synthesis based on input/output models - Applications: LPV torque vectoring for electric vehicles, LPV control of a robotic manipulator • Control of Multi-Agent Systems <ul style="list-style-type: none"> - Communication graphs - Spectral properties of the graph Laplacian - First and second order consensus protocols - Formation control, stability and performance - LPV models for agents subject to nonholonomic constraints - Application: formation control for a team of quadrotor helicopters • Linear and Nonlinear Model Predictive Control based on LMIs
Literatur	<ul style="list-style-type: none"> • Werner, H., Lecture Notes "Advanced Topics in Control" • Selection of relevant research papers made available as pdf documents via StudIP

Lehrveranstaltung L0662: Advanced Topics in Control	
Typ	Gruppenübung
SWS	2
LP	3
Arbeitsaufwand in Stunden	Eigenstudium 62, Präsenzstudium 28
Dozenten	Prof. Herbert Werner
Sprachen	EN
Zeitraum	WiSe
Inhalt	Siehe korrespondierende Vorlesung
Literatur	Siehe korrespondierende Vorlesung

Modul M0629: Intelligent Autonomous Agents and Cognitive Robotics			
Lehrveranstaltungen			
Titel		Typ	SWS LP
Intelligente Autonome Agenten und kognitive Robotik (L0341)		Vorlesung	2 4
Intelligente Autonome Agenten und kognitive Robotik (L0512)		Gruppenübung	2 2
Modulverantwortlicher	Rainer Marrone		
Zulassungsvoraussetzungen	None		
Empfohlene Vorkenntnisse	Vectors, matrices, Calculus		
Modulziele/ angestrebte Lernergebnisse	Nach erfolgreicher Teilnahme haben die Studierenden die folgenden Lernergebnisse erreicht		
Fachkompetenz			
<i>Wissen</i>	Students can explain the agent abstraction, define intelligence in terms of rational behavior, and give details about agent design (goals, utilities, environments). They can describe the main features of environments. The notion of adversarial agent cooperation can be discussed in terms of decision problems and algorithms for solving these problems. For dealing with uncertainty in real-world scenarios, students can summarize how Bayesian networks can be employed as a knowledge representation and reasoning formalism in static and dynamic settings. In addition, students can define decision making procedures in simple and sequential settings, with and with complete access to the state of the environment. In this context, students can describe techniques for solving (partially observable) Markov decision problems, and they can recall techniques for measuring the value of information. Students can identify techniques for simultaneous localization and mapping, and can explain planning techniques for achieving desired states. Students can explain coordination problems and decision making in a multi-agent setting in term of different types of equilibria, social choice functions, voting protocol, and mechanism design techniques.		
<i>Fertigkeiten</i>	Students can select an appropriate agent architecture for concrete agent application scenarios. For simplified agent application students can derive decision trees and apply basic optimization techniques. For those applications they can also create Bayesian networks/dynamic Bayesian networks and apply bayesian reasoning for simple queries. Students can also name and apply different sampling techniques for simplified agent scenarios. For simple and complex decision making students can compute the best action or policies for concrete settings. In multi-agent situations students will apply techniques for finding different equilibria states,e.g., Nash equilibria. For multi-agent decision making students will apply different voting protocols and compare and explain the results.		
Personale Kompetenzen			
<i>Sozialkompetenz</i>	Students are able to discuss their solutions to problems with others. They communicate in English		
<i>Selbstständigkeit</i>	Students are able of checking their understanding of complex concepts by solving varaints of concrete problems		
Arbeitsaufwand in Stunden	Eigenstudium 124, Präsenzstudium 56		
Leistungspunkte	6		
Studienleistung	Keine		
Prüfung	Klausur		
Prüfungsdauer und -umfang	90 Minuten		
Zuordnung zu folgenden Curricula	Computer Science: Vertiefung II. Intelligenz-Engineering: Wahlpflicht Internationales Wirtschaftsingenieurwesen: Vertiefung II. Informationstechnologie: Wahlpflicht Mechatronics: Technischer Ergänzungskurs: Wahlpflicht Mechatronics: Vertiefung Intelligente Systeme und Robotik: Wahlpflicht Mediziningenieurwesen: Vertiefung Künstliche Organe und Regenerative Medizin: Wahlpflicht Mediziningenieurwesen: Vertiefung Implantate und Endoprothesen: Wahlpflicht Mediziningenieurwesen: Vertiefung Medizin- und Regelungstechnik: Wahlpflicht Mediziningenieurwesen: Vertiefung Management und Administration: Wahlpflicht Theoretischer Maschinenbau: Vertiefung Robotik und Informatik: Wahlpflicht		

Lehrveranstaltung L0341: Intelligent Autonomous Agents and Cognitive Robotics	
Typ	Vorlesung
SWS	2
LP	4
Arbeitsaufwand in Stunden	Eigenstudium 92, Präsenzstudium 28
Dozenten	Rainer Marrone
Sprachen	EN
Zeitraum	WiSe
Inhalt	<ul style="list-style-type: none"> • Definition of agents, rational behavior, goals, utilities, environment types • Adversarial agent cooperation: Agents with complete access to the state(s) of the environment, games, Minimax algorithm, alpha-beta pruning, elements of chance • Uncertainty: Motivation: agents with no direct access to the state(s) of the environment, probabilities, conditional probabilities, product rule, Bayes rule, full joint probability distribution, marginalization, summing out, answering queries, complexity, independence assumptions, naive Bayes, conditional independence assumptions • Bayesian networks: Syntax and semantics of Bayesian networks, answering queries revised (inference by enumeration), typical-case complexity, pragmatics: reasoning from effect (that can be perceived by an agent) to cause (that cannot be directly perceived). • Probabilistic reasoning over time: Environmental state may change even without the agent performing actions, dynamic Bayesian networks, Markov assumption, transition model, sensor model, inference problems: filtering, prediction, smoothing, most-likely explanation, special cases: hidden Markov models, Kalman filters, Exact inferences and approximations • Decision making under uncertainty: Simple decisions: utility theory, multivariate utility functions, dominance, decision networks, value of information Complex decisions: sequential decision problems, value iteration, policy iteration, MDPs Decision-theoretic agents: POMDPs, reduction to multidimensional continuous MDPs, dynamic decision networks • Simultaneous Localization and Mapping • Planning • Game theory (Golden Balls: Split or Share) Decisions with multiple agents, Nash equilibrium, Bayes-Nash equilibrium • Social Choice Voting protocols, preferences, paradoxes, Arrow's Theorem, • Mechanism Design Fundamentals, dominant strategy implementation, Revelation Principle, Gibbard-Satterthwaite Impossibility Theorem, Direct mechanisms, incentive compatibility, strategy-proofness, Vickrey-Groves-Clarke mechanisms, expected externality mechanisms, participation constraints, individual rationality, budget balancedness, bilateral trade, Myerson-Satterthwaite Theorem
Literatur	<ol style="list-style-type: none"> 1. Artificial Intelligence: A Modern Approach (Third Edition), Stuart Russell, Peter Norvig, Prentice Hall, 2010, Chapters 2-5, 10-11, 13-17 2. Probabilistic Robotics, Thrun, S., Burgard, W., Fox, D. MIT Press 2005 3. Multiagent Systems: Algorithmic, Game-Theoretic, and Logical Foundations, Yoav Shoham, Kevin Leyton-Brown, Cambridge University Press, 2009

Lehrveranstaltung L0512: Intelligent Autonomous Agents and Cognitive Robotics	
Typ	Gruppenübung
SWS	2
LP	2
Arbeitsaufwand in Stunden	Eigenstudium 32, Präsenzstudium 28
Dozenten	Rainer Marrone
Sprachen	EN
Zeitraum	WiSe
Inhalt	Siehe korrespondierende Vorlesung
Literatur	Siehe korrespondierende Vorlesung

Modul M0881: Mathematische Bildverarbeitung			
Lehrveranstaltungen			
Titel		Typ	SWS
Mathematische Bildverarbeitung (L0991)		Vorlesung	3
Mathematische Bildverarbeitung (L0992)		Gruppenübung	1
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 <p>Personale Kompetenzen</p> <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	Mündliche Prüfung		
Prüfungsdauer und -umfang	20 min		
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: Technischer Ergänzungskurs: Wahlpflicht Mechatronics: Vertiefung Systementwurf: Wahlpflicht Mechatronics: Vertiefung Intelligente Systeme und Robotik: 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 M1598: Bildverarbeitung			
Lehrveranstaltungen			
Titel	Typ	SWS	LP
Bildverarbeitung (L2443)	Vorlesung	2	4
Bildverarbeitung (L2444)	Gruppenübung	2	2
Modulverantwortlicher	Prof. Tobias Knopp		
Zulassungsvoraussetzungen	Keine		
Empfohlene Vorkenntnisse	Signal und Systeme		
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"> • Visuelle Wahrnehmung • Mehrdimensionale Signalverarbeitung • Abtastung und Abtasttheorem • Filterung • Bildverbesserung • Kantendetektion • Mehrfachauflösende Verfahren: Gauss- und Laplace-Pyramide, Wavelets • Bildkompression • Segmentierung • Morphologische Bildverarbeitung 		
<i>Fertigkeiten</i>	Die Studierenden können		
	<ul style="list-style-type: none"> • multidimensionale Bilddaten analysieren, bearbeiten, verbessern • einfache Kompressionsalgorithmen implementieren • eigene Filter für konkrete Anwendungen entwerfen 		
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 124, Präsenzstudium 56		
Leistungspunkte	6		
Studienleistung	Keine		
Prüfung	Klausur		
Prüfungsdauer und -umfang	90 min		
Zuordnung zu folgenden Curricula	Data Science: Kernqualifikation: Wahlpflicht Data Science: Vertiefung I. Mathematik/Informatik: Wahlpflicht Elektrotechnik: Vertiefung Nachrichten- und Kommunikationstechnik: Wahlpflicht Elektrotechnik: Vertiefung Medizintechnik: Wahlpflicht Information and Communication Systems: Vertiefung Sichere und zuverlässige IT-Systeme, Schwerpunkt Software und Signalverarbeitung : Wahlpflicht Information and Communication Systems: Vertiefung Kommunikationssysteme, Schwerpunkt Signalverarbeitung: Wahlpflicht Internationales Wirtschaftsingenieurwesen: Vertiefung II. Informationstechnologie: Wahlpflicht Mechatronics: Vertiefung Intelligente Systeme und Robotik: Wahlpflicht Mechatronics: Vertiefung Systementwurf: Wahlpflicht Microelectronics and Microsystems: Vertiefung Communication and Signal Processing: Wahlpflicht Theoretischer Maschinenbau: Vertiefung Robotik und Informatik: Wahlpflicht		

Lehrveranstaltung L2443: Bildverarbeitung	
Typ	Vorlesung
SWS	2
LP	4
Arbeitsaufwand in Stunden	Eigenstudium 92, Präsenzstudium 28
Dozenten	Prof. Tobias Knopp
Sprachen	DE/EN
Zeitraum	WiSe
Inhalt	<ul style="list-style-type: none"> • Visuelle Wahrnehmung • Mehrdimensionale Signalverarbeitung • Abtastung und Abtasttheorem • Filterung • Bildverbesserung • Kantendetektion • Mehrfachauflösende Verfahren: Gauss- und Laplace-Pyramide, Wavelets • Bildkompression • Segmentierung • Morphologische Bildverarbeitung
Literatur	Bredies/Lorenz, Mathematische Bildverarbeitung, Vieweg, 2011 Pratt, Digital Image Processing, Wiley, 2001 Bernd Jähne: Digitale Bildverarbeitung - Springer, Berlin 2005

Lehrveranstaltung L2444: Bildverarbeitung	
Typ	Gruppenübung
SWS	2
LP	2
Arbeitsaufwand in Stunden	Eigenstudium 32, Präsenzstudium 28
Dozenten	Prof. Tobias Knopp
Sprachen	DE/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 (L2431)		Gruppenübung	1 2
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 Mitstudierenden 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 124, Präsenzstudium 56		
Leistungspunkte	6		
Studienleistung	Keine		
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 Computer Science: Vertiefung II. Mathematik und Ingenieurwissenschaften: Wahlpflicht Data Science: Kernqualifikation: Pflicht Engineering Science: Vertiefung Advanced Materials: Wahlpflicht Logistik und Mobilität: Vertiefung Informationstechnologie: Wahlpflicht Technomathematik: Vertiefung I. Mathematik: Wahlpflicht Theoretischer Maschinenbau: Vertiefung Robotik und Informatik: Wahlpflicht Wirtschaftsingenieurwesen - Fachrichtung Logistik und Mobilität: Vertiefung 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 • Zeitreihenanalyse • 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 L2431: Statistik	
Typ	Gruppenübung
SWS	1
LP	2
Arbeitsaufwand in Stunden	Eigenstudium 46, Präsenzstudium 14
Dozenten	Prof. Matthias Schulte
Sprachen	DE/EN
Zeitraum	WiSe
Inhalt	Siehe korrespondierende Vorlesung
Literatur	Siehe korrespondierende Vorlesung

Modul M0836: Communication Networks			
Lehrveranstaltungen			
Titel		Typ	SWS
Ausgewählte Themen der Kommunikationsnetze (L0899)		Projekt-/problembasierte Lehrveranstaltung	2
Kommunikationsnetze (L0897)		Vorlesung	2
Übung Kommunikationsnetze (L0898)		Projekt-/problembasierte Lehrveranstaltung	1
			2
Modulverantwortlicher	Prof. Andreas Timm-Giel		
Zulassungsvoraussetzungen	None		
Empfohlene Vorkenntnisse	<ul style="list-style-type: none"> Fundamental stochastics Basic understanding of computer networks and/or communication technologies is beneficial 		
Modulziele/ angestrebte Lernergebnisse	Nach erfolgreicher Teilnahme haben die Studierenden die folgenden Lernergebnisse erreicht		
Fachkompetenz			
<i>Wissen</i>	Students are able to describe the principles and structures of communication networks in detail. They can explain the formal description methods of communication networks and their protocols. They are able to explain how current and complex communication networks work and describe the current research in these examples.		
<i>Fertigkeiten</i>	Students are able to evaluate the performance of communication networks using the learned methods. They are able to work out problems themselves and apply the learned methods. They can apply what they have learned autonomously on further and new communication networks.		
Personale Kompetenzen			
<i>Sozialkompetenz</i>	Students are able to define tasks themselves in small teams and solve these problems together using the learned methods. They can present the obtained results. They are able to discuss and critically analyse the solutions.		
<i>Selbstständigkeit</i>	Students are able to obtain the necessary expert knowledge for understanding the functionality and performance capabilities of new communication networks independently.		
Arbeitsaufwand in Stunden	Eigenstudium 110, Präsenzstudium 70		
Leistungspunkte	6		
Studienleistung	Keine		
Prüfung	Referat		
Prüfungsdauer und -umfang	1,5 Stunden Kolloquium mit je drei Prüflingen, also ca. 30 min je Prüfling. Inhalt des Kolloquiums sind die Poster der vorhergehenden Postersession sowie die Lehrinhalte.		
Zuordnung zu folgenden Curricula	Elektrotechnik: Vertiefung Nachrichten- und Kommunikationstechnik: Wahlpflicht Elektrotechnik: Vertiefung Regelungs- und Energiesystemtechnik: Wahlpflicht Flugzeug-Systemtechnik: Kernqualifikation: Wahlpflicht Informatik-Ingenieurwesen: Vertiefung I. Informatik: Wahlpflicht Information and Communication Systems: Vertiefung Kommunikationssysteme: Wahlpflicht Information and Communication Systems: Vertiefung Sichere und zuverlässige IT-Systeme, Schwerpunkt Netze: Wahlpflicht Internationales Wirtschaftsingenieurwesen: Vertiefung II. Informationstechnologie: Wahlpflicht Mechatronics: Technischer Ergänzungskurs: Wahlpflicht Microelectronics and Microsystems: Vertiefung Communication and Signal Processing: Wahlpflicht Theoretischer Maschinenbau: Vertiefung Robotik und Informatik: Wahlpflicht		

