



## **Modulhandbuch**

Master of Science

## **Theoretischer Maschinenbau**

Kohorte: Wintersemester 2018

Stand: 28. September 2018

---

---

## Inhaltsverzeichnis

---

---

Inhaltsverzeichnis	2
Studiengangsbeschreibung	4
Fachmodule der Kernqualifikation	6
Modul M0523: Betrieb & Management	6
Modul M0524: Nichttechnische Ergänzungskurse im Master	7
Modul M1259: Technischer Ergänzungskurs Kernfächer für TMBMS (laut FSPO)	9
Modul M0751: Technische Schwingungslehre	10
Modul M0808: Finite Elements Methods	11
Modul M0846: Control Systems Theory and Design	13
Modul M1204: Modellierung und Optimierung in der Dynamik	15
Modul M0939: Control Lab A	17
Modul M1306: Control Lab C	19
Modul M1150: Kontinuumsmechanik	21
Modul M0807: Boundary Element Methods	23
Modul M0714: Numerik gewöhnlicher Differentialgleichungen	25
Modul M1203: Technische Dynamik: Numerische und experimentelle Methoden	27
Modul M0752: Nichtlineare Dynamik	29
Modul M0835: Humanoide Robotik	30
Modul M0838: Linear and Nonlinear System Identifikation	32
Modul M0657: Numerische Methoden der Thermofluiddynamik II	34
Modul M0840: Optimal and Robust Control	36
Modul M0605: Numerische Strukturdynamik	38
Modul M1339: Entwurfsoptimierung und probabilistische Verfahren in der Strukturmechanik	40
Modul M0604: High-Order FEM	42
Modul M0603: Nichtlineare Strukturanalyse	44
Modul M0832: Advanced Topics in Control	46
Modul M1181: Studienarbeit Theoretischer Maschinenbau	48
Modul M1398: Ausgewählte Themen der Mehrkörperdynamik und Robotik	49
Fachmodule der Vertiefung Bio- und Medizintechnik	51
Modul M1173: Angewandte Statistik für Ingenieure	51
Modul M1334: BIO II: Biomaterials	54
Modul M1302: Angewandte Humanoide Robotik	56
Modul M0811: Bildgebende Systeme in der Medizin	58
Modul M1335: BIO II: Gelenkersatz	60
Modul M0630: Robotics and Navigation in Medicine	62
Modul M0548: Bioelektromagnetik: Prinzipien und Anwendungen	64
Modul M1182: Technischer Ergänzungskurs für TMBMS (laut FSPO)	67
Modul M1249: Numerische Verfahren in der medizinischen Bildgebung	68
Modul M0921: Electronic Circuits for Medical Applications	70
Modul M0746: Microsystem Engineering	73
Modul M0623: Intelligent Systems in Medicine	75
Fachmodule der Vertiefung Energietechnik	77
Modul M0742: Wärmetechnik	77
Modul M1235: Elektrische Energiesysteme I	79
Modul M1037: Dampfturbinen in Energie-, Umwelt- und Antriebstechnik	82
Modul M0512: Solarenergienutzung	84
Modul M1000: Kraft-Wärme-Kopplung und Verbrennungstechnik	88
Modul M1182: Technischer Ergänzungskurs für TMBMS (laut FSPO)	90
Modul M1161: Strömungsmaschinen	91
Modul M0721: Klimaanlage	93
Modul M0906: Molecular Modeling and Computational Fluid Dynamics	95
Modul M0641: Dampferzeuger	98
Modul M0511: Stromerzeugung aus Wind- und Wasserkraft	100
Modul M0508: Strömungsmechanik und Meeresenergie	104
Modul M0658: Innovative Methoden der Numerischen Thermofluiddynamik	107
Modul M0515: Energieinformationssysteme und Elektromobilität	109
Modul M1149: Energietechnik auf Schiffen	111
Fachmodule der Vertiefung Flugzeug-Systemtechnik	113
Modul M0763: Flugzeugsysteme I	113
Modul M0812: Methoden des Flugzeugentwurfs	115
Modul M0771: Flugphysik	118
Modul M1182: Technischer Ergänzungskurs für TMBMS (laut FSPO)	120
Modul M1156: Systems Engineering	121
Modul M0764: Flugzeugsysteme II	123
Modul M1155: Flugzeug-Kabinensysteme	125
Modul M1213: Avionik sicherheitskritischer Systeme	127
Modul M1043: Ausgewählte Themen der Flugzeug-Systemtechnik	129
Modul M1193: Entwurf von Kabinensystemen	138
Fachmodule der Vertiefung Maritime Technik	141
Modul M1157: Schiffshilfsanlagen	141

Modul M1177: Maritime Technik und meeres technische Systeme	144
Modul M1240: Fatigue Strength of Ships and Offshore Structures	147
Modul M0663: Marine Geotechnik und Numerik	149
Modul M1132: Maritimer Transport	152
Modul M1133: Hafenlogistik	154
Modul M1021: Schiffsmotorenanlagen	156
Modul M1175: Spezielle Gebiete der Schiffspropulsion und Hydrodynamik schneller Wasserfahrzeuge	158
Modul M1182: Technischer Ergänzungskurs für TMBMS (laut FSPO)	160
Modul M1146: Ship Vibration	161
Modul M1268: Lineare und Nichtlineare Wellen	163
Modul M1148: Ausgewählte Themen der Schiffs- und Meerestechnik	164
Modul M1232: Eistechnik	171
Modul M1165: Schiffssicherheit	173
Modul M1178: Manövrierfähigkeit und Schiffshydrodynamik beschränkter Gewässer	175
<b>Fachmodule der Vertiefung Numerik und Informatik</b>	<b>177</b>
Modul M0633: Industrial Process Automation	177
Modul M1222: Design and Implementation of Software Systems	179
Modul M0551: Pattern Recognition and Data Compression	181
Modul M0627: Machine Learning and Data Mining	183
Modul M1182: Technischer Ergänzungskurs für TMBMS (laut FSPO)	185
Modul M0653: Hochleistungsrechnen	186
Modul M0692: Approximation und Stabilität	188
Modul M0711: Numerische Mathematik II	190
Modul M0606: Numerische Algorithmen in der Strukturmechanik	192
Modul M1248: Compiler für Eingebettete Systeme	194
Modul M0881: Mathematische Bildverarbeitung	196
Modul M0716: Hierarchische Algorithmen	198
Modul M0550: Digital Image Analysis	200
Modul M0586: Effiziente Algorithmen	202
Modul M1020: Numerik partieller Differentialgleichungen	204
Modul M0677: Digital Signal Processing and Digital Filters	206
Modul M0549: Wissenschaftliches Rechnen und Genauigkeit	208
Modul M1336: Soft-Computing	210
Modul M0552: 3D Computer Vision	212
Modul M0720: Matrixalgorithmen	214
Modul M0629: Intelligent Autonomous Agents and Cognitive Robotics	216
<b>Fachmodule der Vertiefung Produktentwicklung und Produktion</b>	<b>218</b>
Modul M0815: Product Planning	218
Modul M0867: Produktionsplanung und -steuerung und Digitales Unternehmen	220
Modul M1182: Technischer Ergänzungskurs für TMBMS (laut FSPO)	223
Modul M1024: Methoden der integrierten Produktentwicklung	224
Modul M1143: Methodisches Konstruieren	226
Modul M1281: Ausgewählte Themen der Schwingungslehre	228
Modul M0805: Technical Acoustics I (Acoustic Waves, Noise Protection, Psycho Acoustics )	229
Modul M0563: Robotics	231
Modul M1025: Fluidtechnik	233
Modul M1183: Lasersysteme und Methoden der Fertigungsprozessauslegung und -analyse	236
Modul M0806: Technical Acoustics II (Room Acoustics, Computational Methods)	238
Modul M1174: Automatisierungstechnik und -systeme	240
Modul M0739: Fabrikplanung & Produktionslogistik	243
<b>Fachmodule der Vertiefung Werkstofftechnik</b>	<b>245</b>
Modul M1342: Kunststoffe	245
Modul M1182: Technischer Ergänzungskurs für TMBMS (laut FSPO)	247
Modul M1170: Phänomene und Methoden der Materialwissenschaften	248
Modul M1343: Fibre-polymer-composites	250
Modul M1226: Mechanische Eigenschaften	252
Modul M1239: Experimentelle Mikro- und Nanomechanik	255
Modul M1237: Methoden der theoretischen Materialphysik	257
Modul M1238: Quantenmechanik von Festkörpern	259
Modul M1152: Skalenübergreifende Modellierung	261
Modul M1199: Moderne Funktionsmaterialien	263
Modul M1198: Materialphysik und atomare Materialmodellierung	264
Modul M1218: Ringvorlesung: Multiskalenmaterialien	267
<b>Thesis</b>	<b>269</b>
Modul M-002: Masterarbeit	269



# Modulhandbuch

## Master

# Theoretischer Maschinenbau

Kohorte: Wintersemester 2018

Stand: 28. September 2018

---

---

## 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 Bereichen 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.

<b>Modul M0523: Betrieb &amp; Management</b>	
<b>Modulverantwortlicher</b>	Prof. Matthias Meyer
<b>Zulassungsvoraussetzungen</b>	Keine
<b>Empfohlene Vorkenntnisse</b>	Keine
<b>Modulziele/ angestrebte Lernergebnisse</b>	Nach erfolgreicher Teilnahme haben die Studierenden die folgenden Lernergebnisse erreicht
<b>Fachkompetenz</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Die Studierenden sind in der Lage, ausgewählte betriebswirtschaftliche Spezialgebiete innerhalb der Betriebswirtschaftslehre zu verorten.</li> <li>• Die Studierenden können in ausgewählten betriebswirtschaftlichen Teilbereichen grundlegende Theorien, Kategorien und Modelle erklären.</li> <li>• Die Studierenden können technisches und betriebswirtschaftliches Wissen miteinander in Beziehung setzen.</li> </ul> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Die Studierenden können in ausgewählten betriebswirtschaftlichen Teilbereichen grundlegende Methoden anwenden.</li> <li>• Die Studierenden können für praktische Fragestellungen in betriebswirtschaftlichen Teilbereichen Entscheidungsvorschläge begründen.</li> </ul> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Die Studierenden sind in der Lage, in interdisziplinären Kleingruppen zu kommunizieren und gemeinsam Lösungen für komplexe Problemstellungen zu erarbeiten.</li> </ul> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Die Studierenden sind in der Lage, sich notwendiges Wissen durch Recherchen und Aufbereitungen von Material selbstständig zu erschließen.</li> </ul>
<i>Wissen</i>	
<i>Fertigkeiten</i>	
<b>Personale Kompetenzen</b>	
<i>Sozialkompetenz</i>	
<i>Selbstständigkeit</i>	
<b>Arbeitsaufwand in Stunden</b>	Abhängig von der Wahl der Lehrveranstaltungen
<b>Leistungspunkte</b>	6

**Lehrveranstaltungen**

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

<b>Modul M0524: Nichttechnische Ergänzungskurse im Master</b>	
<b>Modulverantwortlicher</b>	Dagmar Richter
<b>Zulassungsvoraussetzungen</b>	Keine
<b>Empfohlene Vorkenntnisse</b>	Keine
<b>Modulziele/ angestrebte Lernergebnisse</b>	Nach erfolgreicher Teilnahme haben die Studierenden die folgenden Lernergebnisse erreicht
<b>Fachkompetenz</b>	<p><b>Die Nichttechnischen Angebote (NTA)</b></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 <b>Lehrarchitektur</b>, den <b>Lehr-Lern-Arrangements</b>, den <b>Lehrbereichen</b> und durch Lehrangebote um, in denen sich Studierende wahlweise für <b>spezifische Kompetenzen</b> und ein <b>Kompetenzniveau</b> auf Bachelor- oder Masterebene qualifizieren können. Die Lehrangebote sind jeweils in einem Modulkatalog Nichttechnische Ergänzungskurse zusammengefasst.</p> <p><b>Die Lehrarchitektur</b></p> <p>besteht aus einem studienangübergreifenden 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><b>Die Lehr-Lern-Arrangements</b></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><b>Die Lehrbereiche</b></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><b>Das Kompetenzniveau</b></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><b>Fachkompetenz (Wissen)</b></p> <p>Die Studierenden können</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• ausgewähltes Spezialgebiete des jeweiligen nichttechnischen Bereiches erläutern,</li> <li>• in den im Lehrbereich vertretenen Disziplinen grundlegende Theorien, Kategorien, Begrifflichkeiten, Modelle, Konzepte oder künstlerischen Techniken skizzieren,</li> <li>• diese fremden Fachdisziplinen systematisch auf die eigene Disziplin beziehen, d.h. sowohl abgrenzen als auch Anchlüsse benennen,</li> <li>• in Grundzügen skizzieren, inwiefern wissenschaftliche Disziplinen, Paradigmen, Modelle, Instrumente, Verfahrensweisen und Repräsentationsformen der Fachwissenschaften einer individuellen und soziokulturellen Interpretation und Historizität unterliegen,</li> <li>• können Gegenstandsangemessen in einer Fremdsprache kommunizieren (sofern dies der gewählte Schwerpunkt im NTW-Bereich ist).</li> </ul> <p>Die Studierenden können in ausgewählten Teilbereichen</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• grundlegende und teils auch spezielle Methoden der genannten Wissenschaftsdisziplinen anwenden.</li> <li>• technische Phänomene, Modelle, Theorien usw. aus der Perspektive einer anderen, oben erwähnten</li> </ul>

Wissen

<i>Fertigkeiten</i>	<p>Fachdisziplin befragen.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• einfache und teils auch fortgeschrittene Problemstellungen aus den behandelten Wissenschaftsdisziplinen erfolgreich bearbeiten,</li> <li>• bei praktischen Fragestellungen in Kontexten, die den technischen Sach- und Fachbezug übersteigen, ihre Entscheidungen zu Organisations- und Anwendungsformen der Technik begründen.</li> </ul>
<b>Personale Kompetenzen</b>	
<i>Sozialkompetenz</i>	<p>Die Studierenden sind fähig ,</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• in unterschiedlichem Ausmaß kooperativ zu lernen</li> <li>• eigene Aufgabenstellungen in den o.g. Bereichen in adressatengerechter Weise in einer Partner- oder Gruppensituation zu präsentieren und zu analysieren,</li> <li>• nichttechnische Fragestellungen einer Zuhörerschaft mit technischem Hintergrund verständlich darzustellen</li> <li>• sich landessprachlich kompetent, kulturell angemessen und geschlechtersensibel auszudrücken (sofern dies der gewählte Schwerpunkt im NTW-Bereich ist)</li> </ul>
<i>Selbstständigkeit</i>	<p>Die Studierenden sind in ausgewählten Bereichen in der Lage,</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• die eigene Profession und Professionalität im Kontext der lebensweltlichen Anwendungsgebiete zu reflektieren,</li> <li>• sich selbst und die eigenen Lernprozesse zu organisieren,</li> <li>• Fragestellungen vor einem breiten Bildungshorizont zu reflektieren und verantwortlich zu entscheiden,</li> <li>• sich in Bezug auf ein nichttechnisches Sachthema mündlich oder schriftlich kompetent auszudrücken.</li> <li>• sich als unternehmerisches Subjekt zu organisieren, (sofern dies ein gewählter Schwerpunkt im NTW-Bereich ist).</li> </ul>
<b>Arbeitsaufwand in Stunden</b>	Abhängig von der Wahl der Lehrveranstaltungen
<b>Leistungspunkte</b>	6

**Lehrveranstaltungen**

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

Modul M1259: Technischer Ergänzungskurs Kernfächer für TMBMS (laut FSPO)			
<b>Lehrveranstaltungen</b>			
<b>Titel</b>		<b>Typ</b>	<b>SWS</b> <b>LP</b>
<b>Modulverantwortlicher</b>	Prof. Robert Seifried		
<b>Zulassungsvoraussetzungen</b>	Keine		
<b>Empfohlene Vorkenntnisse</b>	Siehe gewähltes Modul laut FSPO		
<b>Modulziele/ angestrebte Lernergebnisse</b>	Nach erfolgreicher Teilnahme haben die Studierenden die folgenden Lernergebnisse erreicht		
<b>Fachkompetenz</b>			
<i>Wissen</i>	siehe gewähltes Modul laut FSPO		
<i>Fertigkeiten</i>	siehe gewähltes Modul laut FSPO		
<b>Personale Kompetenzen</b>			
<i>Sozialkompetenz</i>	siehe gewähltes Modul laut FSPO		
<i>Selbstständigkeit</i>	siehe gewähltes Modul laut FSPO		
<b>Arbeitsaufwand in Stunden</b>	Eigenstudium 180, Präsenzstudium 0		
<b>Leistungspunkte</b>	6		
<b>Studienleistung</b>	Keine		
<b>Prüfung</b>	laut FSPO		
<b>Prüfungsdauer und -umfang</b>	siehe gewähltes Modul laut FSPO		
<b>Zuordnung zu folgenden Curricula</b>	Theoretischer Maschinenbau: Kernqualifikation: Wahlpflicht		

Modul M0751: Technische Schwingungslehre			
<b>Lehrveranstaltungen</b>			
<b>Titel</b>	Technische Schwingungslehre (L0701)	<b>Typ</b>	Integrierte Vorlesung
		<b>SWS</b>	4
		<b>LP</b>	6
<b>Modulverantwortlicher</b>	Prof. Norbert Hoffmann		
<b>Zulassungsvoraussetzungen</b>	Keine		
<b>Empfohlene Vorkenntnisse</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Analysis</li> <li>• Lineare Algebra</li> <li>• Technische Mechanik</li> </ul>		
<b>Modulziele/ angestrebte Lernergebnisse</b>	Nach erfolgreicher Teilnahme haben die Studierenden die folgenden Lernergebnisse erreicht		
<b>Fachkompetenz</b>	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.		
<b>Personale Kompetenzen</b>			
<i>Sozialkompetenz</i>	Studierende können auch in Gruppen zu Arbeitsergebnissen kommen.		
<i>Selbstständigkeit</i>	Studierende können sich eigenständig Forschungsaufgaben der Technischen Schwingungslehre erschließen.		
<b>Arbeitsaufwand in Stunden</b>	Eigenstudium 124, Präsenzstudium 56		
<b>Leistungspunkte</b>	6		
<b>Studienleistung</b>	Keine		
<b>Prüfung</b>	Klausur		
<b>Prüfungsdauer und -umfang</b>	2 Stunden		
<b>Zuordnung zu folgenden Curricula</b>	Energietechnik: Kernqualifikation: Wahlpflicht Informatik-Ingenieurwesen: Vertiefung Wissenschaftliches Rechnen: Wahlpflicht Internationales Wirtschaftsingenieurwesen: Vertiefung II. Mechatronik: 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: Pflicht Schiffbau und Meerestechnik: Kernqualifikation: Wahlpflicht Theoretischer Maschinenbau: Kernqualifikation: Wahlpflicht Theoretischer Maschinenbau: Technischer Ergänzungskurs: Wahlpflicht		

Lehrveranstaltung L0701: Technische Schwingungslehre	
<b>Typ</b>	Integrierte Vorlesung
<b>SWS</b>	4
<b>LP</b>	6
<b>Arbeitsaufwand in Stunden</b>	Eigenstudium 124, Präsenzstudium 56
<b>Dozenten</b>	Prof. Norbert Hoffmann
<b>Sprachen</b>	DE/EN
<b>Zeitraum</b>	WiSe
<b>Inhalt</b>	Lineare und Nichtlineare Ein- und Mehrfreiheitsgradschwingungen und Wellen.
<b>Literatur</b>	K. Magnus, K. Popp, W. Sextro: Schwingungen. Physikalische Grundlagen und mathematische Behandlung von Schwingungen. Springer Verlag, 2013.