Lehrveranstaltung L0899: Selected Topics of Communication Networks	
Typ	Projekt-/problembasierte Lehrveranstaltung
SWS	2
LP	2
Arbeitsaufwand in Stunden	Eigenstudium 32, Präsenzstudium 28
Dozenten	Prof. Andreas Timm-Giel
Sprachen	EN
Zeitraum	WiSe
Inhalt	Example networks selected by the students will be researched on in a PBL course by the students in groups and will be presented in a poster session at the end of the term.
Literatur	<ul style="list-style-type: none"> see lecture

Lehrveranstaltung L0897: Communication Networks	
Typ	Vorlesung
SWS	2
LP	2
Arbeitsaufwand in Stunden	Eigenstudium 32, Präsenzstudium 28
Dozenten	Prof. Andreas Timm-Giel, Dr.-Ing. Koojana Kuladinithi
Sprachen	EN
Zeitraum	WiSe
Inhalt	
Literatur	<ul style="list-style-type: none"> • Skript des Instituts für Kommunikationsnetze • Tannenbaum, Computernetzwerke, Pearson-Studium <p>Further literature is announced at the beginning of the lecture.</p>

Lehrveranstaltung L0898: Communication Networks Exercise	
Typ	Projekt-/problembasierte Lehrveranstaltung
SWS	1
LP	2
Arbeitsaufwand in Stunden	Eigenstudium 46, Präsenzstudium 14
Dozenten	Prof. Andreas Timm-Giel
Sprachen	EN
Zeitraum	WiSe
Inhalt	Part of the content of the lecture Communication Networks are reflected in computing tasks in groups, others are motivated and addressed in the form of a PBL exercise.
Literatur	<ul style="list-style-type: none"> • announced during lecture

Modul M1224: Ausgewählte Themen der Mechatronik (Alternative B: 6 LP)			
Lehrveranstaltungen			
Titel	Typ	SWS	LP
Angewandte Automatisierung (L1592)	Projekt-/problembasierte Lehrveranstaltung	3	3
Aufbaukurs SE-ZERT (L2739)	Projekt-/problembasierte Lehrveranstaltung	2	3
Entwicklungsmanagement Mechatronik (L1512)	Vorlesung	2	3
Ermüdung und Schadenstoleranz (L0310)	Vorlesung	2	3
Industrie 4.0 für Ingenieure (L2012)	Vorlesung	2	3
Mikrocontrollerschaltungen - Realisierung in Hard- und Software (L0087)	Seminar	2	2
Mikrosystemtechnologie (L0724)	Vorlesung	2	4
Model-Based Systems Engineering (MBSE) mit SysML/UML (L1551)	Projekt-/problembasierte Lehrveranstaltung	3	3
Nachhaltige industrielle Produktion (L2863)	Vorlesung	2	4
Prozessmesstechnik (L1077)	Vorlesung	2	3
Prozessmesstechnik (L1083)	Hörsaalübung	1	1
Regelungstechnische Methoden für die Medizintechnik (L0664)	Vorlesung	2	3
Modulverantwortlicher	NN		
Zulassungsvoraussetzungen	Keine		
Empfohlene Vorkenntnisse	Keine		
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 vertieftes Wissen und Zusammenhänge in Spezialbereichen sowie Anwendungsfelder der Mechatronik erklären. Die Studierenden können unterschiedliche Spezialgebiete miteinander in Verbindung setzen. 		
<i>Fertigkeiten</i>	<ul style="list-style-type: none"> Die Studierenden können in den ausgewählten Teilbereichen spezialisierte Lösungsstrategien und neue wissenschaftliche Methoden anwenden. Die Studierenden können die erlernten Fähigkeiten selbstständig auf neue und unbekannte Fragestellungen übertragen und hier Lösungsansätze entwickeln. 		
Personale Kompetenzen <i>Sozialkompetenz</i> <i>Selbstständigkeit</i>	Keine <ul style="list-style-type: none"> Studierende können durch eine eigenständige Wahl der geeigneten Fächer je nach Interessenlage selbstständig Kenntnisse und Fähigkeiten vertiefen. 		
Arbeitsaufwand in Stunden	Abhängig von der Wahl der Lehrveranstaltungen		
Leistungspunkte	6		
Zuordnung zu folgenden Curricula	Mechatronics: Vertiefung Systementwurf: Wahlpflicht Mechatronics: Vertiefung Intelligente Systeme und Robotik: Wahlpflicht Theoretischer Maschinenbau: Vertiefung Robotik und Informatik: Wahlpflicht		

Lehrveranstaltung L1592: Angewandte Automatisierung	
Typ	Projekt-/problembasierte Lehrveranstaltung
SWS	3
LP	3
Arbeitsaufwand in Stunden	Eigenstudium 48, Präsenzstudium 42
Prüfungsart	Mündliche Prüfung
Prüfungsdauer und -umfang	30 Minuten
Dozenten	Prof. Thorsten Schüppstuhl
Sprachen	DE
Zeitraum	WiSe
Inhalt	<ul style="list-style-type: none"> -Project Based Learning -Robot Operating System -Roboteraufbau- und Beschreibung -Bewegungsbeschreibung -Kalibrierung -Genauigkeit
Literatur	<p>John J. Craig Introduction to Robotics - Mechanics and Control ISBN: 0131236296 Pearson Education, Inc., 2005</p> <p>Stefan Hesse Grundlagen der Handhabungstechnik ISBN: 3446418725 München Hanser, 2010</p> <p>K. Thulasiraman and M. N. S. Swamy Graphs: Theory and Algorithms ISBN: 9781118033104 %CITAVIPICKER£9781118033104£Titel anhand dieser ISBN in Citavi-Projekt übernehmen£% John Wüey & Sons, Inc., 1992</p>

Lehrveranstaltung L2739: Aufbaukurs SE-ZERT	
Typ	Projekt-/problembasierte Lehrveranstaltung
SWS	2
LP	3
Arbeitsaufwand in Stunden	Eigenstudium 62, Präsenzstudium 28
Prüfungsart	Klausur
Prüfungsdauer und -umfang	120 min
Dozenten	Prof. Ralf God
Sprachen	DE
Zeitraum	SoSe
Inhalt	<p>Das SE-ZERT® Programm (vgl. https://www.sezert.de/de/anwaerter-de.html) ist eine Weiterbildung zum „Certified Systems Engineer (GfSE)®“. An der TUHH baut diese Weiterbildung auf der Vorlesung und Übung Systems Engineering auf. Es wurde von der GfSE e.V. zusammen mit dem TÜV Rheinland als Personenzertifikat entwickelt. Das Programm orientiert sich an der EN ISO/IEC 17024 zur Personenzertifizierung.</p> <p>Trainingsinhalte sind:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Grundlagen des Systems Engineering (inkl. Einführung) - Projektübergreifende Schnittstellen - Schnittstellen des Systems Engineering zu Projekt Management - Systems Engineering Management - Anforderungsmanagement und Validierung & Verifikation - Realisationsprozesse - Querschnittsfunktionen innerhalb von Entwicklungsprojekten - Berücksichtigung von operationellen Aspekten und der Stilllegung im Design - Konfliktmanagement und soziale Kompetenz <p>Als Trainingsanbieter ist das TUHH-Institut für Flugzeug-Kabinensysteme korporatives Mitglied der GfSE und bereitet als akkreditierte Trainingsstelle die Studierenden optimal und unabhängig auf die Zertifizierung vor, die von einem Prüfungsausschuss der SE-ZERT® Assessorengruppe der GfSE e.V. auf SE Wissen geprüft werden. Somit soll und wird eine hohe Qualität dieser Weiterbildung sichergestellt. Mit einem SE-ZERT® Zertifikat sind Absolventen branchenübergreifend für Ihre Arbeit als Systems Engineer in der Industrie qualifiziert. Die Weiterbildung wird an der TUHH in deutscher, sonst aber vielfach auch in englischer Sprache weltweit angeboten. SE-ZERT® an der TUHH richtet sich an Studierende im Masterstudiengang. Das SE-ZERT® Programm unterscheidet vier Qualifikationsebenen, die aufeinander aufbauen. Für Absolventen der TUHH erfolgt der Einstieg nach Wissensvermittlung und erfolgreich abgelegter Prüfung über die Ebene D. Aufbauend können Ingenieure mit Berufserfahrung die Ebene C mit dem Ziel der Mitarbeit im Team anstreben, gefolgt von der Ebene B mit dem Ziel „Anwenden“ und u.U. dem Führen von kleinen Projekten. Die höchste Qualifikationsebene ist die Ebene A mit dem Ziel zu eigenen Problemformulierungen, Lösungen, Begründungen, Folgerungen, Interpretationen oder Wertungen zu gelangen und diese anderen auch vermitteln zu können.</p> <p>Das Ziel des Zertifikats ist die Etablierung eines branchenübergreifenden Standards für Systems Engineering mit praktischen Übungen und praxisnahen Inhalten. Basis hierzu ist das INCOSE Systems Engineering Handbuch (in dt. oder engl. Ausgabe) als auch die Norm ISO/IEC 15288 und angrenzende Normen des Systems Engineering.</p>
Literatur	<p>INCOSE Systems Engineering Handbuch - Ein Leitfaden für Systemlebenszyklus-Prozesse und -Aktivitäten, GfSE (Hrsg. der deutschen Übersetzung), ISBN 978-3-9818805-0-2.</p> <p>ISO/IEC 15288 System- und Software-Engineering - System-Lebenszyklus-Prozesse (Systems and Software Engineering - System Life Cycle Processes).</p>

Lehrveranstaltung L1512: Entwicklungsmanagement Mechatronik	
Typ	Vorlesung
SWS	2
LP	3
Arbeitsaufwand in Stunden	Eigenstudium 62, Präsenzstudium 28
Prüfungsart	Mündliche Prüfung
Prüfungsdauer und -umfang	30 Minuten
Dozenten	NN, Dr. Johannes Nicolas Gebhardt
Sprachen	DE
Zeitraum	SoSe
Inhalt	<ul style="list-style-type: none"> • Prozesse und Methoden der Produktentwicklung - von der Idee bis zur Markteinführung <ul style="list-style-type: none"> ◦ Identifikation von Markt- und Technologiepotenzialen ◦ Erarbeitung einer gemeinsamen Produktarchitektur ◦ Synchronisierte Produktentwicklung über alle ingenieurwissenschaftlichen Fachdisziplinen ◦ Produktabsicherung aus Kundensicht • Steuerung und Optimierung der Produktentwicklung <ul style="list-style-type: none"> ◦ Gestaltung von Arbeitsabläufen in der Entwicklung ◦ IT-Systeme in der Entwicklung ◦ Etablierung von Management Standards ◦ Typische Organisationsformen
Literatur	<ul style="list-style-type: none"> • Bender: Embedded Systems - qualitätsorientierte Entwicklung • Ehrlenspiel: Integrierte Produktentwicklung: Denkabläufe, Methodeneinsatz, Zusammenarbeit • Gausemeier/Ebbesmeyer/Kallmeyer: Produktinnovation - Strategische Planung und Entwicklung der Produkte von morgen • Haberfellner/de Weck/Fricke/Vössner: Systems Engineering: Grundlagen und Anwendung • Lindemann: Methodische Entwicklung technischer Produkte: Methoden flexibel und situationsgerecht anwenden • Pahl/Beitz: Konstruktionslehre: Grundlagen erfolgreicher Produktentwicklung. Methoden und Anwendung • VDI-Richtlinie 2206: Entwicklungsmethodik für mechatronische Systeme

Lehrveranstaltung L0310: Fatigue & Damage Tolerance	
Typ	Vorlesung
SWS	2
LP	3
Arbeitsaufwand in Stunden	Eigenstudium 62, Präsenzstudium 28
Prüfungsart	Mündliche Prüfung
Prüfungsdauer und -umfang	45 min
Dozenten	Dr. Martin Flamm
Sprachen	EN
Zeitraum	WiSe
Inhalt	Design principles, fatigue strength, crack initiation and crack growth, damage calculation, counting methods, methods to improve fatigue strength, environmental influences
Literatur	Jaap Schijve, Fatigue of Structures and Materials. Kluwer Academic Publisher, Dordrecht, 2001 E. Haibach. Betriebsfestigkeit Verfahren und Daten zur Bauteilberechnung. VDI-Verlag, Düsseldorf, 1989

Lehrveranstaltung L2012: Industrie 4.0 für Ingenieure	
Typ	Vorlesung
SWS	2
LP	3
Arbeitsaufwand in Stunden	Eigenstudium 62, Präsenzstudium 28
Prüfungsart	Klausur
Prüfungsdauer und -umfang	120 min
Dozenten	Prof. Thorsten Schüppstuhl
Sprachen	DE
Zeitraum	SoSe
Inhalt	
Literatur	

Lehrveranstaltung L0087: Mikrocontrollerschaltungen - Realisierung in Hard- und Software	
Typ	Seminar
SWS	2
LP	2
Arbeitsaufwand in Stunden	Eigenstudium 32, Präsenzstudium 28
Prüfungsart	Schriftliche Ausarbeitung
Prüfungsdauer und -umfang	10 min. Vortrag + anschließende Diskussion
Dozenten	Prof. Siegfried Rump
Sprachen	DE
Zeitraum	WiSe/SoSe
Inhalt	<p>Im Rahmen dieses Seminars soll zunächst eine Hardwareumgebung für einen gängigen 8-bit Microcontroller (ATMEL ATmega-Serie) erstellt werden, die sowohl den Betrieb des Controllers als auch die Programmierung desselben von einem Standard-PC aus unterstützt. Die Schaltung soll mit Programmen in Assembler- und Hochsprache in Betrieb genommen werden.</p> <p>Prüfungsleistung: schriftliche Ausarbeitung und Vortrag</p>
Literatur	<p>ATmega16A 8-bit Microcontroller with 16K Bytes In-System Programmable Flash - DATASHEET, Atmel Corporation 2014</p> <p>Atmel AVR 8-bit Instruction Set Instruction Set Manual, Atmel Corporation 2016</p>

Lehrveranstaltung L0724: Microsystems Technology	
Typ	Vorlesung
SWS	2
LP	4
Arbeitsaufwand in Stunden	Eigenstudium 92, Präsenzstudium 28
Prüfungsart	Mündliche Prüfung
Prüfungsdauer und -umfang	30 min
Dozenten	Prof. Hoc Khiem Trieu
Sprachen	EN
Zeitraum	WiSe
Inhalt	<ul style="list-style-type: none"> • Introduction (historical view, scientific and economic relevance, scaling laws) • Semiconductor Technology Basics, Lithography (wafer fabrication, photolithography, improving resolution, next-generation lithography, nano-imprinting, molecular imprinting) • Deposition Techniques (thermal oxidation, epitaxy, electroplating, PVD techniques: evaporation and sputtering; CVD techniques: APCVD, LPCVD, PECVD and LECVD; screen printing) • Etching and Bulk Micromachining (definitions, wet chemical etching, isotropic etch with HNA, electrochemical etching, anisotropic etching with KOH/TMAH: theory, corner undercutting, measures for compensation and etch-stop techniques; plasma processes, dry etching: back sputtering, plasma etching, RIE, Bosch process, cryo process, XeF2 etching) • Surface Micromachining and alternative Techniques (sacrificial etching, film stress, stiction: theory and counter measures; Origami microstructures, Epi-Poly, porous silicon, SOI, SCREAM process, LIGA, SU8, rapid prototyping) • Thermal and Radiation Sensors (temperature measurement, self-generating sensors: Seebeck effect and thermopile; modulating sensors: thermo resistor, Pt-100, spreading resistance sensor, pn junction, NTC and PTC; thermal anemometer, mass flow sensor, photometry, radiometry, IR sensor: thermopile and bolometer) • Mechanical Sensors (strain based and stress based principle, capacitive readout, piezoresistivity, pressure sensor: piezoresistive, capacitive and fabrication process; accelerometer: piezoresistive, piezoelectric and capacitive; angular rate sensor: operating principle and fabrication process) • Magnetic Sensors (galvanomagnetic sensors: spinning current Hall sensor and magneto-transistor; magnetoresistive sensors: magneto resistance, AMR and GMR, fluxgate magnetometer) • Chemical and Bio Sensors (thermal gas sensors: pellistor and thermal conductivity sensor; metal oxide semiconductor gas sensor, organic semiconductor gas sensor, Lambda probe, MOSFET gas sensor, pH-FET, SAW sensor, principle of biosensor, Clark electrode, enzyme electrode, DNA chip) • Micro Actuators, Microfluidics and TAS (drives: thermal, electrostatic, piezo electric and electromagnetic; light modulators, DMD, adaptive optics, microscanner, microvalves: passive and active, micropumps, valveless micropump, electrokinetic micropumps, micromixer, filter, inkjet printhead, microdispenser, microfluidic switching elements, microreactor, lab-on-a-chip, microanalytics) • MEMS in medical Engineering (wireless energy and data transmission, smart pill, implantable drug delivery system, stimulators: microelectrodes, cochlear and retinal implant; implantable pressure sensors, intelligent osteosynthesis, implant for spinal cord regeneration) • Design, Simulation, Test (development and design flows, bottom-up approach, top-down approach, testability, modelling: multiphysics, FEM and equivalent circuit simulation; reliability test, physics-of-failure, Arrhenius equation, bath-tub relationship) • System Integration (monolithic and hybrid integration, assembly and packaging, dicing, electrical contact: wire bonding, TAB and flip chip bonding; packages, chip-on-board, wafer-level-package, 3D integration, wafer bonding: anodic bonding and silicon fusion bonding; micro electroplating, 3D-MID)
Literatur	<p>M. Madou: Fundamentals of Microfabrication, CRC Press, 2002</p> <p>N. Schwesinger: Lehrbuch Mikrosystemtechnik, Oldenbourg Verlag, 2009</p> <p>T. M. Adams, R. A. Layton: Introductory MEMS, Springer, 2010</p> <p>G. Gerlach; W. Dötzel: Introduction to microsystem technology, Wiley, 2008</p>