Modul M0808: Finite Elements Methods			
<b>Lehrveranstaltungen</b>			
<b>Titel</b>	<b>Typ</b>	<b>SWS</b>	<b>LP</b>
Finite-Elemente-Methoden (L0291)	Vorlesung	2	3
Finite-Elemente-Methoden (L0804)	Hörsaalübung	2	3
<b>Modulverantwortlicher</b>	Prof. Otto von Estorff		
<b>Zulassungsvoraussetzungen</b>	None		
<b>Empfohlene Vorkenntnisse</b>	Mechanics I (Statics, Mechanics of Materials) and Mechanics II (Hydrostatics, Kinematics, Dynamics) Mathematics I, II, III (in particular differential equations)		
<b>Modulziele/ angestrebte Lernergebnisse</b>	Nach erfolgreicher Teilnahme haben die Studierenden die folgenden Lernergebnisse erreicht		
<b>Fachkompetenz</b>	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>Wissen</i>			
<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.		
<b>Personale Kompetenzen</b>			
<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.		
<b>Arbeitsaufwand in Stunden</b>	Eigenstudium 124, Präsenzstudium 56		
<b>Leistungspunkte</b>	6		
<b>Studienleistung</b>	<b>Verpflichtend</b>	<b>Bonus</b>	<b>Art der Studienleistung</b>
	Nein	20 %	Midterm
<b>Prüfung</b>	Klausur		
<b>Prüfungsdauer und -umfang</b>	120 min		
<b>Zuordnung zu folgenden Curricula</b>	Bauingenieurwesen: Kernqualifikation: Pflicht Energietechnik: Kernqualifikation: Wahlpflicht Flugzeug-Systemtechnik: Vertiefung Flugzeugsysteme: Wahlpflicht Flugzeug-Systemtechnik: Vertiefung Lufttransportsysteme und Flugzeugvorentwurf: Wahlpflicht Informatik-Ingenieurwesen: Vertiefung Wissenschaftliches Rechnen: Wahlpflicht Internationales Wirtschaftsingenieurwesen: Vertiefung II. Mechatronik: Wahlpflicht Internationales Wirtschaftsingenieurwesen: Vertiefung II. Produktentwicklung und Produktion: Wahlpflicht Mechatronik: 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 Technomathematik: Kernqualifikation: Wahlpflicht Theoretischer Maschinenbau: Kernqualifikation: Pflicht		

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

Lehrveranstaltung L0804: Finite Element Methods	
<b>Typ</b>	Hörsaalübung
<b>SWS</b>	2
<b>LP</b>	3
<b>Arbeitsaufwand in Stunden</b>	Eigenstudium 62, Präsenzstudium 28
<b>Dozenten</b>	Prof. Otto von Estorff
<b>Sprachen</b>	EN
<b>Zeitraum</b>	WiSe
<b>Inhalt</b>	Siehe korrespondierende Vorlesung
<b>Literatur</b>	Siehe korrespondierende Vorlesung

Modul M0846: Control Systems Theory and Design			
<b>Lehrveranstaltungen</b>			
<b>Titel</b>	<b>Typ</b>	<b>SWS</b>	<b>LP</b>
Theorie und Entwurf regelungstechnischer Systeme (L0656)	Vorlesung	2	4
Theorie und Entwurf regelungstechnischer Systeme (L0657)	Gruppenübung	2	2
<b>Modulverantwortlicher</b>	Prof. Herbert Werner		
<b>Zulassungsvoraussetzungen</b>	None		
<b>Empfohlene Vorkenntnisse</b>	Introduction to Control Systems		
<b>Modulziele/ angestrebte Lernergebnisse</b>	Nach erfolgreicher Teilnahme haben die Studierenden die folgenden Lernergebnisse erreicht		
<b>Fachkompetenz</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>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</li> <li>They can explain the system properties controllability and observability, and their relationship to state feedback and state estimation, respectively</li> <li>They can explain the significance of a minimal realisation</li> <li>They can explain observer-based state feedback and how it can be used to achieve tracking and disturbance rejection</li> <li>They can extend all of the above to multi-input multi-output systems</li> <li>They can explain the z-transform and its relationship with the Laplace Transform</li> <li>They can explain state space models and transfer function models of discrete-time systems</li> <li>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</li> <li>They can explain how a state space model can be constructed from a discrete-time impulse response</li> </ul>		
<i>Wissen</i>			
<i>Fertigkeiten</i>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Students can transform transfer function models into state space models and vice versa</li> <li>They can assess controllability and observability and construct minimal realisations</li> <li>They can design LQG controllers for multivariable plants</li> <li>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</li> <li>They can identify transfer function models and state space models of dynamic systems from experimental data</li> <li>They can carry out all these tasks using standard software tools (Matlab Control Toolbox, System Identification Toolbox, Simulink)</li> </ul>		
<b>Personale Kompetenzen</b>			
<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.		
<i>Selbstständigkeit</i>	They can assess their knowledge in weekly on-line tests and thereby control their learning progress.		
<b>Arbeitsaufwand in Stunden</b>	Eigenstudium 124, Präsenzstudium 56		
<b>Leistungspunkte</b>	6		
<b>Studienleistung</b>	Keine		
<b>Prüfung</b>	Klausur		
<b>Prüfungsdauer und -umfang</b>	120 min		
<b>Zuordnung zu folgenden Curricula</b>	Computer Science: Vertiefung Intelligence Engineering: Wahlpflicht Elektrotechnik: Kernqualifikation: Pflicht Energietechnik: Kernqualifikation: Wahlpflicht Flugzeug-Systemtechnik: Vertiefung Flugzeugsysteme: Pflicht Flugzeug-Systemtechnik: Vertiefung Avionik und Eingebettete Systeme: Wahlpflicht Informatik-Ingenieurwesen: Vertiefung Systemtechnik - Robotik: Wahlpflicht Informatik-Ingenieurwesen (Weiterentwicklung): Vertiefung Kernfächer Ingenieurwissenschaften (2 Kurse): Wahlpflicht Internationales Wirtschaftsingenieurwesen: Vertiefung II. Elektrotechnik: Wahlpflicht Internationales Wirtschaftsingenieurwesen: Vertiefung II. Mechatronik: Wahlpflicht Mechanical Engineering and Management: Vertiefung Mechatronik: Wahlpflicht Mechatronics: Kernqualifikation: Pflicht 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 Produktentwicklung, Werkstoffe und Produktion: Kernqualifikation: Wahlpflicht Theoretischer Maschinenbau: Kernqualifikation: Pflicht		

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

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

Modul M1204: Modellierung und Optimierung in der Dynamik			
<b>Lehrveranstaltungen</b>			
<b>Titel</b>	<b>Typ</b>	<b>SWS</b>	<b>LP</b>
Flexible Mehrkörpersysteme (L1632)	Vorlesung	2	3
Optimierung dynamischer Systeme (L1633)	Vorlesung	2	3
<b>Modulverantwortlicher</b>	Prof. Robert Seifried		
<b>Zulassungsvoraussetzungen</b>	Keine		
<b>Empfohlene Vorkenntnisse</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Mathematik I, II, III</li> <li>• Mechanik I, II, III, IV</li> <li>• Simulation dynamischer Systeme</li> </ul>		
<b>Modulziele/ angestrebte Lernergebnisse</b>	Nach erfolgreicher Teilnahme haben die Studierenden die folgenden Lernergebnisse erreicht		
<b>Fachkompetenz</b>	Studierenden 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.		
<i>Wissen</i>			
<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 zu optimieren		
<b>Personale Kompetenzen</b>	Studierende können		
<i>Sozialkompetenz</i>	+ in heterogen zusammengesetzten Gruppen Aufgaben lösen und die Arbeitsergebnisse dokumentieren.		
<i>Selbstständigkeit</i>	Studierende sind fähig + ihren Kenntnisstand mit Hilfe von Übungsaufgaben einzuschätzen. + sich zur Lösung von forschungsorientierten Aufgaben notwendiges Wissen eigenständig zu erschließen.		
<b>Arbeitsaufwand in Stunden</b>	Eigenstudium 124, Präsenzstudium 56		
<b>Leistungspunkte</b>	6		
<b>Studienleistung</b>	Keine		
<b>Prüfung</b>	Mündliche Prüfung		
<b>Prüfungsdauer und -umfang</b>	30 min		
<b>Zuordnung zu folgenden Curricula</b>	Energietechnik: 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 Theoretischer Maschinenbau: Technischer Ergänzungskurs: Wahlpflicht		

Lehrveranstaltung L1632: Flexible Mehrkörpersysteme	
<b>Typ</b>	Vorlesung
<b>SWS</b>	2
<b>LP</b>	3
<b>Arbeitsaufwand in Stunden</b>	Eigenstudium 62, Präsenzstudium 28
<b>Dozenten</b>	Prof. Robert Seifried
<b>Sprachen</b>	DE
<b>Zeitraum</b>	WiSe
<b>Inhalt</b>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Grundlagen von Mehrkörpersystemen</li> <li>2. Kontinuumsmechanische Grundlagen</li> <li>3. Lineare finite Elemente Modelle und Modellreduktion</li> <li>4. Nichtlineare finite Elemente Modelle: Absolute Nodal Coordinate Formulation</li> <li>5. Kinematik eines elastischen Körpers</li> <li>6. Kinetik eines elastischen Körpers</li> <li>7. Zusammenbau des Gesamtsystems</li> </ol>
<b>Literatur</b>	<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	
<b>Typ</b>	Vorlesung
<b>SWS</b>	2
<b>LP</b>	3
<b>Arbeitsaufwand in Stunden</b>	Eigenstudium 62, Präsenzstudium 28
<b>Dozenten</b>	Prof. Robert Seifried, Dr. Leo Dostal
<b>Sprachen</b>	DE
<b>Zeitraum</b>	WiSe
<b>Inhalt</b>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Formulierung des Optimierungsproblems und Klassifikation</li> <li>2. Skalare Optimierung</li> <li>3. Sensitivitätsanalyse</li> <li>4. Parameteroptimierung ohne Nebenbedingungen</li> <li>5. Parameteroptimierung mit Nebenbedingungen</li> <li>6. Stochastische Optimierungsverfahren</li> <li>7. Mehrkriterienoptimierung</li> <li>8. Topologieoptimierung</li> </ol>
<b>Literatur</b>	<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 M0939: Control Lab A			
<b>Lehrveranstaltungen</b>			
<b>Titel</b>	<b>Typ</b>	<b>SWS</b>	<b>LP</b>
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
<b>Modulverantwortlicher</b>	Prof. Herbert Werner		
<b>Zulassungsvoraussetzungen</b>	None		
<b>Empfohlene Vorkenntnisse</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• State space methods</li> <li>• LQG control</li> <li>• H2 and H-infinity optimal control</li> <li>• uncertain plant models and robust control</li> <li>• LPV control</li> </ul>		
<b>Modulziele/ angestrebte Lernergebnisse</b>	Nach erfolgreicher Teilnahme haben die Studierenden die folgenden Lernergebnisse erreicht		
<b>Fachkompetenz</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Students can explain the difference between validation of a control loop in simulation and experimental validation</li> </ul>		
<i>Wissen</i>			
<i>Fertigkeiten</i>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 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</li> <li>• They are capable of using standard software tools (Matlab Control Toolbox) for the design and implementation of LQG controllers</li> <li>• 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</li> <li>• They are capable of representing model uncertainty, and of designing and implementing a robust controller</li> <li>• They are capable of using standard software tools (Matlab Robust Control Toolbox) for the design and the implementation of LPV gain-scheduled controllers</li> </ul>		
<b>Personale Kompetenzen</b>			
<i>Sozialkompetenz</i>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Students can work in teams to conduct experiments and document the results</li> </ul>		
<i>Selbstständigkeit</i>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Students can independently carry out simulation studies to design and validate control loops</li> </ul>		
<b>Arbeitsaufwand in Stunden</b>	Eigenstudium 64, Präsenzstudium 56		
<b>Leistungspunkte</b>	4		
<b>Studienleistung</b>	Keine		
<b>Prüfung</b>	Schriftliche Ausarbeitung		
<b>Prüfungsdauer und -umfang</b>	1		
<b>Zuordnung zu folgenden Curricula</b>	Elektrotechnik: Vertiefung Regelungs- und Energietechnik: Wahlpflicht Mechatronics: Vertiefung Systementwurf: Wahlpflicht Mechatronics: Vertiefung Intelligente Systeme und Robotik: Wahlpflicht Theoretischer Maschinenbau: Technischer Ergänzungskurs: Wahlpflicht Theoretischer Maschinenbau: Kernqualifikation: Wahlpflicht		