Lehrveranstaltung L1551: Model-Based Systems Engineering (MBSE) mit SysML/UML	
Typ	Projekt-/problembasierte Lehrveranstaltung
SWS	3
LP	3
Arbeitsaufwand in Stunden	Eigenstudium 48, Präsenzstudium 42
Prüfungsart	Schriftliche Ausarbeitung
Prüfungsdauer und -umfang	ca. 10 Seiten
Dozenten	Prof. Ralf God
Sprachen	DE
Zeitraum	SoSe
Inhalt	<p>Ziele der problemorientierten Lehrveranstaltung sind der Erwerb von Kenntnissen zum Vorgehen beim Systementwurf mittels der formalen Sprachen SysML/UML, das Kennenlernen von Werkzeugen zur Modellierung und schließlich die Durchführung eines Projekts mit Methoden und Werkzeugen des Model-Based Systems Engineering (MBSE) auf einer realistischen Hardwareplattform (z.B. Arduino®, Raspberry Pi®):</p> <ul style="list-style-type: none"> • Was ist ein Modell? • Was ist Systems Engineering? • Überblick zu MBSE Methodiken • Die Modellierungssprachen SysML/UML • Werkzeuge für das MBSE • Vorgehensweisen beim MBSE • Anforderungsspezifikation, funktionale Architektur, Lösungsspezifikation • Vom Modell zum Softwarecode • Validierung und Verifikation: XiL-Methoden • Begleitendes MBSE-Projekt
Literatur	<ul style="list-style-type: none"> - Skript zur Vorlesung - Weilkiens, T.: Systems Engineering mit SysML/UML: Modellierung, Analyse, Design. 2. Auflage, dpunkt.Verlag, 2008 - Holt, J., Perry, S.A., Brownword, M.: Model-Based Requirements Engineering. Institution Engineering & Tech, 2011

Lehrveranstaltung L2863: Nachhaltige industrielle Produktion	
Typ	Vorlesung
SWS	2
LP	4
Arbeitsaufwand in Stunden	Eigenstudium 92, Präsenzstudium 28
Prüfungsart	Klausur
Prüfungsdauer und -umfang	60 min
Dozenten	Dr. Simon Markus Kothe
Sprachen	DE
Zeitraum	SoSe
Inhalt	<p>Die industrielle Produktion befasst sich mit der Herstellung physischer Produkte zur Befriedigung menschlicher Bedürfnisse unter Einsatz verschiedener Fertigungsprozesse, die die Form und die physikalischen Eigenschaften der Ausgangsmaterialien verändern. Das produzierende Gewerbe ist zentraler Treiber der wirtschaftlichen Entwicklung und hat großen Einfluss auf das Wohlergehen der Menschheit. Das Ausmaß der gegenwärtigen Produktionsaktivitäten führt jedoch zu einem enormen globalen Energie- und Materialbedarf, der sowohl der Umwelt als auch den Menschen schadet. Historisch gesehen orientierten sich industrielle Aktivitäten meist an ökonomischen Randbedingungen, während soziale und ökologische Folgen kaum berücksichtigt wurden. Infolgedessen liegen die heutigen globalen Verbrauchsraten vieler Ressourcen und damit verbundene Emissionen häufig über der natürlichen Regenerationsrate unseres Planeten. Insofern ist ein Großteil der derzeitigen industriellen Produktion als nicht nachhaltig zu bezeichnen. Dies wird jedes Jahr durch den "Earth Overshoot Day" unterstrichen, der den Tag markiert, an dem der ökologische Fußabdruck der Menschheit die jährliche Regenerationsfähigkeit der Erde übersteigt.</p> <p>Die vorliegende Vorlesung soll die Motivation, Analysemethoden sowie Ansätze für eine nachhaltige industrielle Produktion vermitteln und verdeutlichen, welchen Einfluss die Produktionsphase im Verhältnis zur Rohstoff-, Nutzungs- und Recyclingphase im gesamten Lebenszyklus von Produkten hat. Hierzu werden die folgenden Themen beleuchtet:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Motivation für eine nachhaltige Produktion, die 17 Ziele für nachhaltige Entwicklung (SDGs) der Vereinten Nationen und ihre Bedeutung für die Fertigung von morgen; - Ausgangsstoffe vs. Produktionsphase vs. Nutzungsphase vs. Recycling/End-of-Life-Phase: Bedeutung der Produktionsphase für die Umweltauswirkungen gefertigter Produkte; - Typische energie- und ressourcenintensive Prozesse in der industriellen Produktion und innovative Ansätze zur Steigerung der Energie- und Ressourceneffizienz; - Methodik zur Optimierung der Energie- und Ressourceneffizienz von industriellen Fertigungsketten mit den drei Schritten Modellieren (1), Bewerten (2) und Verbessern (3); - Ressourceneffizienz von Wertschöpfungsketten der industriellen Produktion und ihre Beurteilung mittels Lebenszyklusanalyse (LCA); - Übung: Ökobilanztechnische Betrachtung eines Fertigungsprozesses (Thermoplastisches Fügen eines Flugzeugrumpfsegments) als Teil eines Produkt-Life-Cycle-Assessments.
Literatur	<p>Literatur:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Stefan Alexander (2020): Resource efficiency in manufacturing value chains. Cham: Springer International Publishing. - Hauschild, Michael Z.; Rosenbaum, Ralph K.; Olsen, Stig Irving (Hg.) (2018): Life Cycle Assessment. Theory and Practice. Cham: Springer International Publishing. - Kishita, Yusuke; Matsumoto, Mitsutaka; Inoue, Masato; Fukushige, Shinichi (2021): EcoDesign and sustainability. Singapore: Springer. - Schebek, Liselotte; Herrmann, Christoph; Cerdas, Felipe (2019): Progress in Life Cycle Assessment. Cham: Springer International Publishing. - Thiede, Sebastian; Hermann, Christoph (2019): Eco-factories of the future. Cham: Springer Nature Switzerland AG. - Vorlesungsskript.

Lehrveranstaltung L1077: Prozessmesstechnik	
Typ	Vorlesung
SWS	2
LP	3
Arbeitsaufwand in Stunden	Eigenstudium 62, Präsenzstudium 28
Prüfungsart	Mündliche Prüfung
Prüfungsdauer und -umfang	45 Minuten
Dozenten	Prof. Roland Harig
Sprachen	DE/EN
Zeitraum	SoSe
Inhalt	<ul style="list-style-type: none"> • Prozessmesstechnik im Rahmen der Prozessleittechnik <ul style="list-style-type: none"> ◦ Aufgaben der Prozessmesstechnik ◦ Instrumentierung von Prozessen ◦ Klassifizierung der Aufnehmer • Systemtheorie in der Prozessmesstechnik <ul style="list-style-type: none"> ◦ Allgemeine lineare Beschreibung der Aufnehmer ◦ Mathematische Beschreibung von allgemeinen Zweiteitern ◦ Fourier- und Laplace-Transformation • Korrelationsmesstechnik <ul style="list-style-type: none"> ◦ Bedeutung von Breitbandsignalen für die Korrelationsmesstechnik ◦ Auto- und Kreuzkorrelationsfunktion, sowie Anwendungen ◦ Störfestigkeit von Korrelationsverfahren • Übertragung von analogen und digitalen Messsignalen in der Prozessmesstechnik <ul style="list-style-type: none"> ◦ Modulationsverfahren (Amplituden-/Frequenzmodulation) ◦ Multiplexverfahren zur Datenübertragung ◦ Analog-Digital-Wandler
Literatur	- Färber: „Prozeßrechentchnik“, Springer-Verlag 1994 - Kiencke, Kronmüller: „Meßtechnik“, Springer Verlag Berlin Heidelberg, 1995 - A. Ambaradar: „Analog and Digital Signal Processing“ (1), PWS Publishing Company, 1995, NTC 339 - A. Papoulis: „Signal Analysis“ (1), McGraw-Hill, 1987, NTC 312 (LB) - M. Schwartz: „Information Transmission, Modulation and Noise“ (3,4), McGraw-Hill, 1980, 2402095 - S. Haykin: „Communication Systems“ (1,3), Wiley&Sons, 1983, 2419072 - H. Sheingold: „Analog-Digital Conversion Handbook“ (5), Prentice-Hall, 1986, 2440072 - J. Fraden: „AIP Handbook of Modern Sensors“ (5,6), American Institute of Physics, 1993, MTB 346

Lehrveranstaltung L1083: Prozessmesstechnik	
Typ	Hörsaalübung
SWS	1
LP	1
Arbeitsaufwand in Stunden	Eigenstudium 16, Präsenzstudium 14
Prüfungsart	Mündliche Prüfung
Prüfungsdauer und -umfang	
Dozenten	Prof. Roland Harig
Sprachen	DE/EN
Zeitraum	SoSe
Inhalt	Siehe korrespondierende Vorlesung
Literatur	Siehe korrespondierende Vorlesung

Lehrveranstaltung L0664: Regelungstechnische Methoden für die Medizintechnik	
Typ	Vorlesung
SWS	2
LP	3
Arbeitsaufwand in Stunden	Eigenstudium 62, Präsenzstudium 28
Prüfungsart	Mündliche Prüfung
Prüfungsdauer und -umfang	20 min
Dozenten	Johannes Kreuzer, Christian Neuhaus
Sprachen	DE
Zeitraum	SoSe
Inhalt	<p>Immer aus dem Blickwinkel des Ingenieurs betrachtet, gliedert sich die Vorlesung wie folgt:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Einleitung in die Thematik • Grundlagen der physiologischen Modellbildung • Einführung in die Atmung und Beatmung • Physiologie und Pathologie in die Kardiologie • Einführung in die Regelung des Blutzuckers • Funktion der Niere und Nierenersatztherapie • Darstellung der Regelungstechnik am konkreten Beatmungsgerät • Exkursion zu einem Medizintechnik-Unternehmen <p>Es werden Techniken der Modellierung, Simulation und Reglerentwicklung besprochen. Bei den Modellen werden einfache Ersatzschaltbilder für physiologische Abläufe hergeleitet und erklärt wie damit Sensoren, Regler und Aktoren gesteuert werden. MATLAB und SIMULINK sind die eingesetzten Entwicklungswerkzeuge.</p>
Literatur	<ul style="list-style-type: none"> • Leonhardt, S., & Walter, M. (2016). Medizintechnische Systeme. Berlin, Heidelberg: Springer Vieweg. • Werner, J. (2005). Kooperative und autonome Systeme der Medizintechnik. München: Oldenbourg. • Oczenski, W. (2017). Atmen : Atemhilfen ; Atemphysiologie und Beatmungstechnik: Georg Thieme Verlag KG.

Modul M1182: Technischer Ergänzungskurs für TMBMS (laut FSPO)			
Lehrveranstaltungen			
Titel	Typ	SWS	LP
Modulverantwortlicher	Prof. Robert Seifried		
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	Theoretischer Maschinenbau: Vertiefung Produktentwicklung und Produktion: Wahlpflicht Theoretischer Maschinenbau: Vertiefung Flugzeug-Systemtechnik: Wahlpflicht Theoretischer Maschinenbau: Vertiefung Materialwissenschaften: Wahlpflicht Theoretischer Maschinenbau: Vertiefung Maritime Technik: Wahlpflicht Theoretischer Maschinenbau: Vertiefung Energietechnik: Wahlpflicht Theoretischer Maschinenbau: Vertiefung Bio- und Medizintechnik: Wahlpflicht Theoretischer Maschinenbau: Vertiefung Robotik und Informatik: Wahlpflicht Theoretischer Maschinenbau: Vertiefung Simulationstechnik: Wahlpflicht		

Modul M1702: Process Imaging			
Lehrveranstaltungen			
Titel		Typ	SWS
Prozessbildung (L2723)		Vorlesung	2
Prozessbildung (L2724)		Projekt-/problembasierte Lehrveranstaltung	3
Modulverantwortlicher	Prof. Alexander Penn		
Zulassungsvoraussetzungen	None		
Empfohlene Vorkenntnisse	No special prerequisites needed		
Modulziele/ angestrebte Lernergebnisse	Nach erfolgreicher Teilnahme haben die Studierenden die folgenden Lernergebnisse erreicht		
Fachkompetenz <i>Wissen</i>	<p>Content: The module focuses primarily on discussing established imaging techniques including (a) optical and infrared imaging, (b) magnetic resonance imaging, (c) X-ray imaging and tomography, and (d) ultrasound imaging but also covers a range of more recent imaging modalities. The students will learn:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. what these imaging techniques can measure (such as sample density or concentration, material transport, chemical composition, temperature), 2. how the measurements work (physical measurement principles, hardware requirements, image reconstruction), and 3. how to determine the most suited imaging methods for a given problem. <p>Learning goals: After the successful completion of the course, the students shall:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. understand the physical principles and practical aspects of the most common imaging methods, 2. be able to assess the pros and cons of these methods with regard to cost, complexity, expected contrasts, spatial and temporal resolution, and based on this assessment 3. be able to identify the most suited imaging modality for any specific engineering challenge in the field of chemical and bioprocess engineering. 		
<i>Fertigkeiten</i>			
Personale Kompetenzen <i>Sozialkompetenz</i>	In the problem-based interactive course, students work in small teams and set up two process imaging systems and use these systems to measure relevant process parameters in different chemical and bioprocess engineering applications. The teamwork will foster interpersonal communication skills.		
<i>Selbstständigkeit</i>	Students are guided to work in self-motivation due to the challenge-based character of this module. A final presentation improves presentation skills.		
Arbeitsaufwand in Stunden	Eigenstudium 124, Präsenzstudium 56		
Leistungspunkte	6		
Studienleistung	Keine		
Prüfung	Klausur		
Prüfungsdauer und -umfang	120 min		
Zuordnung zu folgenden Curricula	Bioverfahrenstechnik: Vertiefung A - Allgemeine Bioverfahrenstechnik: Wahlpflicht Bioverfahrenstechnik: Vertiefung B - Industrielle Bioverfahrenstechnik: Wahlpflicht Bioverfahrenstechnik: Vertiefung C - Bioökonomische Verfahrenstechnik, Schwerpunkt Energie und Bioprozesstechnik: Wahlpflicht Chemical and Bioprocess Engineering: Vertiefung Allgemeine Verfahrenstechnik: Wahlpflicht Chemical and Bioprocess Engineering: Vertiefung Bioverfahrenstechnik: Wahlpflicht Chemical and Bioprocess Engineering: Vertiefung Chemische Verfahrenstechnik: Wahlpflicht Computer Science: Vertiefung II. Intelligenz-Engineering: Wahlpflicht Information and Communication Systems: Vertiefung Kommunikationssysteme, Schwerpunkt Signalverarbeitung: Wahlpflicht Internationales Wirtschaftsingenieurwesen: Vertiefung II. Verfahrenstechnik und Biotechnologie: Wahlpflicht Theoretischer Maschinenbau: Vertiefung Robotik und Informatik: Wahlpflicht Theoretischer Maschinenbau: Vertiefung Robotik und Informatik: Wahlpflicht Verfahrenstechnik: Vertiefung Allgemeine Verfahrenstechnik: Wahlpflicht Verfahrenstechnik: Vertiefung Chemische Verfahrenstechnik: Wahlpflicht Verfahrenstechnik: Vertiefung Umweltverfahrenstechnik: Wahlpflicht Wasser- und Umweltingenieurwesen: Vertiefung Umwelt: Wahlpflicht Wasser- und Umweltingenieurwesen: Vertiefung Wasser: Wahlpflicht		