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

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

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

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

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

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

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

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

<b>Modul M1150: Kontinuumsmechanik</b>			
<b>Lehrveranstaltungen</b>			
<b>Titel</b>	<b>Typ</b>	<b>SWS</b>	<b>LP</b>
Kontinuumsmechanik (L1533)	Vorlesung	2	3
Kontinuumsmechanik Übung (L1534)	Gruppenübung	2	3
<b>Modulverantwortlicher</b>	Prof. Christian Cyron		
<b>Zulassungsvoraussetzungen</b>	Keine		
<b>Empfohlene Vorkenntnisse</b>	Grundlagen der linearen Kontinuumsmechanik wie z.B. im Modul Mechanik II unterrichtet (Kräfte und Drehmomente, Spannungen, lineare Verzerrungen, Schnittprinzip, linear-elastische Konstitutivgesetze, Verzerrungsenergie).		
<b>Modulziele/ angestrebte Lernergebnisse</b>	Nach erfolgreicher Teilnahme haben die Studierenden die folgenden Lernergebnisse erreicht		
<b>Fachkompetenz</b>	<p><i>Wissen</i> Die Studierenden können grundlegende Konzepte zur Berechnung von mechanischem Materialverhalten erklären. Sie können Methoden der Kontinuumsmechanik im größeren Kontext erläutern.</p> <p><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</p> <p><i>Personale Kompetenzen</i></p> <p><i>Sozialkompetenz</i> Die Studierenden können Lösungen entwickeln, gegenüber Spezialisten in Schriftform präsentieren und Ideen weiterentwickeln.</p> <p><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.</p>		
<b>Arbeitsaufwand in Stunden</b>	Eigenstudium 124, Präsenzstudium 56		
<b>Leistungspunkte</b>	6		
<b>Studienleistung</b>	Keine		
<b>Prüfung</b>	Klausur		
<b>Prüfungsdauer und -umfang</b>	45 min		
<b>Zuordnung zu folgenden Curricula</b>	Informatik-Ingenieurwesen: Vertiefung Wissenschaftliches Rechnen: Wahlpflicht Materialwissenschaft: Vertiefung Modellierung: Wahlpflicht Mechanical Engineering and Management: Vertiefung Werkstoffe: Wahlpflicht Mechatronics: Technischer Ergänzungskurs: 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: Technischer Ergänzungskurs: Wahlpflicht Theoretischer Maschinenbau: Kernqualifikation: Wahlpflicht Theoretischer Maschinenbau: Kernqualifikation: Wahlpflicht		

Lehrveranstaltung L1533: Kontinuumsmechanik	
<b>Typ</b>	Vorlesung
<b>SWS</b>	2
<b>LP</b>	3
<b>Arbeitsaufwand in Stunden</b>	Eigenstudium 62, Präsenzstudium 28
<b>Dozenten</b>	Prof. Christian Cyron
<b>Sprachen</b>	DE/EN
<b>Zeitraum</b>	WiSe
<b>Inhalt</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Kinematik deformierbarer Körper</li> <li>• Bilanzgleichungen (Massenbilanz, Energiegleichung, ...)</li> <li>• Spannungszustand</li> <li>• Materialmodellierung</li> </ul>
<b>Literatur</b>	R. Greve: Kontinuumsmechanik: Ein Grundkurs für Ingenieure und Physiker I-S. Liu: Continuum Mechanics, Springer

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

Modul M0807: Boundary Element Methods			
<b>Lehrveranstaltungen</b>			
<b>Titel</b>	<b>Typ</b>	<b>SWS</b>	<b>LP</b>
Boundary-Elemente-Methoden (L0523)	Vorlesung	2	3
Boundary-Elemente-Methoden (L0524)	Hörsaalübung	2	3
<b>Modulverantwortlicher</b>	Prof. Otto von Estorff		
<b>Zulassungsvoraussetzungen</b>	None		
<b>Empfohlene Vorkenntnisse</b>	Mechanics I (Statics, Mechanics of Materials) and Mechanics II (Hydrostatics, Kinematics, Dynamics) Mathematics I, II, III (in particular differential equations)		
<b>Modulziele/ angestrebte Lernergebnisse</b>	Nach erfolgreicher Teilnahme haben die Studierenden die folgenden Lernergebnisse erreicht		
<b>Fachkompetenz</b>	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>Wissen</i>			
<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.		
<b>Personale Kompetenzen</b>			
<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.		
<b>Arbeitsaufwand in Stunden</b>	Eigenstudium 124, Präsenzstudium 56		
<b>Leistungspunkte</b>	6		
<b>Studienleistung</b>	<b>Verpflichtend</b>	<b>Bonus</b>	<b>Art der Studienleistung</b> <b>Beschreibung</b>
	Nein	20 %	Midterm
<b>Prüfung</b>	Klausur		
<b>Prüfungsdauer und -umfang</b>	90 min		
<b>Zuordnung zu folgenden Curricula</b>	Bauingenieurwesen: Vertiefung Tragwerke: Wahlpflicht Bauingenieurwesen: Vertiefung Tiefbau: Wahlpflicht Bauingenieurwesen: Vertiefung Hafenbau und Küstenschutz: Wahlpflicht Energietechnik: Kernqualifikation: Wahlpflicht Informatik-Ingenieurwesen: Vertiefung Wissenschaftliches Rechnen: Wahlpflicht Mechanical Engineering and Management: Vertiefung Produktentwicklung und Produktion: Wahlpflicht Mechatronics: Vertiefung Systementwurf: Wahlpflicht Produktentwicklung, Werkstoffe und Produktion: Kernqualifikation: Wahlpflicht Technomathematik: Vertiefung III. Ingenieurwissenschaften: Wahlpflicht Technomathematik: Kernqualifikation: Wahlpflicht Theoretischer Maschinenbau: Kernqualifikation: Wahlpflicht Theoretischer Maschinenbau: Technischer Ergänzungskurs: Wahlpflicht		

Lehrveranstaltung L0523: Boundary Element Methods	
<b>Typ</b>	Vorlesung
<b>SWS</b>	2
<b>LP</b>	3
<b>Arbeitsaufwand in Stunden</b>	Eigenstudium 62, Präsenzstudium 28
<b>Dozenten</b>	Prof. Otto von Estorff
<b>Sprachen</b>	EN
<b>Zeitraum</b>	SoSe
<b>Inhalt</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Boundary value problems</li> <li>- Integral equations</li> <li>- Fundamental Solutions</li> <li>- Element formulations</li> <li>- Numerical integration</li> <li>- Solving systems of equations (statics, dynamics)</li> <li>- Special BEM formulations</li> <li>- Coupling of FEM and BEM</li>   <li>- Hands-on Sessions (programming of BE routines)</li> <li>- Applications</li> </ul>
<b>Literatur</b>	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	
<b>Typ</b>	Hörsaalübung
<b>SWS</b>	2
<b>LP</b>	3
<b>Arbeitsaufwand in Stunden</b>	Eigenstudium 62, Präsenzstudium 28
<b>Dozenten</b>	Prof. Otto von Estorff
<b>Sprachen</b>	EN
<b>Zeitraum</b>	SoSe
<b>Inhalt</b>	Siehe korrespondierende Vorlesung
<b>Literatur</b>	Siehe korrespondierende Vorlesung

<b>Modul M0714: Numerik gewöhnlicher Differentialgleichungen</b>			
<b>Lehrveranstaltungen</b>			
<b>Titel</b>	<b>Typ</b>	<b>SWS</b>	<b>LP</b>
Numerik gewöhnlicher Differentialgleichungen (L0576)	Vorlesung	2	3
Numerik gewöhnlicher Differentialgleichungen (L0582)	Gruppenübung	2	3
<b>Modulverantwortlicher</b>	Prof. Sabine Le Borne		
<b>Zulassungsvoraussetzungen</b>	Keine		
<b>Empfohlene Vorkenntnisse</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Mathematik I, II, III für Ingenieurstudierende (deutsch oder englisch) oder Analysis &amp; Lineare Algebra I + II sowie Analysis III für Technomathematiker</li> <li>MATLAB Grundkenntnisse</li> </ul>		
<b>Modulziele/ angestrebte Lernergebnisse</b>	Nach erfolgreicher Teilnahme haben die Studierenden die folgenden Lernergebnisse erreicht		
<b>Fachkompetenz</b>	Studierende können <ul style="list-style-type: none"> <li>numerische Verfahren zur Lösung gewöhnlicher Differentialgleichungen benennen und deren Kernideen erläutern,</li> <li>Konvergenzaussagen (inklusive der an das zugrundeliegende Problem gestellten Voraussetzungen) zu den behandelten numerischen Verfahren wiedergeben,</li> <li>Aspekte der praktischen Durchführung numerischer Verfahren erklären.</li> <li>Wählen Sie die entsprechende numerische Methode für konkrete Probleme, implementieren die numerischen Algorithmen effizient und interpretieren die numerischen Ergebnisse</li> </ul>		
<i>Wissen</i>			
<b>Fertigkeiten</b>	Studierende sind in der Lage, <ul style="list-style-type: none"> <li>numerische Methoden zur Lösung gewöhnlicher Differentialgleichungen in MATLAB zu implementieren, anzuwenden und zu vergleichen,</li> <li>das Konvergenzverhalten numerischer Methoden in Abhängigkeit vom gestellten Problem und des verwendeten Lösungsalgorithmus zu begründen,</li> <li>zu gegebener Problemstellung einen geeigneten Lösungsansatz zu entwickeln, gegebenenfalls durch Zusammensetzen mehrerer Algorithmen, diesen durchzuführen und die Ergebnisse kritisch auszuwerten.</li> </ul>		
<i>Fertigkeiten</i>			
<b>Personale Kompetenzen</b>	Studierende können <ul style="list-style-type: none"> <li>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.</li> </ul>		
<i>Sozialkompetenz</i>			
<b>Selbstständigkeit</b>	Studierende sind fähig, <ul style="list-style-type: none"> <li>selbst einzuschätzen, ob sie die begleitenden theoretischen und praktischen Übungsaufgaben besser allein oder im Team lösen,</li> <li>ihren Lernstand konkret zu beurteilen und gegebenenfalls gezielt Fragen zu stellen und Hilfe zu suchen.</li> </ul>		
<i>Selbstständigkeit</i>			
<b>Arbeitsaufwand in Stunden</b>	Eigenstudium 124, Präsenzstudium 56		
<b>Leistungspunkte</b>	6		
<b>Studienleistung</b>	Keine		
<b>Prüfung</b>	Klausur		
<b>Prüfungsdauer und -umfang</b>	90 min		
<b>Zuordnung zu folgenden Curricula</b>	Bioverfahrenstechnik: Vertiefung A - Allgemeine Bioverfahrenstechnik: Wahlpflicht Chemical and Bioprocess Engineering: Vertiefung Chemische Verfahrenstechnik: Wahlpflicht Chemical and Bioprocess Engineering: Vertiefung Allgemeine Verfahrenstechnik: Wahlpflicht Elektrotechnik: Vertiefung Regelungs- und Energietechnik: Wahlpflicht Elektrotechnik: Vertiefung Modellierung und Simulation: Wahlpflicht Energietechnik: Kernqualifikation: Wahlpflicht Flugzeug-Systemtechnik: Vertiefung Flugzeugsysteme: Wahlpflicht Informatik-Ingenieurwesen: Vertiefung Wissenschaftliches Rechnen: Wahlpflicht Mathematical Modelling in Engineering: Theory, Numerics, Applications: Vertiefung I. Numerics (TUHH): 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	
<b>Typ</b>	Vorlesung
<b>SWS</b>	2
<b>LP</b>	3
<b>Arbeitsaufwand in Stunden</b>	Eigenstudium 62, Präsenzstudium 28
<b>Dozenten</b>	Prof. Sabine Le Borne, Dr. Patricio Farrell
<b>Sprachen</b>	DE/EN
<b>Zeitraum</b>	SoSe
<b>Inhalt</b>	Numerische Verfahren für Anfangswertprobleme <ul style="list-style-type: none"> <li>• Einschrittverfahren</li> <li>• Mehrschrittverfahren</li> <li>• Steife Probleme</li> <li>• Differentiell-algebraische Gleichungen vom Index 1</li> </ul> Numerische Verfahren für Randwertaufgaben <ul style="list-style-type: none"> <li>• Mehrzielmethode</li> <li>• Differenzenverfahren</li> <li>• Variationsmethoden</li> </ul>
<b>Literatur</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• E. Hairer, S. Noersett, G. Wanner: Solving Ordinary Differential Equations I: Nonstiff Problems</li> <li>• E. Hairer, G. Wanner: Solving Ordinary Differential Equations II: Stiff and Differential-Algebraic Problems</li> </ul>

Lehrveranstaltung L0582: Numerik gewöhnlicher Differentialgleichungen	
<b>Typ</b>	Gruppenübung
<b>SWS</b>	2
<b>LP</b>	3
<b>Arbeitsaufwand in Stunden</b>	Eigenstudium 62, Präsenzstudium 28
<b>Dozenten</b>	Prof. Sabine Le Borne, Dr. Patricio Farrell
<b>Sprachen</b>	DE/EN
<b>Zeitraum</b>	SoSe
<b>Inhalt</b>	Siehe korrespondierende Vorlesung
<b>Literatur</b>	Siehe korrespondierende Vorlesung

Modul M1203: Technische Dynamik: Numerische und experimentelle Methoden			
<b>Lehrveranstaltungen</b>			
<b>Titel</b>	<b>Typ</b>	<b>SWS</b>	<b>LP</b>
Laborpraktium Technische Dynamik (L1631)	Laborpraktikum	3	3
Technische Dynamik (L1630)	Vorlesung	2	3
<b>Modulverantwortlicher</b>	Prof. Robert Seifried		
<b>Zulassungsvoraussetzungen</b>	Keine		
<b>Empfohlene Vorkenntnisse</b>	Mathematik I, II, III, Mechanik I, II, III, IV Numerik gewöhnlicher Differentialgleichungen		
<b>Modulziele/ angestrebte Lernergebnisse</b>	Nach erfolgreicher Teilnahme haben die Studierenden die folgenden Lernergebnisse erreicht		
<b>Fachkompetenz</b>	Studierende 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>Wissen</i>			
<b>Fertigkeiten</b>	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		
<i>Fertigkeiten</i>			
<b>Personale Kompetenzen</b>	Studierende können + in heterogen zusammengesetzten Gruppen Aufgaben lösen und die Arbeitsergebnisse dokumentieren.		
<i>Sozialkompetenz</i>			
<b>Selbstständigkeit</b>	Studierende sind fähig + ihren Kenntnisstand mit Hilfe von Übungsaufgaben und Versuchen einzuschätzen. + sich zur Lösung von forschungsorientierten Aufgaben notwendiges Wissen eigenständig zu erschließen.		
<i>Selbstständigkeit</i>			
<b>Arbeitsaufwand in Stunden</b>	Eigenstudium 110, Präsenzstudium 70		
<b>Leistungspunkte</b>	6		
<b>Studienleistung</b>	<b>Verpflichten</b>	<b>Bonus</b>	<b>Art der Studienleistung</b> <b>Beschreibung</b>
	Ja	Keiner	Fachtheoretisch-fachpraktische Studienleistung      Versuche Fachlabor
<b>Prüfung</b>	Klausur		
<b>Prüfungsdauer und -umfang</b>	90 min		
<b>Zuordnung zu folgenden Curricula</b>	Theoretischer Maschinenbau: Kernqualifikation: Pflicht		

Lehrveranstaltung L1631: Laborpraktikum Technische Dynamik	
<b>Typ</b>	Laborpraktikum
<b>SWS</b>	3
<b>LP</b>	3
<b>Arbeitsaufwand in Stunden</b>	Eigenstudium 48, Präsenzstudium 42
<b>Dozenten</b>	Dr. Marc-André Pick, Dr. Marc-André Pick
<b>Sprachen</b>	DE
<b>Zeitraum</b>	SoSe
<b>Inhalt</b>	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.
<b>Literatur</b>	Schiehlen, W.; Eberhard, P.: Technische Dynamik, 4. Auflage, Vieweg+Teubner: Wiesbaden, 2014.

Lehrveranstaltung L1630: Technische Dynamik	
<b>Typ</b>	Vorlesung
<b>SWS</b>	2
<b>LP</b>	3
<b>Arbeitsaufwand in Stunden</b>	Eigenstudium 62, Präsenzstudium 28
<b>Dozenten</b>	Prof. Robert Seifried
<b>Sprachen</b>	DE
<b>Zeitraum</b>	SoSe
<b>Inhalt</b>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Modellierung von Mehrkörpersystemen</li> <li>2. Kinematische und kinetische Grundlagen</li> <li>3. Bindungen</li> <li>4. Mehrkörpersysteme in Minimalkoordinaten</li> <li>5. Zustandsraum, Linearisierung und Modalanalyse</li> <li>6. Mehrkörpersysteme mit kinematischen Schleifen</li> <li>7. Mehrkörpersysteme in DAE-Form</li> <li>8. Nichtholonome Mehrkörpersysteme</li> <li>9. Experimentelle Methoden in der Dynamik</li> </ol>
<b>Literatur</b>	<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			
<b>Lehrveranstaltungen</b>			
<b>Titel</b>	<b>Typ</b>	<b>SWS</b>	<b>LP</b>
Nichtlineare Dynamik (L0702)	Integrierte Vorlesung	4	6
<b>Modulverantwortlicher</b>	Prof. Norbert Hoffmann		
<b>Zulassungsvoraussetzungen</b>	Keine		
<b>Empfohlene Vorkenntnisse</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Analysis</li> <li>• Lineare Algebra</li> <li>• Technische Mechanik</li> </ul>		
<b>Modulziele/ angestrebte Lernergebnisse</b>	Nach erfolgreicher Teilnahme haben die Studierenden die folgenden Lernergebnisse erreicht		
<b>Fachkompetenz</b>	Studierende sind in der Lage bestehende Begriffe und Konzepte der Nichtlinearen Dynamik wiederzugeben und neue Begriffe und Konzepte zu entwickeln.		
<i>Wissen</i>			
<i>Fertigkeiten</i>	Studierende sind in der Lage bestehende Verfahren und Methoden der Nichtlinearen Dynamik anzuwenden und neue Verfahren und Methoden zu entwickeln.		
<b>Personale Kompetenzen</b>	Studierende können Arbeitsergebnisse auch in Gruppen erzielen.		
<i>Sozialkompetenz</i>			
<i>Selbstständigkeit</i>	Studierende können eigenständig vorgegebene Forschungsaufgaben angehen und selbständig neue Forschungsaufgaben identifizieren und bearbeiten.		
<b>Arbeitsaufwand in Stunden</b>	Eigenstudium 124, Präsenzstudium 56		
<b>Leistungspunkte</b>	6		
<b>Studienleistung</b>	Keine		
<b>Prüfung</b>	Klausur		
<b>Prüfungsdauer und -umfang</b>	2 Stunden		
<b>Zuordnung zu folgenden Curricula</b>	Flugzeug-Systemtechnik: Vertiefung Flugzeugsysteme: Wahlpflicht Informatik-Ingenieurwesen: Vertiefung Wissenschaftliches Rechnen: 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: Technischer Ergänzungskurs: Wahlpflicht Theoretischer Maschinenbau: Kernqualifikation: Wahlpflicht		