Lehrveranstaltung L2723: Process Imaging	
Typ	Vorlesung
SWS	2
LP	3
Arbeitsaufwand in Stunden	Eigenstudium 62, Präsenzstudium 28
Dozenten	Prof. Alexander Penn
Sprachen	EN
Zeitraum	SoSe
Inhalt	
Literatur	

Lehrveranstaltung L2724: Process Imaging	
Typ	Projekt-/problembasierte Lehrveranstaltung
SWS	2
LP	3
Arbeitsaufwand in Stunden	Eigenstudium 62, Präsenzstudium 28
Dozenten	Prof. Alexander Penn, Dr. Stefan Benders
Sprachen	EN
Zeitraum	SoSe
Inhalt	
Literatur	

Fachmodule der Vertiefung Simulationstechnik

Modul M0603: Nichtlineare Strukturanalyse			
Lehrveranstaltungen			
Titel	Typ	SWS	LP
Nichtlineare Strukturanalyse (L0277)	Vorlesung	3	4
Nichtlineare Strukturanalyse (L0279)	Gruppenübung	1	2
Modulverantwortlicher	Prof. Alexander Düster		
Zulassungsvoraussetzungen	Keine		
Empfohlene Vorkenntnisse	Vorkenntnisse bzgl. partieller Differentialgleichungen sind empfehlenswert.		
Modulziele/ angestrebte Lernergebnisse	Nach erfolgreicher Teilnahme haben die Studierenden die folgenden Lernergebnisse erreicht		
Fachkompetenz			
<i>Wissen</i>	Studierende können + einen Überblick über die verschiedenen nichtlinearen strukturmeechanischen Phänomene geben. + den mechanischen Hintergrund von nichtlinearen Phänomenen in der Strukturmechanik erläutern. + mögliche Probleme bei der nichtlinearen Strukturanalyse aufzählen, im konkreten Fall erkennen und die entsprechenden mathematischen und mechanischen Hintergründe erläutern.		
<i>Fertigkeiten</i>	Studierende sind in der Lage + nichtlineare strukturmeechanische Probleme zu modellieren. + für gegebene nichtlineare strukturmeechanische Probleme das geeignete Berechnungsverfahren auszuwählen. + Finite-Elemente-Verfahren auf nichtlineare strukturmeechanische Probleme anzuwenden. + Ergebnisse von nichtlinearen finiten Elemente Berechnungen zu verifizieren und kritisch zu beurteilen. + die Vorgehensweise zur Lösung von nichtlinearen Problemen auf neue Problemstellungen zu übertragen.		
Personale Kompetenzen			
<i>Sozialkompetenz</i>	Studierende können + in heterogen zusammengesetzten Gruppen Aufgaben lösen und die Arbeitsergebnisse dokumentieren. + erlerntes Wissen innerhalb der Gruppe weitergeben.		
<i>Selbstständigkeit</i>	Studierende sind fähig + für die Lösung von komplexen Aufgaben eigenständig Wissen erwerben.		
Arbeitsaufwand in Stunden	Eigenstudium 124, Präsenzstudium 56		
Leistungspunkte	6		
Studienleistung	Keine		
Prüfung	Klausur		
Prüfungsdauer und -umfang	120 min		
Zuordnung zu folgenden Curricula	Bauingenieurwesen: Vertiefung Tragwerke: Wahlpflicht Internationales Wirtschaftsingenieurwesen: Vertiefung II. Bauingenieurwesen: Wahlpflicht Materialwissenschaft: Vertiefung Modellierung: Wahlpflicht Mechatronics: Vertiefung Systementwurf: Wahlpflicht Produktentwicklung, Werkstoffe und Produktion: Kernqualifikation: Wahlpflicht Schiffbau und Meerestechnik: Kernqualifikation: Wahlpflicht Ship and Offshore Technology: Kernqualifikation: Wahlpflicht Theoretischer Maschinenbau: Vertiefung Simulationstechnik: Wahlpflicht		

Lehrveranstaltung L0277: Nichtlineare Strukturanalyse	
Typ	Vorlesung
SWS	3
LP	4
Arbeitsaufwand in Stunden	Eigenstudium 78, Präsenzstudium 42
Dozenten	Prof. Alexander Düster
Sprachen	DE/EN
Zeitraum	WiSe
Inhalt	<ol style="list-style-type: none"> 1. Einleitung 2. Nichtlineare Phänomene 3. Mathematische Grundlagen 4. Kontinuumsmechanische Grundlagen 5. Räumliche Diskretisierung mit Finiten Elementen 6. Lösung nichtlinearer Gleichungssysteme 7. Lösung elastoplastischer Probleme 8. Stabilitätsprobleme 9. Kontaktprobleme
Literatur	<p>[1] Alexander Düster, Nonlinear Structural Analysis, Lecture Notes, Technische Universität Hamburg-Harburg, 2014.</p> <p>[2] Peter Wriggers, Nonlinear Finite Element Methods, Springer 2008.</p> <p>[3] Peter Wriggers, Nichtlineare Finite-Elemente-Methoden, Springer 2001.</p> <p>[4] Javier Bonet and Richard D. Wood, Nonlinear Continuum Mechanics for Finite Element Analysis, Cambridge University Press, 2008.</p>

Lehrveranstaltung L0279: Nichtlineare Strukturanalyse	
Typ	Gruppenübung
SWS	1
LP	2
Arbeitsaufwand in Stunden	Eigenstudium 46, Präsenzstudium 14
Dozenten	Prof. Alexander Düster
Sprachen	DE/EN
Zeitraum	WiSe
Inhalt	Siehe korrespondierende Vorlesung
Literatur	Siehe korrespondierende Vorlesung

Modul M1151: Werkstoffmodellierung			
Lehrveranstaltungen			
Titel		Typ	SWS
Werkstoffmodellierung (L1535)		Vorlesung	2
Werkstoffmodellierung (L1536)		Gruppenübung	3
Modulverantwortlicher	Prof. Christian Cyron		
Zulassungsvoraussetzungen	Keine		
Empfohlene Vorkenntnisse	Grundlagen der linearen und nichtlinearen Kontinuumsmechanik wie z.B. in den Modulen Mechanik II und Kontinuumsmechanik unterrichtet (Kräfte und Drehmomente, Spannungen, lineare und nichtlineare Verzerrungsmaße, Schnittprinzip, lineare und nichtlineare Konstitutivgesetze, Verzerrungsenergie).		
Modulziele/ angestrebte Lernergebnisse	Nach erfolgreicher Teilnahme haben die Studierenden die folgenden Lernergebnisse erreicht		
Fachkompetenz	Die Studierenden können die Grundlagen von mehrdimensionalen Werkstoffgesetzen erläutern.		
<i>Wissen</i>			
<i>Fertigkeiten</i>	Die Studierenden können eigene Materialmodelle in ein Finite Elemente Programm implementieren. Insbesondere können Sie Ihre Kenntnisse auf verschiedene Problemstellung aus der Materialwissenschaft anwenden und Materialmodelle entsprechend bewerten.		
Personale Kompetenzen			
<i>Sozialkompetenz</i>	Die Studierenden können Lösungen entwickeln, gegenüber Spezialisten präsentieren und Ideen weiterentwickeln.		
<i>Selbstständigkeit</i>	Die Studierenden können ihre eigenen Stärken und Schwächen ermitteln. Sie können selbstständig und eigenverantwortlich Probleme im Bereich der Werkstoffmodellierung identifizieren und lösen und sich dafür benötigtes Wissen aneignen.		
Arbeitsaufwand in Stunden	Eigenstudium 124, Präsenzstudium 56		
Leistungspunkte	6		
Studienleistung	Keine		
Prüfung	Klausur		
Prüfungsdauer und -umfang	60 min		
Zuordnung zu folgenden Curricula	Materialwissenschaft: Vertiefung Modellierung: Wahlpflicht Mechanical Engineering and Management: Vertiefung Werkstoffe: Wahlpflicht Mediziningenieurwesen: Vertiefung Künstliche Organe und Regenerative Medizin: Wahlpflicht Mediziningenieurwesen: Vertiefung Implantate und Endoprothesen: Wahlpflicht Mediziningenieurwesen: Vertiefung Medizin- und Regelungstechnik: Wahlpflicht Mediziningenieurwesen: Vertiefung Management und Administration: Wahlpflicht Produktentwicklung, Werkstoffe und Produktion: Kernqualifikation: Wahlpflicht Theoretischer Maschinenbau: Vertiefung Materialwissenschaften: Wahlpflicht Theoretischer Maschinenbau: Vertiefung Simulationstechnik: Wahlpflicht		

Lehrveranstaltung L1535: Werkstoffmodellierung	
Typ	Vorlesung
SWS	2
LP	3
Arbeitsaufwand in Stunden	Eigenstudium 62, Präsenzstudium 28
Dozenten	Prof. Christian Cyron
Sprachen	DE
Zeitraum	WiSe
Inhalt	Eine der wichtigsten Fragen bei der Modellierung mechanischer Systeme in der Praxis ist, wie man das Materialverhalten der einzelnen Bauteile modelliert. Neben einfacher isotroper Elastizität sind dabei von besonderer Bedeutung: <ul style="list-style-type: none"> - Anisotropie (richtungsabhängige Materialeigenschaften etwa bei faserverstärkten Kunststoffen) - Plastizität (dauerhafte Verformung durch einmalige hohe Belastung etwa in der Umformtechnik) - Viskoelastizität (Absorption von Energie etwa bei Dämpfern) - Kriechen (schleichende Verformung unter Langzeitbelastung z.B. in Rohrleitungen) Diese Vorlesung gibt eine kurze Einführung in die theoretischen Grundlagen und mathematische Beschreibung der oben genannten Phänomene. In einer parallelen Übung werden diese anhand einfacher Berechnungsaufgaben vertieft. Dabei wird insbesondere erläutert, wie die oben genannten Phänomene in Computersimulationen modelliert werden können und wie man aus gegebenen Messdaten wichtige Materialparameter bestimmen kann.
Literatur	

Lehrveranstaltung L1536: Werkstoffmodellierung	
Typ	Gruppenübung
SWS	2
LP	3
Arbeitsaufwand in Stunden	Eigenstudium 62, Präsenzstudium 28
Dozenten	Prof. Christian Cyron
Sprachen	DE
Zeitraum	WiSe
Inhalt	Siehe korrespondierende Vorlesung
Literatur	Siehe korrespondierende Vorlesung

Modul M0906: Numerical Simulation and Lagrangian Transport			
Lehrveranstaltungen			
Titel		Typ	SWS
Lagrangescher Transport in turbulenten Strömungen (L2301)		Vorlesung	2
Numerische Strömungssimulation - Übung mit OpenFoam (L1375)		Gruppenübung	1
Numerische Strömungssimulation in der Verfahrenstechnik (L1052)		Vorlesung	2
Modulverantwortlicher	Prof. Michael Schlüter		
Zulassungsvoraussetzungen	None		
Empfohlene Vorkenntnisse	<ul style="list-style-type: none"> • Mathematics I-IV • Basic knowledge in Fluid Mechanics • Basic knowledge in chemical thermodynamics 		
Modulziele/ angestrebte Lernergebnisse	Nach erfolgreicher Teilnahme haben die Studierenden die folgenden Lernergebnisse erreicht		
Fachkompetenz	<p><i>Wissen</i> After successful completion of the module the students are able to</p> <ul style="list-style-type: none"> • explain the the basic principles of statistical thermodynamics (ensembles, simple systems) • describe the main approaches in classical Molecular Modeling (Monte Carlo, Molecular Dynamics) in various ensembles • discuss examples of computer programs in detail, • evaluate the application of numerical simulations, • list the possible start and boundary conditions for a numerical simulation. <p><i>Fertigkeiten</i> The students are able to:</p> <ul style="list-style-type: none"> • set up computer programs for solving simple problems by Monte Carlo or molecular dynamics, • solve problems by molecular modeling, • set up a numerical grid, • perform a simple numerical simulation with OpenFoam, • evaluate the result of a numerical simulation. <p>Personale Kompetenzen</p> <p><i>Sozialkompetenz</i> The students are able to</p> <ul style="list-style-type: none"> • develop joint solutions in mixed teams and present them in front of the other students, • to collaborate in a team and to reflect their own contribution toward it. <p><i>Selbstständigkeit</i> The students are able to:</p> <ul style="list-style-type: none"> • evaluate their learning progress and to define the following steps of learning on that basis, • evaluate possible consequences for their profession. 		
Arbeitsaufwand in Stunden	Eigenstudium 110, Präsenzstudium 70		
Leistungspunkte	6		
Studienleistung	Keine		
Prüfung	Mündliche Prüfung		
Prüfungsdauer und -umfang	30 min		
Zuordnung zu folgenden Curricula	Bioverfahrenstechnik: Vertiefung A - Allgemeine Bioverfahrenstechnik: Wahlpflicht Bioverfahrenstechnik: Vertiefung B - Industrielle Bioverfahrenstechnik: Wahlpflicht Chemical and Bioprocess Engineering: Vertiefung Chemische Verfahrenstechnik: Wahlpflicht Chemical and Bioprocess Engineering: Vertiefung Allgemeine Verfahrenstechnik: Wahlpflicht Theoretischer Maschinenbau: Vertiefung Energietechnik: Wahlpflicht Theoretischer Maschinenbau: Vertiefung Simulationstechnik: Wahlpflicht Verfahrenstechnik: Vertiefung Chemische Verfahrenstechnik: Wahlpflicht Verfahrenstechnik: Vertiefung Allgemeine Verfahrenstechnik: Wahlpflicht		

Lehrveranstaltung L2301: Lagrangian transport in turbulent flows	
Typ	Vorlesung
SWS	2
LP	3
Arbeitsaufwand in Stunden	Eigenstudium 62, Präsenzstudium 28
Dozenten	Dr. Yan Jin
Sprachen	EN
Zeitraum	SoSe
Inhalt	Contents - Common variables and terms for characterizing turbulence (energy spectra, energy cascade, etc.) - An overview of Lagrange analysis methods and experiments in fluid mechanics - Critical examination of the concept of turbulence and turbulent structures.