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

<b>Modul M0835: Humanoide Robotik</b>			
<b>Lehrveranstaltungen</b>			
<b>Titel</b>		<b>Typ</b>	<b>SWS</b>
Humanoide Robotik (L0663)		Seminar	2
<b>Modulverantwortlicher</b>	Patrick Göttisch		
<b>Zulassungsvoraussetzungen</b>	Keine		
<b>Empfohlene Vorkenntnisse</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Grundlagen der Regelungstechnik</li> <li>Control systems theory and design</li> </ul>		
<b>Modulziele/ angestrebte Lernergebnisse</b>	Nach erfolgreicher Teilnahme haben die Studierenden die folgenden Lernergebnisse erreicht		
<b>Fachkompetenz</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Die Studierenden können Eigenschaften der humanoiden Robotik nennen und erläutern.</li> <li>Die Studierenden können Regelkonzepte für verschiedene Aufgaben der Humanoiden Robotik anwenden.</li> <li>Die Studierenden erarbeiten sich neues Wissen zu ausgewählten Aspekten der humanoiden Robotik aus ausgewählten Literaturquellen.</li> <li>Die Studierenden abstrahieren und fassen die Inhalte zusammen, um sie den anderen Teilnehmern zu präsentieren.</li> <li>Die Studierenden üben gemeinsam Erstellung und Halten einer Präsentation</li> <li>Die Studierenden können in fachlich gemischten Teams gemeinsame Lösungen entwickeln und diese vor anderen vertreten.</li> <li>Sie sind in der Lage angemessenes Feedback zu geben und mit Rückmeldungen zu ihren eigenen Leistungen konstruktiv umzugehen.</li> <li>Die Studierenden bewerten selbständig Vor- und Nachteile von Präsentationsformen für bestimmte Aufgaben und sie wählen eigenverantwortlich die jeweils beste Lösung aus.</li> <li>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.</li> </ul>		
<i>Wissen</i>			
<i>Fertigkeiten</i>			
<b>Personale Kompetenzen</b>			
<i>Sozialkompetenz</i>			
<i>Selbstständigkeit</i>			
<b>Arbeitsaufwand in Stunden</b>	Eigenstudium 32, Präsenzstudium 28		
<b>Leistungspunkte</b>	2		
<b>Studienleistung</b>	Keine		
<b>Prüfung</b>	Referat		
<b>Prüfungsdauer und -umfang</b>	30 min		
<b>Zuordnung zu folgenden Curricula</b>	Elektrotechnik: Vertiefung Regelungs- und Energietechnik: Wahlpflicht Mechatronics: Vertiefung Intelligente Systeme und Robotik: 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: Technischer Ergänzungskurs: Wahlpflicht Theoretischer Maschinenbau: Kernqualifikation: Wahlpflicht		

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

<b>Modul M0838: Linear and Nonlinear System Identifikation</b>			
<b>Lehrveranstaltungen</b>			
<b>Titel</b>		<b>Typ</b>	
Lineare und Nichtlineare Systemidentifikation (L0660)		Vorlesung	SWS 2 LP 3
<b>Modulverantwortlicher</b>	Prof. Herbert Werner		
<b>Zulassungsvoraussetzungen</b>	None		
<b>Empfohlene Vorkenntnisse</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Classical control (frequency response, root locus)</li> <li>State space methods</li> <li>Discrete-time systems</li> <li>Linear algebra, singular value decomposition</li> <li>Basic knowledge about stochastic processes</li> </ul>		
<b>Modulziele/ angestrebte Lernergebnisse</b>	Nach erfolgreicher Teilnahme haben die Studierenden die folgenden Lernergebnisse erreicht		
<b>Fachkompetenz</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Students can explain the general framework of the prediction error method and its application to a variety of linear and nonlinear model structures</li> <li>They can explain how multilayer perceptron networks are used to model nonlinear dynamics</li> <li>They can explain how an approximate predictive control scheme can be based on neural network models</li> <li>They can explain the idea of subspace identification and its relation to Kalman realisation theory</li> </ul>		
<i>Wissen</i>			
<i>Fertigkeiten</i>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Students are capable of applying the prediction error method to the experimental identification of linear and nonlinear models for dynamic systems</li> <li>They are capable of implementing a nonlinear predictive control scheme based on a neural network model</li> <li>They are capable of applying subspace algorithms to the experimental identification of linear models for dynamic systems</li> <li>They can do the above using standard software tools (including the Matlab System Identification Toolbox)</li> </ul>		
<b>Personale Kompetenzen</b>			
<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.		
<b>Arbeitsaufwand in Stunden</b>	Eigenstudium 62, Präsenzstudium 28		
<b>Leistungspunkte</b>	3		
<b>Studienleistung</b>	Keine		
<b>Prüfung</b>	Mündliche Prüfung		
<b>Prüfungsdauer und -umfang</b>	30 min		
<b>Zuordnung zu folgenden Curricula</b>	Elektrotechnik: Vertiefung Regelungs- und Energietechnik: 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: Technischer Ergänzungskurs: Wahlpflicht Theoretischer Maschinenbau: Kernqualifikation: Wahlpflicht		

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

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

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

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

Modul M0840: Optimal and Robust Control			
<b>Lehrveranstaltungen</b>			
<b>Titel</b>	<b>Typ</b>	<b>SWS</b>	<b>LP</b>
Optimale und robuste Regelung (L0658)	Vorlesung	2	3
Optimale und robuste Regelung (L0659)	Gruppenübung	2	3
<b>Modulverantwortlicher</b>	Prof. Herbert Werner		
<b>Zulassungsvoraussetzungen</b>	None		
<b>Empfohlene Vorkenntnisse</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Classical control (frequency response, root locus)</li> <li>• State space methods</li> <li>• Linear algebra, singular value decomposition</li> </ul>		
<b>Modulziele/ angestrebte Lernergebnisse</b>	Nach erfolgreicher Teilnahme haben die Studierenden die folgenden Lernergebnisse erreicht		
<b>Fachkompetenz</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Students can explain the significance of the matrix Riccati equation for the solution of LQ problems.</li> <li>• They can explain the duality between optimal state feedback and optimal state estimation.</li> <li>• They can explain how the H2 and H-infinity norms are used to represent stability and performance constraints.</li> <li>• They can explain how an LQG design problem can be formulated as special case of an H2 design problem.</li> <li>• They can explain how model uncertainty can be represented in a way that lends itself to robust controller design</li> <li>• They can explain how - based on the small gain theorem - a robust controller can guarantee stability and performance for an uncertain plant.</li> <li>• They understand how analysis and synthesis conditions on feedback loops can be represented as linear matrix inequalities.</li> </ul>		
<i>Wissen</i>			
<i>Fertigkeiten</i>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Students are capable of designing and tuning LQG controllers for multivariable plant models.</li> <li>• 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.</li> <li>• 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.</li> <li>• They are capable of constructing an LFT uncertainty model for an uncertain system, and of designing a mixed-objective robust controller.</li> <li>• They are capable of formulating analysis and synthesis conditions as linear matrix inequalities (LMI), and of using standard LMI-solvers for solving them.</li> <li>• They can carry out all of the above using standard software tools (Matlab robust control toolbox).</li> </ul>		
<b>Personale Kompetenzen</b>			
<i>Sozialkompetenz</i>	Students can work in small 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.		
<b>Arbeitsaufwand in Stunden</b>	Eigenstudium 124, Präsenzstudium 56		
<b>Leistungspunkte</b>	6		
<b>Studienleistung</b>	Keine		
<b>Prüfung</b>	Mündliche Prüfung		
<b>Prüfungsdauer und -umfang</b>	30 min		
<b>Zuordnung zu folgenden Curricula</b>	Computer Science: Vertiefung Intelligence Engineering: Wahlpflicht Elektrotechnik: Vertiefung Regelungs- und Energietechnik: Wahlpflicht Energietechnik: Kernqualifikation: Wahlpflicht Flugzeug-Systemtechnik: Vertiefung Flugzeugsysteme: Wahlpflicht Informatik-Ingenieurwesen: Vertiefung Systemtechnik - Robotik: Wahlpflicht Mechatronik: 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: Technischer Ergänzungskurs: Wahlpflicht Theoretischer Maschinenbau: Kernqualifikation: Wahlpflicht		

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

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

Modul M0605: Numerische Strukturdynamik	
<b>Lehrveranstaltungen</b>	
<b>Titel</b>	<b>Typ</b> <b>SWS</b> <b>LP</b>
Numerische Strukturdynamik (L0282)	Vorlesung                      3                      4
Numerische Strukturdynamik (L0283)	Gruppenübung                      1                      2
<b>Modulverantwortlicher</b>	Prof. Alexander Düster
<b>Zulassungsvoraussetzungen</b>	Keine
<b>Empfohlene Vorkenntnisse</b>	Vorkenntnisse bzgl. partieller Differentialgleichungen sind empfehlenswert.
<b>Modulziele/ angestrebte Lernergebnisse</b>	Nach erfolgreicher Teilnahme haben die Studierenden die folgenden Lernergebnisse erreicht
<b>Fachkompetenz</b>	Studierende können
<i>Wissen</i>	+ einen Überblick über die Verfahren zur numerischen Lösung von strukturdynamischen Problemen geben. + den Einsatz von Finite-Elemente-Programmen zur Lösung von Problemen der Strukturdynamik erläutern. + mögliche Probleme strukturdynamischer Berechnungen aufzählen, im konkreten Fall erkennen und die entsprechenden mathematischen und mechanischen Hintergründe erläutern.
<i>Fertigkeiten</i>	Studierende sind in der Lage + strukturdynamische Probleme zu modellieren. + für Probleme der Strukturdynamik geeignete Lösungsverfahren auszuwählen. + Berechnungsverfahren zur Lösung von Problemen der Strukturdynamik anzuwenden. + Ergebnisse von numerischen Berechnungen zur Strukturdynamik zu verifizieren und kritisch zu beurteilen.
<b>Personale Kompetenzen</b>	
<i>Sozialkompetenz</i>	Studierende können + in heterogen zusammengesetzten Gruppen Aufgaben lösen und die Arbeitsergebnisse dokumentieren.
<i>Selbstständigkeit</i>	Studierende sind fähig + für die Lösung von komplexen Aufgaben eigenständig Wissen erwerben.
<b>Arbeitsaufwand in Stunden</b>	Eigenstudium 124, Präsenzstudium 56
<b>Leistungspunkte</b>	6
<b>Studienleistung</b>	Keine
<b>Prüfung</b>	Klausur
<b>Prüfungsdauer und -umfang</b>	2h
<b>Zuordnung zu folgenden Curricula</b>	Internationales Wirtschaftsingenieurwesen: Vertiefung II. Mechatronik: Wahlpflicht Materialwissenschaft: Vertiefung Modellierung: Wahlpflicht Mechatronik: Technischer Ergänzungskurs: Wahlpflicht Schiffbau und Meerestechnik: Kernqualifikation: Wahlpflicht Theoretischer Maschinenbau: Technischer Ergänzungskurs: Wahlpflicht Theoretischer Maschinenbau: Kernqualifikation: Wahlpflicht