	<p>-Calculation of the transport of ideal fluid elements and associated analysis methods (absolute and relative diffusion, Lagrangian Coherent Structures, etc.)</p> <p>- Implementation of a Runge-Kutta 4th-order in Matlab</p> <p>- Introduction to particle integration using ODE solver from Matlab</p> <p>- Problems from turbulence research</p> <p>- Application analytical methods with Matlab.</p> <p>Structure:</p> <p>- 14 units a 2x45 min.</p> <p>- 10 units lecture</p> <p>- 4 Units Matlab Exercise- Go through the exercises Matlab, Peer2Peer? Explain solutions to your colleague</p> <p>Learning goals:</p> <p>Students receive very specific, in-depth knowledge from modern turbulence research and transport analysis. → Knowledge</p> <p>The students learn to classify the acquired knowledge, they study approaches to further develop the knowledge themselves and to relate different data sources to each other. → Knowledge, skills</p> <p>The students are trained in the personal competence to independently delve into and research a scientific topic. → Independence</p> <p>Matlab exercises in small groups during the lecture and guided Peer2Peer discussion rounds train communication skills in complex situations. The mixture of precise language and intuitive understanding is learnt. → Knowledge, social competence</p> <p>Required knowledge:</p> <p>Fluid mechanics 1 and 2 advantageous</p> <p>Programming knowledge advantageous</p>
<p>Literatur</p>	<p>Bakunin, Oleg G. (2008): Turbulence and Diffusion. Scaling Versus Equations. Berlin [u. a.]: Springer Verlag.</p> <p>Bourgoin, Mickaël; Ouellette, Nicholas T.; Xu, Haitao; Berg, Jacob; Bodenschatz, Eberhard (2006): The role of pair dispersion in turbulent flow. In: Science (New York, N.Y.) 311 (5762), S. 835-838. DOI: 10.1126/science.1121726.</p> <p>Davidson, P. A. (2015): Turbulence. An introduction for scientists and engineers. Second edition. Oxford: Oxford Univ. Press.</p> <p>Graff, L. S.; Guttu, S.; LaCasce, J. H. (2015): Relative Dispersion in the Atmosphere from Reanalysis Winds. In: J. Atmos. Sci. 72 (7), S. 2769-2785. DOI: 10.1175/JAS-D-14-0225.1.</p> <p>Grigoriev, Roman (2011): Transport and Mixing in Laminar Flows. Weinheim, Germany: Wiley-VCH Verlag GmbH & Co. KGaA.</p> <p>Haller, George (2015): Lagrangian Coherent Structures. In: Annu. Rev. Fluid Mech. 47 (1), S. 137-162. DOI: 10.1146/annurev-fluid-010313-141322.</p> <p>Kameke, A. von; Huhn, F.; Fernández-García, G.; Muñuzuri, A. P.; Pérez-Muñuzuri, V. (2010): Propagation of a chemical wave front in a quasi-two-dimensional superdiffusive flow. In: Physical review. E, Statistical, nonlinear, and soft matter physics 81 (6 Pt 2), S. 66211. DOI: 10.1103/PhysRevE.81.066211.</p> <p>Kameke, A. von; Huhn, F.; Fernández-García, G.; Muñuzuri, A. P.; Pérez-Muñuzuri, V. (2011): Double cascade turbulence and Richardson dispersion in a horizontal fluid flow induced by Faraday waves. In: Physical review letters 107 (7), S. 74502. DOI: 10.1103/PhysRevLett.107.074502.</p> <p>Kameke, A.v.; Kastens, S.; Rüttinger, S.; Herres-Pawlis, S.; Schlüter, M. (2019): How coherent structures dominate the residence time in a bubble wake: An experimental example. In: Chemical Engineering Science 207, S. 317-326. DOI: 10.1016/j.ces.2019.06.033.</p> <p>Klages, Rainer; Radons, Günter; Sokolov, Igor M. (2008): Anomalous Transport: Wiley.</p> <p>LaCasce, J. H. (2008): Statistics from Lagrangian observations. In: Progress in Oceanography 77 (1), S. 1-29. DOI: 10.1016/j.pocean.2008.02.002.</p> <p>Neufeld, Zoltán; Hernández-García, Emilio (2009): Chemical and Biological Processes in Fluid Flows: PUBLISHED BY IMPERIAL COLLEGE PRESS AND DISTRIBUTED BY WORLD SCIENTIFIC PUBLISHING CO.</p> <p>Onu, K.; Huhn, F.; Haller, G. (2015): LCS Tool: A computational platform for Lagrangian coherent structures. In: Journal of Computational Science 7, S. 26-36. DOI: 10.1016/j.jocs.2014.12.002.</p> <p>Ouellette, Nicholas T.; Xu, Haitao; Bourgoin, Mickaël; Bodenschatz, Eberhard (2006): An experimental study of turbulent relative dispersion models. In: New J. Phys. 8 (6), S. 109. DOI: 10.1088/1367-2630/8/6/109.</p> <p>Pope, Stephen B. (2000): Turbulent Flows. Cambridge: Cambridge University Press.</p>

Rivera, M. K.; Ecke, R. E. (2005): Pair dispersion and doubling time statistics in two-dimensional turbulence. In: Physical review letters 95 (19), S. 194503. DOI: 10.1103/PhysRevLett.95.194503.

Vallis, Geoffrey K. (2010): Atmospheric and oceanic fluid dynamics. Fundamentals and large-scale circulation. 5. printing. Cambridge: Cambridge Univ. Press.

Lehrveranstaltung L1375: Computational Fluid Dynamics - Exercises in OpenFoam	
Typ	Gruppenübung
SWS	1
LP	1
Arbeitsaufwand in Stunden	Eigenstudium 16, Präsenzstudium 14
Dozenten	Prof. Michael Schlüter
Sprachen	EN
Zeitraum	SoSe
Inhalt	<ul style="list-style-type: none"> • generation of numerical grids with a common grid generator • selection of models and boundary conditions • basic numerical simulation with OpenFoam within the TUHH CIP-Pool
Literatur	OpenFoam Tutorials (StudIP)

Lehrveranstaltung L1052: Computational Fluid Dynamics in Process Engineering	
Typ	Vorlesung
SWS	2
LP	2
Arbeitsaufwand in Stunden	Eigenstudium 32, Präsenzstudium 28
Dozenten	Prof. Michael Schlüter
Sprachen	EN
Zeitraum	SoSe
Inhalt	<ul style="list-style-type: none"> • Introduction into partial differential equations • Basic equations • Boundary conditions and grids • Numerical methods • Finite difference method • Finite volume method • Time discretisation and stability • Population balance • Multiphase Systems • Modeling of Turbulent Flows • Exercises: Stability Analysis • Exercises: Example on CFD - analytically/numerically
Literatur	<p>Paschedag A.R.: CFD in der Verfahrenstechnik: Allgemeine Grundlagen und mehrphasige Anwendungen, Wiley-VCH, 2004 ISBN 3-527-30994-2.</p> <p>Ferziger, J.H.; Peric, M.: Numerische Strömungsmechanik. Springer-Verlag, Berlin, 2008, ISBN: 3540675868.</p> <p>Ferziger, J.H.; Peric, M.: Computational Methods for Fluid Dynamics. Springer, 2002, ISBN 3-540-42074-6</p>

Modul M0605: Numerische Strukturodynamik			
Lehrveranstaltungen			
Titel	Typ	SWS	LP
Numerische Strukturodynamik (L0282)	Vorlesung	3	4
Numerische Strukturodynamik (L0283)	Gruppenübung	1	2
Modulverantwortlicher	Prof. Alexander Düster		
Zulassungsvoraussetzungen	Keine		
Empfohlene Vorkenntnisse	Vorkenntnisse bzgl. partieller Differentialgleichungen sind empfehlenswert.		
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"> + einen Überblick über die Verfahren zur numerischen Lösung von strukturdynamischen Problemen geben. + den Einsatz von Finite-Elemente-Programmen zur Lösung von Problemen der Strukturodynamik erläutern. + mögliche Probleme strukturdynamischer Berechnungen aufzählen, im konkreten Fall erkennen und die entsprechenden mathematischen und mechanischen Hintergründe erläutern. <p><i>Fertigkeiten</i> Studierende sind in der Lage</p> <ul style="list-style-type: none"> + strukturdynamische Probleme zu modellieren. + für Probleme der Strukturodynamik geeignete Lösungsverfahren auszuwählen. + Berechnungsverfahren zur Lösung von Problemen der Strukturodynamik anzuwenden. + Ergebnisse von numerischen Berechnungen zur Strukturodynamik zu verifizieren und kritisch zu beurteilen. <p>Personale Kompetenzen</p> <p><i>Sozialkompetenz</i> Studierende können</p> <ul style="list-style-type: none"> + in heterogen zusammengesetzten Gruppen Aufgaben lösen und die Arbeitsergebnisse dokumentieren. <p><i>Selbstständigkeit</i> Studierende sind fähig</p> <ul style="list-style-type: none"> + für die Lösung von komplexen Aufgaben eigenständig Wissen erwerben. 		
Arbeitsaufwand in Stunden	Eigenstudium 124, Präsenzstudium 56		
Leistungspunkte	6		
Studienleistung	Keine		
Prüfung	Klausur		
Prüfungsdauer und -umfang	2h		
Zuordnung zu folgenden Curricula	Internationales Wirtschaftsingenieurwesen: Vertiefung II. Mechatronik: Wahlpflicht Materialwissenschaft: Vertiefung Modellierung: Wahlpflicht Mechatronics: Technischer Ergänzungskurs: Wahlpflicht Schiffbau und Meerestechnik: Kernqualifikation: Wahlpflicht Theoretischer Maschinenbau: Vertiefung Simulationstechnik: Wahlpflicht		

Lehrveranstaltung L0282: Numerische Strukturodynamik	
Typ	Vorlesung
SWS	3
LP	4
Arbeitsaufwand in Stunden	Eigenstudium 78, Präsenzstudium 42
Dozenten	Prof. Alexander Düster
Sprachen	DE
Zeitraum	SoSe
Inhalt	1. Motivation 2. Grundlagen der Dynamik 3. Zeitintegrationsverfahren 4. Modalanalyse 5. Fourier-Transformation 6. Ausgewählte Beispiele
Literatur	[1] K.-J. Bathe, Finite-Elemente-Methoden, Springer, 2002. [2] J.L. Humar, Dynamics of Structures, Taylor & Francis, 2012.

Lehrveranstaltung L0283: Numerische Strukturdynamik	
Typ	Gruppenübung
SWS	1
LP	2
Arbeitsaufwand in Stunden	Eigenstudium 46, Präsenzstudium 14
Dozenten	Prof. Alexander Düster
Sprachen	DE
Zeitraum	SoSe
Inhalt	Siehe korrespondierende Vorlesung
Literatur	Siehe korrespondierende Vorlesung

Modul M0653: Hochleistungsrechnen			
Lehrveranstaltungen			
Titel		Typ	SWS
Grundlagen des Hochleistungsrechnens (L0242)		Vorlesung	2
Grundlagen des Hochleistungsrechnens (L1416)		Projekt-/problembasierte Lehrveranstaltung	2 3
Modulverantwortlicher	Prof. Thomas Rung		
Zulassungsvoraussetzungen	Keine		
Empfohlene Vorkenntnisse	<ul style="list-style-type: none"> Allgemeine Grundlagen der angewandten Informationstechnik Programmierkenntnisse in einer höheren Programmiersprache 		
Modulziele/ angestrebte Lernergebnisse	Nach erfolgreicher Teilnahme haben die Studierenden die folgenden Lernergebnisse erreicht		
Fachkompetenz	<p><i>Wissen</i> Studierende können die Grundlagen der Numerik und Algorithmen von Hochleistungsrechnern unter Verwendung von aktuellen Hardwarebeispielen erläutern. Studierende sind in der Lage, die algorithmische Verknüpfung von Hard- und Softwaremerkmalen zu erklären.</p> <p><i>Fertigkeiten</i> Studierende sind durch ihre Kenntnisse in der Lage, die algorithmischen Effizienz von Simulationsverfahren zu beurteilen.</p>		
Personale Kompetenzen	<p><i>Sozialkompetenz</i> Studierende sind befähigt im Team Algorithmen zu entwickeln und zu kodieren.</p> <p><i>Selbstständigkeit</i></p>		
Arbeitsaufwand in Stunden	Eigenstudium 124, Präsenzstudium 56		
Leistungspunkte	6		
Studienleistung	Keine		
Prüfung	Klausur		
Prüfungsdauer und -umfang	1.5h		
Zuordnung zu folgenden Curricula	Schiffbau und Meerestechnik: Kernqualifikation: Wahlpflicht Theoretischer Maschinenbau: Vertiefung Simulationstechnik: Wahlpflicht		

Lehrveranstaltung L0242: Grundlagen des Hochleistungsrechnens	
Typ	Vorlesung
SWS	2
LP	3
Arbeitsaufwand in Stunden	Eigenstudium 62, Präsenzstudium 28
Dozenten	Prof. Thomas Rung
Sprachen	DE/EN
Zeitraum	SoSe
Inhalt	Grundlagen moderner Hardwarearchitektu, kritische Aspekte der rechnerischen bzw. hardwaretechnischen Umsetzung exemplarischer Algorithmen, Konzepte für Shared- und Distributed-Memory-System, Programmierkonzepte für Beschleunigerhardware (GPGPUs)
Literatur	<p>1) Vortragmaterialien und Problemanleitungen</p> <p>2) G. Hager G. Wellein: Introduction to High Performance Computing for Scientists and Engineers CRC Computational Science Series, 2010</p>

Lehrveranstaltung L1416: Grundlagen des Hochleistungsrechnens	
Typ	Projekt-/problembasierte Lehrveranstaltung
SWS	2
LP	3
Arbeitsaufwand in Stunden	Eigenstudium 62, Präsenzstudium 28
Dozenten	Prof. Thomas Rung
Sprachen	DE/EN
Zeitraum	SoSe
Inhalt	Siehe korrespondierende Vorlesung
Literatur	Siehe korrespondierende Vorlesung

Modul M0606: Numerische Algorithmen in der Strukturmechanik			
Lehrveranstaltungen			
Titel		Typ	SWS
Numerische Algorithmen in der Strukturmechanik (L0284)		Vorlesung	2
Numerische Algorithmen in der Strukturmechanik (L0285)		Gruppenübung	2
			LP
			3
Modulverantwortlicher	Prof. Alexander Düster		
Zulassungsvoraussetzungen	Keine		
Empfohlene Vorkenntnisse	Vorkenntnisse bzgl. partieller Differentialgleichungen sind empfehlenswert.		
Modulziele/ angestrebte Lernergebnisse	Nach erfolgreicher Teilnahme haben die Studierenden die folgenden Lernergebnisse erreicht		
Fachkompetenz			
<i>Wissen</i>	Studierende können + einen Überblick über die gängigen numerischen Algorithmen geben, die in strukturmechanischen Finite-Elemente Programmen zum Einsatz kommen. + den Aufbau und Ablauf eines Finite-Elemente-Programms erläutern. + mögliche Probleme von numerischen Algorithmen aufzählen, im konkreten Fall erkennen und die mathematischen und informatischen Hintergründe erläutern.		
<i>Fertigkeiten</i>	Studierende sind in der Lage + numerische Verfahren in Algorithmen zu überführen. + für numerische Probleme der Strukturmechanik geeignete Algorithmen auszuwählen. + numerische Algorithmen zur Lösung von Problemen der Strukturmechanik anzuwenden. + numerische Algorithmen in einer höheren Programmiersprache (hier C++) zu implementieren. + Ergebnisse von numerischen Algorithmen kritisch zu beurteilen und zu verifizieren.		
Personale Kompetenzen			
<i>Sozialkompetenz</i>	Studierende können + in heterogen zusammengesetzten Gruppen Aufgaben lösen und die Arbeitsergebnisse dokumentieren.		
<i>Selbstständigkeit</i>	Studierende können + für die Lösung von komplexen Aufgaben eigenständig Wissen erwerben.		
Arbeitsaufwand in Stunden	Eigenstudium 124, Präsenzstudium 56		
Leistungspunkte	6		
Studienleistung	Keine		
Prüfung	Klausur		
Prüfungsdauer und -umfang	2h		
Zuordnung zu folgenden Curricula	Materialwissenschaft: Vertiefung Modellierung: Wahlpflicht Schiffbau und Meerestechnik: Kernqualifikation: Wahlpflicht Technomathematik: Vertiefung III. Ingenieurwissenschaften: Wahlpflicht Theoretischer Maschinenbau: Vertiefung Simulationstechnik: Wahlpflicht		

Lehrveranstaltung L0284: Numerische Algorithmen in der Strukturmechanik	
Typ	Vorlesung
SWS	2
LP	3
Arbeitsaufwand in Stunden	Eigenstudium 62, Präsenzstudium 28
Dozenten	Prof. Alexander Düster
Sprachen	DE
Zeitraum	SoSe
Inhalt	1. Motivation 2. Grundlagen der Programmiersprache C++ 3. Numerische Integration 4. Lösung von nichtlinearen Problemen 5. Lösung von linearen Gleichungssystemen 6. Verifikation von numerischen Algorithmen. 7. Ausgewählte Algorithmen und Datenstrukturen eines Finite-Elemente-Programms
Literatur	[1] D. Yang, C++ and object-oriented numeric computing, Springer, 2001. [2] K.-J. Bathe, Finite-Elemente-Methoden, Springer, 2002.