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

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

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

Lehrveranstaltung L1873: Entwurfsoptimierung und Probabilistische Verfahren in der Strukturmechanik	
<b>Typ</b>	Vorlesung
<b>SWS</b>	2
<b>LP</b>	3
<b>Arbeitsaufwand in Stunden</b>	Eigenstudium 62, Präsenzstudium 28
<b>Dozenten</b>	Prof. Benedikt Kriegesmann
<b>Sprachen</b>	DE
<b>Zeitraum</b>	SoSe
<b>Inhalt</b>	<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"> <li>• Entwurfsoptimierung                         <ul style="list-style-type: none"> <li>◦ Gradientenbasierte Verfahren</li> <li>◦ Genetische Algorithmen</li> <li>◦ Optimierung unter Nebenbedingungen</li> <li>◦ Topologieoptimierung</li> </ul> </li> <li>• Zuverlässigkeitsanalyse                         <ul style="list-style-type: none"> <li>◦ Grundlagen der Stochastik</li> <li>◦ Monte-Carlo-Methoden</li> <li>◦ Semi-analytische Verfahren</li> </ul> </li> <li>• Robustheitsoptimierung Entwurfsoptimierung                         <ul style="list-style-type: none"> <li>◦ Robustheitsmaße</li> <li>◦ Verknüpfung von Entwurfsoptimierung Zuverlässigkeitsanalyse</li> </ul> </li> </ul>
<b>Literatur</b>	<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 &amp; Sons New York/Chichester, UK, 2000.</p>

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

Modul M0604: High-Order FEM				
<b>Lehrveranstaltungen</b>				
<b>Titel</b>	<b>Typ</b>	<b>SWS</b>	<b>LP</b>	
High-Order FEM (L0280)	Vorlesung	3	4	
High-Order FEM (L0281)	Hörsaalübung	1	2	
<b>Modulverantwortlicher</b>	Prof. Alexander Düster			
<b>Zulassungsvoraussetzungen</b>	None			
<b>Empfohlene Vorkenntnisse</b>	Knowledge of partial differential equations is recommended.			
<b>Modulziele/ angestrebte Lernergebnisse</b>	Nach erfolgreicher Teilnahme haben die Studierenden die folgenden Lernergebnisse erreicht			
<b>Fachkompetenz</b>				
<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.			
<b>Personale Kompetenzen</b>				
<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.			
<b>Arbeitsaufwand in Stunden</b>	Eigenstudium 124, Präsenzstudium 56			
<b>Leistungspunkte</b>	6			
<b>Studienleistung</b>	<b>Verpflichten</b>	<b>Bonus</b>	<b>Art der Studienleistung</b>	<b>Beschreibung</b>
	Nein	10 %	Referat	Forschendes Lernen
<b>Prüfung</b>	Klausur			
<b>Prüfungsdauer und -umfang</b>	120 min			
<b>Zuordnung zu folgenden Curricula</b>	Energietechnik: Kernqualifikation: Wahlpflicht Internationales Wirtschaftsingenieurwesen: Vertiefung II. Produktentwicklung und Produktion: Wahlpflicht Materialwissenschaft: Vertiefung Modellierung: Wahlpflicht Mechanical Engineering and Management: Vertiefung Produktentwicklung und Produktion: Wahlpflicht Mechatronics: Technischer Ergänzungskurs: Wahlpflicht Produktentwicklung, Werkstoffe und Produktion: Kernqualifikation: Wahlpflicht Schiffbau und Meerestechnik: Kernqualifikation: Wahlpflicht Theoretischer Maschinenbau: Technischer Ergänzungskurs: Wahlpflicht Theoretischer Maschinenbau: Kernqualifikation: Wahlpflicht			

Lehrveranstaltung L0280: High-Order FEM	
<b>Typ</b>	Vorlesung
<b>SWS</b>	3
<b>LP</b>	4
<b>Arbeitsaufwand in Stunden</b>	Eigenstudium 78, Präsenzstudium 42
<b>Dozenten</b>	Prof. Alexander Düster
<b>Sprachen</b>	EN
<b>Zeitraum</b>	SoSe
<b>Inhalt</b>	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
<b>Literatur</b>	[1] Alexander Düster, High-Order FEM, Lecture Notes, Technische Universität Hamburg-Harburg, 164 pages, 2014 [2] Barna Szabo, Ivo Babuska, Introduction to Finite Element Analysis – Formulation, Verification and Validation, John Wiley & Sons, 2011

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

<b>Modul M0603: Nichtlineare Strukturanalyse</b>			
<b>Lehrveranstaltungen</b>			
<b>Titel</b>	<b>Typ</b>	<b>SWS</b>	<b>LP</b>
Nichtlineare Strukturanalyse (L0277)	Vorlesung	3	4
Nichtlineare Strukturanalyse (L0279)	Gruppenübung	1	2
<b>Modulverantwortlicher</b>	Prof. Alexander Düster		
<b>Zulassungsvoraussetzungen</b>	Keine		
<b>Empfohlene Vorkenntnisse</b>	Vorkenntnisse bzgl. partieller Differentialgleichungen sind empfehlenswert.		
<b>Modulziele/ angestrebte Lernergebnisse</b>	Nach erfolgreicher Teilnahme haben die Studierenden die folgenden Lernergebnisse erreicht		
<b>Fachkompetenz</b>			
<i>Wissen</i>	Studierende können + einen Überblick über die verschiedenen nichtlinearen strukturmekanischen 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 strukturmekanische Probleme zu modellieren. + für gegebene nichtlineare strukturmekanische Probleme das geeignete Berechnungsverfahren auszuwählen. + Finite-Elemente-Verfahren auf nichtlineare strukturmekanische 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.		
<b>Personale Kompetenzen</b>			
<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.		
<b>Arbeitsaufwand in Stunden</b>	Eigenstudium 124, Präsenzstudium 56		
<b>Leistungspunkte</b>	6		
<b>Studienleistung</b>	Keine		
<b>Prüfung</b>	Klausur		
<b>Prüfungsdauer und -umfang</b>	120 min		
<b>Zuordnung zu folgenden Curricula</b>	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: Kernqualifikation: Wahlpflicht Theoretischer Maschinenbau: Technischer Ergänzungskurs: Wahlpflicht		

Lehrveranstaltung L0277: Nichtlineare Strukturanalyse	
<b>Typ</b>	Vorlesung
<b>SWS</b>	3
<b>LP</b>	4
<b>Arbeitsaufwand in Stunden</b>	Eigenstudium 78, Präsenzstudium 42
<b>Dozenten</b>	Prof. Alexander Düster
<b>Sprachen</b>	DE/EN
<b>Zeitraum</b>	WiSe
<b>Inhalt</b>	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
<b>Literatur</b>	[1] Alexander Düster, Nonlinear Structural Analysis, Lecture Notes, Technische Universität Hamburg-Harburg, 2014. [2] Peter Wriggers, Nonlinear Finite Element Methods, Springer 2008. [3] Peter Wriggers, Nichtlineare Finite-Elemente-Methoden, Springer 2001. [4] Javier Bonet and Richard D. Wood, Nonlinear Continuum Mechanics for Finite Element Analysis, Cambridge University Press, 2008.

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

<b>Modul M0832: Advanced Topics in Control</b>			
<b>Lehrveranstaltungen</b>			
<b>Titel</b>		<b>Typ</b>	
Ausgewählte Themen der Regelungstechnik (L0661)		Vorlesung	2
Ausgewählte Themen der Regelungstechnik (L0662)		Gruppenübung	3
<b>Modulverantwortlicher</b>	Prof. Herbert Werner		
<b>Zulassungsvoraussetzungen</b>	None		
<b>Empfohlene Vorkenntnisse</b>	H-infinity optimal control, mixed-sensitivity design, linear matrix inequalities		
<b>Modulziele/ angestrebte Lernergebnisse</b>	Nach erfolgreicher Teilnahme haben die Studierenden die folgenden Lernergebnisse erreicht		
<b>Fachkompetenz</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Students can explain the advantages and shortcomings of the classical gain scheduling approach</li> <li>• They can explain the representation of nonlinear systems in the form of quasi-LPV systems</li> <li>• They can explain how stability and performance conditions for LPV systems can be formulated as LMI conditions</li> <li>• They can explain how gridding techniques can be used to solve analysis and synthesis problems for LPV systems</li> <li>• 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</li> </ul>		
<i>Wissen</i>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Students can explain how graph theoretic concepts are used to represent the communication topology of multiagent systems</li> <li>• They can explain the convergence properties of first order consensus protocols</li> <li>• They can explain analysis and synthesis conditions for formation control loops involving either LTI or LPV agent models</li> </ul>		
<i>Fertigkeiten</i>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Students can explain the state space representation of spatially invariant distributed systems that are discretized according to an actuator/sensor array</li> <li>• They can explain (in outline) the extension of the bounded real lemma to such distributed systems and the associated synthesis conditions for distributed controllers</li> <li>• Students are capable of constructing LPV models of nonlinear plants and carry out a mixed-sensitivity design of gain-scheduled controllers; they can do this using polytopic, LFT or general LPV models</li> <li>• They are able to use standard software tools (Matlab robust control toolbox) for these tasks</li> </ul>		
<b>Personale Kompetenzen</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Students are able to design distributed formation controllers for groups of agents with either LTI or LPV dynamics, using Matlab tools provided</li> <li>• Students are able to design distributed controllers for spatially interconnected systems, using the Matlab MD-toolbox</li> </ul>		
<i>Sozialkompetenz</i>	Students can work in small groups and arrive at joint results.		
<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.		
<b>Arbeitsaufwand in Stunden</b>	Eigenstudium 124, Präsenzstudium 56		
<b>Leistungspunkte</b>	6		
<b>Studienleistung</b>	Keine		
<b>Prüfung</b>	Mündliche Prüfung		
<b>Prüfungsdauer und -umfang</b>	30 min		
<b>Zuordnung zu folgenden Curricula</b>	Computer Science: Vertiefung Intelligence Engineering: Wahlpflicht Elektrotechnik: Vertiefung Regelungs- und Energietechnik: Wahlpflicht Elektrotechnik: Vertiefung Regelungs- und Energietechnik: Wahlpflicht Flugzeug-Systemtechnik: Vertiefung Flugzeugsysteme: Wahlpflicht Flugzeug-Systemtechnik: Vertiefung Avionik und Eingebettete Systeme: Wahlpflicht Informatik-Ingenieurwesen: Vertiefung Systemtechnik - Robotik: Wahlpflicht Internationales Wirtschaftsingenieurwesen: Vertiefung II. Mechatronik: Wahlpflicht Mechatronics: Vertiefung Systementwurf: Wahlpflicht Mechatronics: Vertiefung Intelligente Systeme und Robotik: Wahlpflicht		