Lehrveranstaltung L0285: Numerische Algorithmen in der Strukturmechanik	
Typ	Gruppenübung
SWS	2
LP	3
Arbeitsaufwand in Stunden	Eigenstudium 62, Präsenzstudium 28
Dozenten	Prof. Alexander Düster
Sprachen	DE
Zeitraum	SoSe
Inhalt	Siehe korrespondierende Vorlesung
Literatur	Siehe korrespondierende Vorlesung

Modul M0807: Boundary Element Methods			
Lehrveranstaltungen			
Titel	Typ	SWS	LP
Boundary-Elemente-Methoden (L0523)	Vorlesung	2	3
Boundary-Elemente-Methoden (L0524)	Hörsaalübung	2	3
Modulverantwortlicher	Prof. Otto von Estorff		
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 boundary 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 boundary 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 boundary element routines. Problems can be identified and the results are critically scrutinized.		
Arbeitsaufwand in Stunden	Eigenstudium 124, Präsenzstudium 56		
Leistungspunkte	6		
Studienleistung	Verpflichtend Bonus	Art der Studienleistung	Beschreibung
	Nein 20 %	Midterm	
Prüfung	Klausur		
Prüfungsdauer und -umfang	90 min		
Zuordnung zu folgenden Curricula	Bauingenieurwesen: Vertiefung Tragwerke: Wahlpflicht Bauingenieurwesen: Vertiefung Tiefbau: Wahlpflicht Bauingenieurwesen: Vertiefung Hafenanbau und Küstenschutz: Wahlpflicht Energietechnik: Kernqualifikation: Wahlpflicht Mechanical Engineering and Management: Vertiefung Produktentwicklung und Produktion: Wahlpflicht Mechatronik: Vertiefung Systementwurf: Wahlpflicht Produktentwicklung, Werkstoffe und Produktion: Kernqualifikation: Wahlpflicht Technomathematik: Vertiefung III. Ingenieurwissenschaften: Wahlpflicht Theoretischer Maschinenbau: Vertiefung Simulationstechnik: Wahlpflicht		

Lehrveranstaltung L0523: Boundary Element Methods	
Typ	Vorlesung
SWS	2
LP	3
Arbeitsaufwand in Stunden	Eigenstudium 62, Präsenzstudium 28
Dozenten	Prof. Otto von Estorff
Sprachen	EN
Zeitraum	SoSe
Inhalt	- Boundary value problems - Integral equations - Fundamental Solutions - Element formulations - Numerical integration - Solving systems of equations (statics, dynamics) - Special BEM formulations - Coupling of FEM and BEM - Hands-on Sessions (programming of BE routines) - Applications
Literatur	Gaul, L.; Fiedler, Ch. (1997): Methode der Randelemente in Statik und Dynamik. Vieweg, Braunschweig, Wiesbaden Bathe, K.-J. (2000): Finite-Elemente-Methoden. Springer Verlag, Berlin

Lehrveranstaltung L0524: Boundary Element Methods	
Typ	Hörsaalübung
SWS	2
LP	3
Arbeitsaufwand in Stunden	Eigenstudium 62, Präsenzstudium 28
Dozenten	Prof. Otto von Estorff
Sprachen	EN
Zeitraum	SoSe
Inhalt	Siehe korrespondierende Vorlesung
Literatur	Siehe korrespondierende Vorlesung

Modul M0716: Hierarchische Algorithmen			
Lehrveranstaltungen			
Titel		Typ	SWS LP
Hierarchische Algorithmen (L0585)		Vorlesung	2 3
Hierarchische Algorithmen (L0586)		Gruppenübung	2 3
Modulverantwortlicher	Prof. Sabine Le Borne		
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 • Programmierkenntnisse in C 		
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"> • Vertreter hierarchischer Algorithmen benennen und ihre grundlegenden Merkmale herausstellen, • Konstruktionstechniken hierarchischer Algorithmen erklären, • Aspekte der effizienten Implementierung von hierarchischen Algorithmen diskutieren. <p><i>Fertigkeiten</i> Studierende sind in der Lage,</p> <ul style="list-style-type: none"> • die in der Vorlesung behandelten hierarchischen Algorithmen zu implementieren, • den Speicherbedarf und die Rechenzeitkomplexität der Algorithmen zu analysieren, • die Algorithmen an Problemstellungen unterschiedlicher Anwendungen anzupassen und somit problemadaptierte Varianten zu entwickeln. <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, • mit ausreichender Ausdauer komplexe Problemstellungen über längere Zeiträume zu bearbeiten, • 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	20 min		
Zuordnung zu folgenden Curricula	Computer Science: Vertiefung III. Mathematik: Wahlpflicht Technomathematik: Vertiefung I. Mathematik: Wahlpflicht Theoretischer Maschinenbau: Vertiefung Simulationstechnik: Wahlpflicht		

Lehrveranstaltung L0585: Hierarchische Algorithmen	
Typ	Vorlesung
SWS	2
LP	3
Arbeitsaufwand in Stunden	Eigenstudium 62, Präsenzstudium 28
Dozenten	Prof. Sabine Le Borne
Sprachen	DE/EN
Zeitraum	WiSe
Inhalt	<ul style="list-style-type: none"> • Niedrigrangmatrizen • Separable Entwicklungen • Hierarchische Matrixpartitionen • Hierarchische Matrizen • Formatierte Matrixoperationen • Anwendungen • weitere Themen (z.B. H2-Matrizen, Matrixfunktionen, Tensorprodukte)
Literatur	W. Hackbusch: Hierarchische Matrizen: Algorithmen und Analysis

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

Modul M1020: 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 		
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 partielle Differentialgleichungen den drei Grundtypen zuordnen. • Sie kennen für jeden Typ die passenden numerischen Zugänge. • Sie kennen das Konvergenzverhalten dieser Verfahren. 		
<i>Fertigkeiten</i>	Die Studierenden sind in der Lage, zu gegebenen partiellen Differentialgleichungsproblemen numerische Lösungsansätze zu formulieren, theoretische Konvergenzaussagen zu treffen sowie diese Ansätze in der Praxis durchzuführen, d.h. zu implementieren und zu testen.		
Personale Kompetenzen <i>Sozialkompetenz</i>	Studierende können in heterogen zusammengesetzten Teams (d.h. aus unterschiedlichen Studiengängen und mit unterschiedlichem Hintergrundwissen) zusammenarbeiten und sich theoretische Grundlagen erklären.		
<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 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 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 M0720: Matrixalgorithmen			
Lehrveranstaltungen			
Titel	Typ	SWS	LP
Matrixalgorithmen (L0984)	Vorlesung	2	3
Matrixalgorithmen (L0985)	Gruppenübung	2	3
Modulverantwortlicher	Dr. Jens-Peter Zemke		
Zulassungsvoraussetzungen	Keine		
Empfohlene Vorkenntnisse	<ul style="list-style-type: none"> • Mathematik I - III • Numerische Mathematik 1/ Numerik • Grundkenntnisse der Programmiersprachen Matlab und C 		
Modulziele/ angestrebte Lernergebnisse	Nach erfolgreicher Teilnahme haben die Studierenden die folgenden Lernergebnisse erreicht		
Fachkompetenz	Studierende können		
<i>Wissen</i>	<ol style="list-style-type: none"> 1. Krylov-Raum-Verfahren des neuesten Standes zur Lösung einiger Kernprobleme der Ingenieurwissenschaften im Bereich der Eigenwertaufgaben, der Lösung linearer Gleichungssysteme und der Modellreduktion benennen, wiedergeben und klassifizieren; 2. Ansätze zur Lösung von Matrixgleichungen (Sylvester, Lyapunov, Riccati) benennen. 		
<i>Fertigkeiten</i>	<p>Studierende sind in der Lage,</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. grundlegende Krylov-Raum-Verfahren zur Lösung des Eigenwertproblems, linearer Gleichungssysteme und zur Modellreduktion zu implementieren und zu bewerten; 2. die in moderner Software verwendeten Verfahren bezüglich der Rechenzeit, Stabilität und ihrer Grenzen einzuschätzen; 3. die gelernten Verfahren an neue, unbekannte Problemstellungen zu adaptieren. 		
Personale Kompetenzen	Studierende können		
<i>Sozialkompetenz</i>	<ul style="list-style-type: none"> • in kleinen Gruppen Lösungen erarbeiten und dokumentieren; • in Gruppen Ideen weiterentwickeln und auf anderen Kontext übertragen; • im Team eine Software-Bibliothek entwickeln, aufbauen und weiterentwickeln. 		
<i>Selbstständigkeit</i>	<p>Studierende sind fähig</p> <ul style="list-style-type: none"> • den Aufwand und Umfang selbst definierter Aufgaben korrekt einzuschätzen; • selbst einzuschätzen, ob sie die begleitenden theoretischen und praktischen Übungsaufgaben besser allein oder im Team lösen; • sich eigenständig Aufgaben zum Test und zum Ausbau der Verfahren auszudenken; • 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	Technomathematik: Vertiefung I. Mathematik: Wahlpflicht Theoretischer Maschinenbau: Vertiefung Simulationstechnik: Wahlpflicht		

Lehrveranstaltung L0984: Matrixalgorithmen	
Typ	Vorlesung
SWS	2
LP	3
Arbeitsaufwand in Stunden	Eigenstudium 62, Präsenzstudium 28
Dozenten	Dr. Jens-Peter Zemke
Sprachen	DE/EN
Zeitraum	WiSe
Inhalt	<ul style="list-style-type: none"> • Teil A: Krylov-Raum-Verfahren: <ul style="list-style-type: none"> ◦ Grundlagen (Herleitung, Basis, Ritz, OR, MR) ◦ Arnoldi-basierte Verfahren (Arnoldi, GMRes) ◦ Lanczos-basierte Verfahren (Lanczos, CG, BiCG, QMR, SymmLQ, PVL) ◦ Sonneveld-basierte Verfahren (IDR, CGS, BiCGStab, TFQMR, IDR(s)) • Teil B: Matrixgleichungen: <ul style="list-style-type: none"> ◦ Sylvester-Gleichung ◦ Lyapunov-Gleichung ◦ Algebraische Riccati-Gleichung
Literatur	<p>Skript (224 Seiten)</p> <p>Ergänzend können die folgenden Lehrbücher herangezogen werden:</p> <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: Matrixalgorithmen	
Typ	Gruppenübung
SWS	2
LP	3
Arbeitsaufwand in Stunden	Eigenstudium 62, Präsenzstudium 28
Dozenten	Dr. Jens-Peter Zemke
Sprachen	DE/EN
Zeitraum	WiSe
Inhalt	Siehe korrespondierende Vorlesung
Literatur	Siehe korrespondierende Vorlesung

Modul M0658: Innovative Methoden der Numerischen Thermofluidodynamik			
Lehrveranstaltungen			
Titel	Typ	SWS	LP
Anwendung innovativer Methoden der Numerischen Thermofluidodynamik in Forschung und Praxis (L0239)	Vorlesung	2	3
Anwendung innovativer Methoden der Numerischen Thermofluidodynamik in Forschung und Praxis (L1685)	Gruppenübung	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 werden gute Kenntnisse der Strömungsmechanik vorausgesetzt. Grundkenntnisse der numerischen Thermofluidodynamik, z.B. durch Teilnahme an den entsprechenden Lehrveranstaltungen "Numerische Thermofluidodynamik 1/2 (CFD1/CFD2)" sind von Vorteil aber nicht notwendig.		
Modulziele/ angestrebte Lernergebnisse	Nach erfolgreicher Teilnahme haben die Studierenden die folgenden Lernergebnisse erreicht		
Fachkompetenz	<p><i>Wissen</i> Studierende besitzen vertiefte Kenntnisse über innovative (neuere) Verfahren der Numerischen Thermofluidodynamik (CFD), d.h. Finite-Volumen-, Smoothed-Particle-Hydrodynamics- und Gitter-Boltzmann-Verfahren, und können diese mit aktuelle Herausforderungen zur numerischen Thermofluidodynamik verbinden. Sie kennen die Zusammenhänge und Abgrenzungen unterschiedlicher Lagrange- und Eulerscher Diskretisierungs- und Approximationstechniken auf der Grundlage kontinuumsmechanischer und kinetischer Theorien. Studierende besitzen die Kenntnisse um numerische Modelle zur Approximation Mehrphasenproblemen bzw. Mehrfeldproblemen mit gittergestützten- bzw. partikelgestützten Verfahren zu konzipieren, programmieren und einzusetzen und diese wissenschaftlich zu erläutern. Studierende kennen die Grundzüge der simulationsbasierten Optimierung mit partiellen Differentialgleichungen.</p> <p><i>Fertigkeiten</i> Die Studierenden sind in der Lage, geeignete Strategien zur numerischen Modellierung komplexer Fragestellungen auszuwählen und anzuwenden. Sie erwerben die notwendigen Fähigkeiten, numerische Algorithmen für Finite-Volumen-Verfahren auf unstrukturierten Gittern & Partikelkonzepten & Gitter-Boltzmann-Konzepten zu programmieren, die Programme parametergestützt einzusetzen und Datenschnittstellen zu kodieren, die eine Auswertung und Analyse unterstützen. Studierende sind in der Lage, unterschiedlicher Lösungsansätze sehr differenziert zu bewerten.</p> <p>Personale Kompetenzen</p> <p><i>Sozialkompetenz</i> Die Studierenden sind befähigt Lösungen für Musterprobleme in Gruppenarbeit entwickeln, implementieren und die gemeinsamen Arbeitsergebnisse zu dokumentieren. Sie ein Team zu organisieren, ihre Arbeitsergebnisse vor Experten darzustellen.</p> <p><i>Selbstständigkeit</i> Die Studierenden sind fähig, selbstständig innovative 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. Studierende können selbstständig numerische Untersuchungen organisieren und durchführen.</p>		
Arbeitsaufwand in Stunden	Eigenstudium 124, Präsenzstudium 56		
Leistungspunkte	6		
Studienleistung	Verpflichtend Bonus	Art der Studienleistung	Beschreibung
	Ja	20 %	Schriftliche Ausarbeitung
Prüfung	Mündliche Prüfung		
Prüfungsdauer und -umfang	30 min		
Zuordnung zu folgenden Curricula	Energietechnik: Kernqualifikation: Wahlpflicht Schiffbau und Meerestechnik: Kernqualifikation: Wahlpflicht Ship and Offshore Technology: Kernqualifikation: Wahlpflicht Theoretischer Maschinenbau: Vertiefung Simulationstechnik: Wahlpflicht Verfahrenstechnik: Vertiefung Allgemeine Verfahrenstechnik: Wahlpflicht		

Lehrveranstaltung L0239: Anwendung innovativer Methoden der Numerischen Thermofluidodynamik in Forschung und Praxis	
Typ	Vorlesung
SWS	2
LP	3
Arbeitsaufwand in Stunden	Eigenstudium 62, Präsenzstudium 28
Dozenten	Prof. Thomas Rung
Sprachen	DE/EN
Zeitraum	WiSe
Inhalt	Einsatz von CFD zur (Form-) Optimierung, Parallelerechnen auf Hochleistungscomputern, Effiziente CFD-Verfahren für Grafikkarten & Echtzeitsimulation, Alternative Approximationen (Lattice-Boltzmann Verfahren, Partikelsimulationen), Struktur-Strömungskopplung, Modellierung hybrider Kontinua
Literatur	Vorlesungsmaterialien /lecture notes

Lehrveranstaltung L1685: Anwendung innovativer Methoden der Numerischen Thermofluidodynamik in Forschung und Praxis	
Typ	Gruppenübung
SWS	2
LP	3
Arbeitsaufwand in Stunden	Eigenstudium 62, Präsenzstudium 28
Dozenten	Prof. Thomas Rung
Sprachen	DE/EN
Zeitraum	WiSe
Inhalt	Siehe korrespondierende Vorlesung
Literatur	Siehe korrespondierende Vorlesung

Modul M1327: Modeling of Granular Materials			
Lehrveranstaltungen			
Titel		Typ	SWS LP
Mehrskalensimulation von granularen Materialien (L1858)		Vorlesung	2 2
Mehrskalensimulation von granularen Materialien (L1860)		Gruppenübung	2 2
Thermodynamische und kinetische Modellierung von Feststoffprozessen (L1859)		Vorlesung	2 2
Modulverantwortlicher	Prof. Pavel Gurikov		
Zulassungsvoraussetzungen	None		
Empfohlene Vorkenntnisse	Fundamentals in Mathematics, Physics and Mechanics		
Modulziele/ angestrebte Lernergebnisse	Nach erfolgreicher Teilnahme haben die Studierenden die folgenden Lernergebnisse erreicht		
Fachkompetenz <i>Wissen</i>	After successful completion of the module the students are able to: <ul style="list-style-type: none"> • describe modern modeling approaches which can be applied for simulation of granular materials • analyze and evaluate possibility to apply numerical simulations on different time and length scales: from description of single particle properties on micro scale up to process simulation on macro scale • list modern simulation system and discuss possibility of their application • explain fundamentals of main numerical methods which are used for modeling of particulate materials • list experimental methods to characterize granular materials • explain fundamental thermodynamic and kinetic relations for the processes with solids • explain theoretical background and limitations of the discrete models for the processes with solids 		
<i>Fertigkeiten</i>	After successful completion of the module the students are able to, <ul style="list-style-type: none"> • perform flowsheet simulation of solids processes and analyze steady-state or dynamic process behavior • simulate behavior of granular materials on the micro scale with Discrete Element Method (DEM) • optimize processes of mechanical process engineering (mixing, separation, crushing, ...) with DEM • apply multiscale simulations for modeling of particulate materials • evaluate results of numerical simulations • select and apply appropriate thermodynamic and kinetic models for processes with solids • select and apply appropriate discrete models for the processes with solids. 		
Personale Kompetenzen <i>Sozialkompetenz</i>	After completion of this module, participants will be able to debate technical questions in small teams to enhance the ability to take position to their own opinions and increase their capacity for teamwork.		
<i>Selbstständigkeit</i>	After completion of this module, participants will be able to solve a technical problem independently including a presentation of the results. They are able to work out the knowledge that is necessary to solve the problem by themselves on the basis of the existing knowledge from the lecture.		
Arbeitsaufwand in Stunden	Eigenstudium 96, Präsenzstudium 84		
Leistungspunkte	6		
Studienleistung	Keine		
Prüfung	Klausur		
Prüfungsdauer und -umfang	90 min		
Zuordnung zu folgenden Curricula	Chemical and Bioprocess Engineering: Vertiefung Chemische Verfahrenstechnik: Wahlpflicht Chemical and Bioprocess Engineering: Vertiefung Allgemeine Verfahrenstechnik: Wahlpflicht Theoretischer Maschinenbau: Vertiefung Simulationstechnik: Wahlpflicht		

Lehrveranstaltung L1858: Multiscale simulation of granular materials	
Typ	Vorlesung
SWS	2
LP	2
Arbeitsaufwand in Stunden	Eigenstudium 32, Präsenzstudium 28
Dozenten	Prof. Pavel Gurikov
Sprachen	EN
Zeitraum	WiSe
Inhalt	<ul style="list-style-type: none"> • Steady-state flowsheet simulation of solids processes • Dynamic flowsheet simulation of solids processes • Introduction to Discrete Element Method (DEM) • Contact and breakage mechanics of granular materials • Extension of DEM • Modeling of Gas/Solid streams with coupled DEM and CFD methods • Population balance modelling of solids processes • Multiscale simulation of particulate materials
Literatur	<p>B.V. Babu (2004). Process plant simulation, Oxford Univ. Press, New York.</p> <p>S.J. Antony, W. Hoyle, Y. Ding (Eds.) (2004). Granular materials: Fundamentals and Applications, RSC, Cambridge.</p> <p>T. Pöschel (2010). Computational Granular Dynamics: Models and Algorithms, Springer Verl. Berlin.</p> <p>Other lecture materials to be distributed</p>

Lehrveranstaltung L1860: Multiscale simulation of granular materials	
Typ	Gruppenübung
SWS	2
LP	2
Arbeitsaufwand in Stunden	Eigenstudium 32, Präsenzstudium 28
Dozenten	Prof. Pavel Gurikov
Sprachen	EN
Zeitraum	WiSe
Inhalt	<ul style="list-style-type: none"> • Introduction into simulation frameworks: Aspen Plus (Solids), Dyssol, MUSEN • Steady-state flowsheet simulation of solids processes (Aspen Plus) • Dynamic flowsheet simulation of solids processes (Dyssol) • Implementation of new contact laws and calculation of particle interactions (Matlab) • Simulation of granular materials with population balance models (Matlab) • Simulation of granular materials with discrete element method (MUSEN) • Optimization of several processes with discrete element method (MUSEN)
Literatur	<p>M. Dosta: Lecture notes.</p> <p>S. Attaway (2013). Matlab: A Practical Introduction to Programming and Problem Solving, Third Ed.</p> <p>Other lecture materials to be distributed</p>

Lehrveranstaltung L1859: Thermodynamic and kinetic modeling of the solid state	
Typ	Vorlesung
SWS	2
LP	2
Arbeitsaufwand in Stunden	Eigenstudium 32, Präsenzstudium 28
Dozenten	Prof. Pavel Gurikov
Sprachen	EN
Zeitraum	WiSe
Inhalt	<ul style="list-style-type: none"> • Thermodynamics of pure solids: melting/crystallization; glassy and amorphous state. • Thermodynamics of solid-gas equilibria: adsorption and sublimation. • Thermodynamics of solid-liquid equilibria: solubility in aqueous and non-aqueous systems; solid solutions; supercritical fluids as solvents. • Kinetics of dissolution/precipitation processes: chemical vapor deposition; drug release; hydrothermal processes. • Characterization of solids: contact angle, adsorption techniques, IR spectroscopy, electron microscopy. • Discrete models of dissolution/precipitation processes: diffusion limited aggregation; random-like and ballistic-like deposition models • Advanced discrete models: surface wettability; adsorption and precipitation of (bio)polymers.
Literatur	<p>Prausnitz, J.M., Lichtenthaler, R.N., and Azevedo, E.G. de (1998). Molecular Thermodynamics of Fluid-Phase Equilibria, Pearson Education.</p> <p>Elliott, S., and Elliott, S.R. (1998). The Physics and Chemistry of Solids, Wiley.</p> <p>Chopard, B., and Droz, M. (2005). Cellular Automata Modeling of Physical Systems, Cambridge University Press.</p>

Modul M0806: Technical Acoustics II (Room Acoustics, Computational Methods)			
Lehrveranstaltungen			
Titel		Typ	SWS
Technische Akustik II (Raumakustik, Berechnungsverfahren) (L0519)		Vorlesung	2
Technische Akustik II (Raumakustik, Berechnungsverfahren) (L0521)		Hörsaalübung	3
Modulverantwortlicher	Prof. Benedikt Kriegesmann		
Zulassungsvoraussetzungen	None		
Empfohlene Vorkenntnisse	Technical Acoustics I (Acoustic Waves, Noise Protection, Psycho Acoustics) 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 room acoustics and computational methods 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 computational methods and 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	Mündliche Prüfung		
Prüfungsdauer und -umfang			
Zuordnung zu folgenden Curricula	Flugzeug-Systemtechnik: Kernqualifikation: Wahlpflicht Mechatronics: Vertiefung Systementwurf: Wahlpflicht Produktentwicklung, Werkstoffe und Produktion: Kernqualifikation: Wahlpflicht Theoretischer Maschinenbau: Vertiefung Produktentwicklung und Produktion: Wahlpflicht Theoretischer Maschinenbau: Vertiefung Simulationstechnik: Wahlpflicht		

Lehrveranstaltung L0519: Technical Acoustics II (Room Acoustics, Computational Methods)	
Typ	Vorlesung
SWS	2
LP	3
Arbeitsaufwand in Stunden	Eigenstudium 62, Präsenzstudium 28
Dozenten	Dr.-Ing. Sören Keuchel
Sprachen	EN
Zeitraum	WiSe
Inhalt	<ul style="list-style-type: none"> - Room acoustics - Sound absorber - Standard computations - Statistical Energy Approaches - Finite Element Methods - Boundary Element Methods - Geometrical acoustics - Special formulations - Practical applications - Hands-on Sessions: Programming of elements (Matlab)
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 Gaul, L.; Fiedler, Ch. (1997): Methode der Randelemente in Statik und Dynamik. Vieweg, Braunschweig, Wiesbaden Bathe, K.-J. (2000): Finite-Elemente-Methoden. Springer Verlag, Berlin

Lehrveranstaltung L0521: Technical Acoustics II (Room Acoustics, Computational Methods)	
Typ	Hörsaalübung
SWS	2
LP	3
Arbeitsaufwand in Stunden	Eigenstudium 62, Präsenzstudium 28
Dozenten	Dr.-Ing. Sören Keuchel
Sprachen	EN
Zeitraum	WiSe
Inhalt	Siehe korrespondierende Vorlesung
Literatur	Siehe korrespondierende Vorlesung

Modul M1268: Lineare und Nichtlineare Wellen			
Lehrveranstaltungen			
Titel	Lineare und Nichtlineare Wellen (L1737)	Typ	Projekt-/problembasierte Lehrveranstaltung
		SWS	4
		LP	6
Modulverantwortlicher	Prof. Norbert Hoffmann		
Zulassungsvoraussetzungen	Keine		
Empfohlene Vorkenntnisse	Mathematik, Mechanik, Schwingungen.		
Modulziele/ angestrebte Lernergebnisse	Nach erfolgreicher Teilnahme haben die Studierenden die folgenden Lernergebnisse erreicht		
Fachkompetenz <i>Wissen</i>	<ul style="list-style-type: none"> • Studierende sind in der Lage, bestehende Begriffe und Konzepte der Wellenmechanik wiederzugeben • Studierende sind in der Lage den Bedarf für neue Begriffe und Konzepte zu identifizieren und benennen. 		
<i>Fertigkeiten</i>	<ul style="list-style-type: none"> • Studierende sind in der Lage bestehende Forschungs-Verfahren und Methoden der Wellenmechanik anzuwenden • Studierende sind in der Lage neue Verfahren und Methoden der Wellenmechanik zu entwickeln. 		
Personale Kompetenzen <i>Sozialkompetenz</i>	<ul style="list-style-type: none"> • Studierende können Arbeitsergebnisse auch in Gruppen erzielen. • Studierende können Methoden und Ergebnisse auch in Gruppen präsentieren und kommunizieren. 		
<i>Selbstständigkeit</i>	<ul style="list-style-type: none"> • Studierende können eigenständig vorgegebene Forschungsaufgaben angehen • Studierende können selbstständig neue Forschungsaufgaben identifizieren und bearbeiten. 		
Arbeitsaufwand in Stunden	Eigenstudium 124, Präsenzstudium 56		
Leistungspunkte	6		
Studienleistung	Keine		
Prüfung	Klausur		
Prüfungsdauer und -umfang	2 Stunden		
Zuordnung zu folgenden Curricula	Mechatronics: Vertiefung Systementwurf: Wahlpflicht Schiffbau und Meerestechnik: Kernqualifikation: Wahlpflicht Theoretischer Maschinenbau: Vertiefung Maritime Technik: Wahlpflicht Theoretischer Maschinenbau: Vertiefung Simulationstechnik: Wahlpflicht		

Lehrveranstaltung L1737: Lineare und Nichtlineare Wellen	
Typ	Projekt-/problembasierte Lehrveranstaltung
SWS	4
LP	6
Arbeitsaufwand in Stunden	Eigenstudium 124, Präsenzstudium 56
Dozenten	Prof. Norbert Hoffmann
Sprachen	DE/EN
Zeitraum	WiSe
Inhalt	Einführung in die Dynamik Linearer und Nichtlinearer Wellen <ul style="list-style-type: none"> • Lineare Wellen <ul style="list-style-type: none"> ◦ Dispersionsbeziehungen ◦ Phasen- und Gruppengeschwindigkeit ◦ Einhüllende ◦ Diskrete Systeme • Nichtlineare Wellen <ul style="list-style-type: none"> ◦ Modellgleichungen ◦ Solitonen, Breather, Extremwellen • Wasserwellen, Meereswellen <ul style="list-style-type: none"> ◦ Airy und Stokes-Wellen ◦ Statistik, Natürlicher Seegang ◦ Kinetische Seegangsmodelle • Weitere Themen nach Vereinbarung
Literatur	F.K. Kneubühl: Oscillations and Waves. Springer. G.B. Witham, Linear and Nonlinear Waves. Wiley. C.C. Mei, Theory and Applications of Ocean Surface Waves. World Scientific. L.H. Holthuijsen, Waves in Oceanic and Coastal Waters. Cambridge. And others.

Modul M1846: Finite element modeling of structures			
Lehrveranstaltungen			
Titel		Typ	SWS LP
Finite-Elemente-Modellierung von Tragwerken (L3046)		Vorlesung	2 3
Finite-Elemente-Modellierung von Tragwerken (L3047)		Gruppenübung	2 3
Modulverantwortlicher	Prof. Bastian Oesterle		
Zulassungsvoraussetzungen	None		
Empfohlene Vorkenntnisse	<ul style="list-style-type: none"> • Finite Element Methods • Thin-walled structures 		
Modulziele/ angestrebte Lernergebnisse	Nach erfolgreicher Teilnahme haben die Studierenden die folgenden Lernergebnisse erreicht		
Fachkompetenz	<p><i>Wissen</i> After successful completion of this module, students can express the basic aspects of modelling of structures with finite elements.</p> <p><i>Fertigkeiten</i> After successful completion of this module, the students will be able to model structures with finite elements and to analyse structures using appropriate computational methods.</p>		
Personale Kompetenzen	<p><i>Sozialkompetenz</i> Students can</p> <ul style="list-style-type: none"> • participate in subject-specific and interdisciplinary discussions, • defend their own work results in front of others • promote the scientific development of colleagues • Furthermore, they can give and accept professional constructive criticism <p><i>Selbstständigkeit</i> Students are able to gain knowledge of the subject area from given and other sources and apply it to new problems. Furthermore, they are able to structure the solution process for problems in the area of finite element modelling of structures.</p>		
Arbeitsaufwand in Stunden	Eigenstudium 124, Präsenzstudium 56		
Leistungspunkte	6		
Studienleistung	Verpflichtend Bonus	Art der Studienleistung	Beschreibung
	Ja 20 %	Fachtheoretisch-fachpraktische Studienleistung	Bearbeitung einer Finite-Elemente-Modellierungsaufgabe eines (Teil-)Tragwerks mit einer FE-Software inklusive Dokumentation und Interpretation der Ergebnisse
Prüfung	Klausur		
Prüfungsdauer und -umfang	60 min		
Zuordnung zu folgenden Curricula	Bauingenieurwesen: Vertiefung Hafenbau und Küstenschutz: Wahlpflicht Bauingenieurwesen: Vertiefung Tiefbau: Wahlpflicht Bauingenieurwesen: Vertiefung Tragwerke: Wahlpflicht Theoretischer Maschinenbau: Vertiefung Simulationstechnik: Wahlpflicht		

Lehrveranstaltung L3046: Finite element modeling of structures	
Typ	Vorlesung
SWS	2
LP	3
Arbeitsaufwand in Stunden	Eigenstudium 62, Präsenzstudium 28
Dozenten	Prof. Bastian Oesterle
Sprachen	EN
Zeitraum	WiSe
Inhalt	Basic phenomena and aspects of the finite element modelling of structures are discussed. Besides theoretical description of the phenomena and methods, a strong focus is on the practical use a commercial finite element software within computer-based exercises. The covered topics are: <ul style="list-style-type: none"> • finite element modeling of trusses/beams/frames, plates subject to in-plane/out-of-plane loading and shells • convergence properties of displacements and stresses • singularities • locking effects • critical assessment, interpretation and check of results • mixed-dimensional coupling of finite elements • geometrically linear and non-linear, and material linear and non-linear analyses • stability: bifurcation and snap-through problems • dynamic problems, modal analyses
Literatur	Vorlesungsmanuskript, Vorlesungsfolien

Lehrveranstaltung L3047: Finite element modeling of structures	
Typ	Gruppenübung
SWS	2
LP	3
Arbeitsaufwand in Stunden	Eigenstudium 62, Präsenzstudium 28
Dozenten	Prof. Bastian Oesterle
Sprachen	EN
Zeitraum	WiSe
Inhalt	Siehe korrespondierende Vorlesung
Literatur	Siehe korrespondierende Vorlesung

Modul M1844: Modern discretization methods in structural mechanics			
Lehrveranstaltungen			
Titel		Typ	SWS LP
Moderne Diskretisierungsmethoden in der Strukturmechanik (L3043)		Vorlesung	2 3
Moderne Diskretisierungsmethoden in der Strukturmechanik (L3044)		Gruppenübung	2 3
Modulverantwortlicher	Prof. Bastian Oesterle		
Zulassungsvoraussetzungen	None		
Empfohlene Vorkenntnisse	<ul style="list-style-type: none"> • Finite Element Methods • Flächentragwerke 		
Modulziele/ angestrebte Lernergebnisse	Nach erfolgreicher Teilnahme haben die Studierenden die folgenden Lernergebnisse erreicht		
Fachkompetenz			
<i>Wissen</i>	After successful completion of this module, students can express the basic aspects of modern discretization methods in structural mechanics.		
<i>Fertigkeiten</i>	After successful completion of this module, the students will be able to use and further improve modern discretization methods for problems in structural mechanics.		
Personale Kompetenzen			
<i>Sozialkompetenz</i>	Students can <ul style="list-style-type: none"> • participate in subject-specific and interdisciplinary discussions, • defend their own work results in front of others • promote the scientific development of colleagues • Furthermore, they can give and accept professional constructive criticism 		
<i>Selbstständigkeit</i>	Students are able to gain knowledge of the subject area from given and other sources and apply it to new problems. Furthermore, they are able to structure the solution process for problems in the area of modern discretization methods.		
Arbeitsaufwand in Stunden	Eigenstudium 124, Präsenzstudium 56		
Leistungspunkte	6		
Studienleistung	Keine		
Prüfung	Klausur		
Prüfungsdauer und -umfang	90 min		
Zuordnung zu folgenden Curricula	Bauingenieurwesen: Vertiefung Hafenbau und Küstenschutz: Wahlpflicht Bauingenieurwesen: Vertiefung Tiefbau: Wahlpflicht Bauingenieurwesen: Vertiefung Tragwerke: Wahlpflicht Theoretischer Maschinenbau: Vertiefung Simulationstechnik: Wahlpflicht		

Lehrveranstaltung L3043: Modern discretization methods in structural mechanics	
Typ	Vorlesung
SWS	2
LP	3
Arbeitsaufwand in Stunden	Eigenstudium 62, Präsenzstudium 28
Dozenten	Prof. Bastian Oesterle
Sprachen	EN
Zeitraum	WiSe
Inhalt	The course covers variational formulations, various locking phenomena and alternative formulations for finite elements and modern discretization schemes in the context of structural mechanics, like isogeometric analysis. <ul style="list-style-type: none"> • variational formulation of finite elements, mixed variational principles • geometrical and material locking effects in structural and solid mechanics • hybrid-mixed and enhanced assumed strain finite element formulations, reduced integration and stabilization, DSG method, u-p formulations • patch test, stability, convergence • linear and non-linear analyses • introduction to isogeometric analysis • isogeometric beam, plate and shell formulations • locking effects and their avoidance in modern, smooth discretization schemes, like isogeometric analysis
Literatur	<ul style="list-style-type: none"> • lecture notes and selected scientific papers • O.C. Zienkiewicz, R.L. Taylor, and J.Z. Zhu: Finite Element Method: Its Basis and Fundamentals. Elsevier, 2013. • J. Austin Cottrell, Thomas J. R Hughes, Yuri Bazilevs: Isogeometric Analysis: Toward Integration of CAD and FEA. Wiley, 2009.

Lehrveranstaltung L3044: Modern discretization methods in structural mechanics	
Typ	Gruppenübung
SWS	2
LP	3
Arbeitsaufwand in Stunden	Eigenstudium 62, Präsenzstudium 28
Dozenten	Prof. Bastian Oesterle
Sprachen	EN
Zeitraum	WiSe
Inhalt	Siehe korrespondierende Vorlesung
Literatur	Siehe korrespondierende Vorlesung

Modul M1182: Technischer Ergänzungskurs für TMBMS (laut FSPO)			
Lehrveranstaltungen			
Titel	Typ	SWS	LP
Modulverantwortlicher	Prof. Robert Seifried		
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	Theoretischer Maschinenbau: Vertiefung Produktentwicklung und Produktion: Wahlpflicht Theoretischer Maschinenbau: Vertiefung Flugzeug-Systemtechnik: Wahlpflicht Theoretischer Maschinenbau: Vertiefung Materialwissenschaften: Wahlpflicht Theoretischer Maschinenbau: Vertiefung Maritime Technik: Wahlpflicht Theoretischer Maschinenbau: Vertiefung Energietechnik: Wahlpflicht Theoretischer Maschinenbau: Vertiefung Bio- und Medizintechnik: Wahlpflicht Theoretischer Maschinenbau: Vertiefung Robotik und Informatik: Wahlpflicht Theoretischer Maschinenbau: Vertiefung Simulationstechnik: Wahlpflicht		

Modul M0837: Simulation of Communication Networks			
Lehrveranstaltungen			
Titel	Simulation von Kommunikationsnetzen (L0887)	Typ	Projekt-/problembasierte Lehrveranstaltung
		SWS	5
		LP	6
Modulverantwortlicher	Prof. Andreas Timm-Giel		
Zulassungsvoraussetzungen	None		
Empfohlene Vorkenntnisse	<ul style="list-style-type: none"> • Knowledge of computer and communication networks • Basic programming skills 		
Modulziele/ angestrebte Lernergebnisse	Nach erfolgreicher Teilnahme haben die Studierenden die folgenden Lernergebnisse erreicht		
Fachkompetenz			
<i>Wissen</i>	Students are able to explain the necessary stochastics, the discrete event simulation technology and modelling of networks for performance evaluation.		
<i>Fertigkeiten</i>	Students are able to apply the method of simulation for performance evaluation to different, also not practiced, problems of communication networks. The students can analyse the obtained results and explain the effects observed in the network. They are able to question their own results.		
Personale Kompetenzen			
<i>Sozialkompetenz</i>	Students are able to acquire expert knowledge in groups, present the results, and discuss solution approaches and results. They are able to work out solutions for new problems in small teams.		
<i>Selbstständigkeit</i>	Students are able to transfer independently and in discussion with others the acquired method and expert knowledge to new problems. They can identify missing knowledge and acquire this knowledge independently.		
Arbeitsaufwand in Stunden	Eigenstudium 110, Präsenzstudium 70		
Leistungspunkte	6		
Studienleistung	Keine		
Prüfung	Mündliche Prüfung		
Prüfungsdauer und -umfang	30 min		
Zuordnung zu folgenden Curricula	Elektrotechnik: Vertiefung Nachrichten- und Kommunikationstechnik: Wahlpflicht Flugzeug-Systemtechnik: Kernqualifikation: Wahlpflicht Information and Communication Systems: Vertiefung Sichere und zuverlässige IT-Systeme, Schwerpunkt Netze: Wahlpflicht Information and Communication Systems: Vertiefung Kommunikationssysteme: Wahlpflicht Internationales Wirtschaftsingenieurwesen: Vertiefung II. Informationstechnologie: Wahlpflicht Theoretischer Maschinenbau: Vertiefung Simulationstechnik: Wahlpflicht Theoretischer Maschinenbau: Vertiefung Simulationstechnik: Wahlpflicht		

Lehrveranstaltung L0887: Simulation of Communication Networks	
Typ	Projekt-/problembasierte Lehrveranstaltung
SWS	5
LP	6
Arbeitsaufwand in Stunden	Eigenstudium 110, Präsenzstudium 70
Dozenten	Prof. Andreas Timm-Giel
Sprachen	EN
Zeitraum	SoSe
Inhalt	In the course necessary basic stochastics and the discrete event simulation are introduced. Also simulation models for communication networks, for example, traffic models, mobility models and radio channel models are presented in the lecture. Students work with a simulation tool, where they can directly try out the acquired skills, algorithms and models. At the end of the course increasingly complex networks and protocols are considered and their performance is determined by simulation.
Literatur	<ul style="list-style-type: none"> • Skript des Instituts für Kommunikationsnetze Further literature is announced at the beginning of the lecture.

Modul M1281: Ausgewählte Themen der Schwingungslehre			
Lehrveranstaltungen			
Titel	Ausgewählte Themen der Schwingungslehre (L1743)	Typ	Projekt-/problembasierte Lehrveranstaltung
		SWS	4
		LP	6
Modulverantwortlicher	Prof. Norbert Hoffmann		
Zulassungsvoraussetzungen	Keine		
Empfohlene Vorkenntnisse	Technische Schwingungslehre		
Modulziele/ angestrebte Lernergebnisse	Nach erfolgreicher Teilnahme haben die Studierenden die folgenden Lernergebnisse erreicht		
Fachkompetenz	<ul style="list-style-type: none"> • Studierende sind in der Lage bestehende Begriffe und Konzepte der Höheren Schwingungslehre wiederzugeben. • Studierende sind in der Lage den Bedarf für neue Begriffe und Konzepte der Schwingungstechnik zu identifizieren. • Studierende sind in der Lage bestehende Verfahren und Methoden der Höheren Schwingungslehre anzuwenden • Studierende sind in der Lage neue Verfahren und Methoden für Schwingungsprobleme zu entwickeln. • Studierende können Arbeitsergebnisse auch in Gruppen erzielen. • Studierende können Arbeitsergebnisse auch in Gruppen kommunizieren. • Studierende können eigenständig vorgegebene Forschungsaufgaben angehen • Studierende können selbständig neue Forschungsaufgaben bearbeiten und zu Ergebnissen kommen. 		
<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	2 Stunden		
Zuordnung zu folgenden Curricula	Mechatronics: Vertiefung Systementwurf: Wahlpflicht Mechatronics: Vertiefung Intelligente Systeme und Robotik: Wahlpflicht Mechatronics: Technischer Ergänzungskurs: Wahlpflicht Theoretischer Maschinenbau: Vertiefung Produktentwicklung und Produktion: Wahlpflicht Theoretischer Maschinenbau: Vertiefung Simulationstechnik: Wahlpflicht Theoretischer Maschinenbau: Vertiefung Simulationstechnik: Wahlpflicht		

Lehrveranstaltung L1743: Ausgewählte Themen der Schwingungslehre	
Typ	Projekt-/problembasierte Lehrveranstaltung
SWS	4
LP	6
Arbeitsaufwand in Stunden	Eigenstudium 124, Präsenzstudium 56
Dozenten	Prof. Norbert Hoffmann, Merten Tiedemann, Sebastian Kruse
Sprachen	DE/EN
Zeitraum	SoSe
Inhalt	Aktuelle Forschungsthemen der Schwingungslehre.
Literatur	Aktuelle Veröffentlichungen

Thesis

Nachweis der selbständigen wissenschaftlichen Arbeit.

Modul M-002: Masterarbeit			
Lehrveranstaltungen			
Titel	Typ	SWS	LP
Modulverantwortlicher	Professoren der TUHH		
Zulassungsvoraussetzungen	<ul style="list-style-type: none"> Laut ASPO § 21 (1): Es müssen mindestens 60 Leistungspunkte im Studiengang erworben worden sein. Über Ausnahmen entscheidet der Prüfungsausschuss. 		
Empfohlene Vorkenntnisse	keine		
Modulziele/ angestrebte Lernergebnisse	Nach erfolgreicher Teilnahme haben die Studierenden die folgenden Lernergebnisse erreicht		
Fachkompetenz	<ul style="list-style-type: none"> Die Studierenden können das Spezialwissen (Fakten, Theorien und Methoden) ihres Studienfaches sicher zur Bearbeitung fachlicher Fragestellungen einsetzen. Die Studierenden können in einem oder mehreren Spezialbereichen ihres Faches die relevanten Ansätze und Terminologien in der Tiefe erklären, aktuelle Entwicklungen beschreiben und kritisch Stellung beziehen. Die Studierenden können eine eigene Forschungsaufgabe in ihrem Fachgebiet verorten, den Forschungsstand erheben und kritisch einschätzen. 		
<i>Wissen</i>			
<i>Fertigkeiten</i>	<ul style="list-style-type: none"> Die Studierenden sind in der Lage, für die jeweilige fachliche Problemstellung geeignete Methoden auszuwählen, anzuwenden und ggf. weiterzuentwickeln. Die Studierenden sind in der Lage, im Studium erworbenes Wissen und erlernte Methoden auch auf komplexe und/oder unvollständig definierte Problemstellungen lösungsorientiert anzuwenden. Die Studierenden können in ihrem Fachgebiet neue wissenschaftliche Erkenntnisse erarbeiten und diese kritisch beurteilen. 		
Personale Kompetenzen	<ul style="list-style-type: none"> Studierende können <ul style="list-style-type: none"> eine wissenschaftliche Fragestellung für ein Fachpublikum sowohl schriftlich als auch mündlich strukturiert, verständlich und sachlich richtig darstellen. in einer Fachdiskussion Fragen fachkundig und zugleich adressatengerecht beantworten und dabei eigene Einschätzungen überzeugend vertreten. 		
<i>Sozialkompetenz</i>			
<i>Selbstständigkeit</i>	Studierende sind fähig, <ul style="list-style-type: none"> ein eigenes Projekt in Arbeitspakete zu strukturieren und abzuarbeiten. sich in ein teilweise unbekanntes Arbeitsgebiet des Studiengangs vertieft einzuarbeiten und dafür benötigte Informationen zu erschließen. Techniken des wissenschaftlichen Arbeitens umfassend in einer eigenen Forschungsarbeit anzuwenden. 		
Arbeitsaufwand in Stunden	Eigenstudium 900, Präsenzstudium 0		
Leistungspunkte	30		
Studienleistung	Keine		
Prüfung	Abschlussarbeit		
Prüfungsdauer und -umfang	laut ASPO		
Zuordnung zu folgenden Curricula	Bauingenieurwesen: Abschlussarbeit: Pflicht Bioverfahrenstechnik: Abschlussarbeit: Pflicht Chemical and Bioprocess Engineering: Abschlussarbeit: Pflicht Computer Science: Abschlussarbeit: Pflicht Elektrotechnik: Abschlussarbeit: Pflicht Energietechnik: Abschlussarbeit: Pflicht Environmental Engineering: Abschlussarbeit: Pflicht Flugzeug-Systemtechnik: Abschlussarbeit: Pflicht Global Innovation Management: Abschlussarbeit: Pflicht Informatik-Ingenieurwesen: Abschlussarbeit: Pflicht Information and Communication Systems: Abschlussarbeit: Pflicht Interdisciplinary Mathematics: Abschlussarbeit: Pflicht International Production Management: Abschlussarbeit: Pflicht Internationales Wirtschaftsingenieurwesen: Abschlussarbeit: Pflicht Joint European Master in Environmental Studies - Cities and Sustainability: Abschlussarbeit: Pflicht Logistik, Infrastruktur und Mobilität: Abschlussarbeit: Pflicht		

Materialwissenschaft: Abschlussarbeit: Pflicht
Mechanical Engineering and Management: Abschlussarbeit: Pflicht
Mechatronics: Abschlussarbeit: Pflicht
Mediziningenieurwesen: Abschlussarbeit: Pflicht
Microelectronics and Microsystems: Abschlussarbeit: Pflicht
Produktentwicklung, Werkstoffe und Produktion: Abschlussarbeit: Pflicht
Regenerative Energien: Abschlussarbeit: Pflicht
Schiffbau und Meerestechnik: Abschlussarbeit: Pflicht
Ship and Offshore Technology: Abschlussarbeit: Pflicht
Teilstudiengang Lehramt Metalltechnik: Abschlussarbeit: Pflicht
Theoretischer Maschinenbau: Abschlussarbeit: Pflicht
Verfahrenstechnik: Abschlussarbeit: Pflicht
Wasser- und Umweltingenieurwesen: Abschlussarbeit: Pflicht
Zulassungs- und Sachverständigenwesen in der Luftfahrt: Abschlussarbeit: Pflicht