	Medizingenieurwesen: Vertiefung Implantate und Endoprothesen: Wahlpflicht Medizingenieurwesen: Vertiefung Medizin- und Regelungstechnik: Wahlpflicht Medizingenieurwesen: Vertiefung Management und Administration: Wahlpflicht Medizingenieurwesen: Vertiefung Künstliche Organe und Regenerative Medizin: Wahlpflicht Theoretischer Maschinenbau: Kernqualifikation: Wahlpflicht Theoretischer Maschinenbau: Technischer Ergänzungskurs: Wahlpflicht
--	---

Lehrveranstaltung L0661: Advanced Topics in Control	
<b>Typ</b>	Vorlesung
<b>SWS</b>	2
<b>LP</b>	3
<b>Arbeitsaufwand in Stunden</b>	Eigenstudium 62, Präsenzstudium 28
<b>Dozenten</b>	Prof. Herbert Werner
<b>Sprachen</b>	EN
<b>Zeitraum</b>	WiSe
<b>Inhalt</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Linear Parameter-Varying (LPV) Gain Scheduling                             <ul style="list-style-type: none"> <li>- Linearizing gain scheduling, hidden coupling</li> <li>- Jacobian linearization vs. quasi-LPV models</li> <li>- Stability and induced L2 norm of LPV systems</li> <li>- Synthesis of LPV controllers based on the two-sided projection lemma</li> <li>- Simplifications: controller synthesis for polytopic and LFT models</li> <li>- Experimental identification of LPV models</li> <li>- Controller synthesis based on input/output models</li> <li>- Applications: LPV torque vectoring for electric vehicles, LPV control of a robotic manipulator</li> </ul> </li> <li>• Control of Multi-Agent Systems                             <ul style="list-style-type: none"> <li>- Communication graphs</li> <li>- Spectral properties of the graph Laplacian</li> <li>- First and second order consensus protocols</li> <li>- Formation control, stability and performance</li> <li>- LPV models for agents subject to nonholonomic constraints</li> <li>- Application: formation control for a team of quadrotor helicopters</li> </ul> </li> <li>• Control of Spatially Interconnected Systems                             <ul style="list-style-type: none"> <li>- Multidimensional signals, l2 and L2 signal norm</li> <li>- Multidimensional systems in Roesser state space form</li> <li>- Extension of real-bounded lemma to spatially interconnected systems</li> <li>- LMI-based synthesis of distributed controllers</li> <li>- Spatial LPV control of spatially varying systems</li> <li>- Applications: control of temperature profiles, vibration damping for an actuated beam</li> </ul> </li> </ul>
<b>Literatur</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Werner, H., Lecture Notes "Advanced Topics in Control"</li> <li>• Selection of relevant research papers made available as pdf documents via StudIP</li> </ul>

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

Modul M1181: Studienarbeit Theoretischer Maschinenbau			
Lehrveranstaltungen			
Titel	Typ	SWS	LP
<b>Modulverantwortlicher</b>	Dozenten des SD M		
<b>Zulassungsvoraussetzungen</b>	Keine		
<b>Empfohlene Vorkenntnisse</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Finite-Elemente-Methoden</li> <li>• Theorie und Entwurf regelungstechnischer Systeme</li> <li>• Technische Dynamik</li> <li>• Numerik gewöhnlicher Differentialgleichungen</li> </ul>		
<b>Modulziele/ angestrebte Lernergebnisse</b>	Nach erfolgreicher Teilnahme haben die Studierenden die folgenden Lernergebnisse erreicht		
<b>Fachkompetenz</b>	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.		
<i>Wissen</i>	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.		
<i>Fertigkeiten</i>	Wissenschaftliche Arbeitstechniken, die sie zur eigenen Projektbearbeitung gewählt haben, können sie detailliert darlegen und kritisch erörtern.		
<b>Personale Kompetenzen</b>	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.		
<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.		
<i>Selbstständigkeit</i>	Die Studierenden sind fähig, die zur Bearbeitung der Projektarbeit notwendigen Arbeitsschritte und Abläufe selbstständig 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.		
<b>Arbeitsaufwand in Stunden</b>	Eigenstudium 360, Präsenzstudium 0		
<b>Leistungspunkte</b>	12		
<b>Studienleistung</b>	Keine		
<b>Prüfung</b>	Studienarbeit		
<b>Prüfungsdauer und -umfang</b>	laut FSPO		
<b>Zuordnung zu folgenden Curricula</b>	Theoretischer Maschinenbau: Kernqualifikation: Pflicht		

<b>Modul M1398: Ausgewählte Themen der Mehrkörperdynamik und Robotik</b>			
<b>Lehrveranstaltungen</b>			
<b>Titel</b>	<b>Typ</b>	<b>SWS</b>	<b>LP</b>
Formulas and Vehicles - Die Mathematik und Mechanik des autonomen Fahrens (L1981)	Projekt-/problembasierte Lehrveranstaltung	2	6
<b>Modulverantwortlicher</b>	Prof. Robert Seifried		
<b>Zulassungsvoraussetzungen</b>	Keine		
<b>Empfohlene Vorkenntnisse</b>	Mechanik IV, Technische Dynamik oder Robotik Theorie und Entwurf regelungstechnischer Systeme Numerik gewöhnlicher Differentialgleichungen		
<b>Modulziele/ angestrebte Lernergebnisse</b>	Nach erfolgreicher Teilnahme haben die Studierenden die folgenden Lernergebnisse erreicht		
<b>Fachkompetenz</b>	Studierenden besitzen nach erfolgreichem Besuch des Moduls weiterführende Kenntnis und Verständnis in ausgewählten Anwendungsbereichen der Mehrkörperdynamik und Robotik		
<i>Wissen</i>			
<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		
<b>Personale Kompetenzen</b>	Studierende können		
<i>Sozialkompetenz</i>	+ 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.		
<b>Arbeitsaufwand in Stunden</b>	Eigenstudium 152, Präsenzstudium 28		
<b>Leistungspunkte</b>	6		
<b>Studienleistung</b>	Keine		
<b>Prüfung</b>	Referat		
<b>Prüfungsdauer und -umfang</b>	TBA		
<b>Zuordnung zu folgenden Curricula</b>	Mechatronics: Vertiefung Intelligente Systeme und Robotik: Wahlpflicht Mechatronics: Vertiefung Systementwurf: Wahlpflicht Theoretischer Maschinenbau: Technischer Ergänzungskurs: Wahlpflicht Theoretischer Maschinenbau: Kernqualifikation: Wahlpflicht		

<b>Lehrveranstaltung L1981: Formulas and Vehicles - Die Mathematik und Mechanik des autonomen Fahrens</b>	
<b>Typ</b>	Projekt-/problembasierte Lehrveranstaltung Lehrveranstaltung
<b>SWS</b>	2
<b>LP</b>	6
<b>Arbeitsaufwand in Stunden</b>	Eigenstudium 152, Präsenzstudium 28
<b>Dozenten</b>	Prof. Robert Seifried
<b>Sprachen</b>	DE/EN
<b>Zeitraum</b>	WiSe
<b>Inhalt</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Interdisziplinär zwischen angewandter Mathematik (Systemtheorie) und Ingenieurwesen (Maschinenbau) angesiedelt</li> <li>• Bearbeitung von Fragestellungen des autonomen Fahrens in interdisziplinären Kleingruppen</li> <li>• Entwicklung theoretischer Regelungsverfahren sowie deren Implementation an Versuchsfahrzeugen</li> <li>• Einschließlich geisteswissenschaftlichem Bezug (durch externe Referenten bspw. zu Ethik und juristische Grundlagen des autonomen Fahrens)</li> </ul>
<b>Literatur</b>	Seifried, R.: Dynamics of underactuated multibody systems, Springer, 2014 Popp, K.; Schiehlen, W.: Ground vehicle dynamics, Springer, 2010

## 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			
<b>Lehrveranstaltungen</b>			
<b>Titel</b>	<b>Typ</b>	<b>SWS</b>	<b>LP</b>
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
<b>Modulverantwortlicher</b>	Prof. Michael Morlock		
<b>Zulassungsvoraussetzungen</b>	Keine		
<b>Empfohlene Vorkenntnisse</b>	Grundlegende Kenntnisse statistischen Vorgehens		
<b>Modulziele/ angestrebte Lernergebnisse</b>	Nach erfolgreicher Teilnahme haben die Studierenden die folgenden Lernergebnisse erreicht		
<b>Fachkompetenz</b>	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>Wissen</i>			
<i>Fertigkeiten</i>	Die Studenten können das verwendete Statistikprogramm zur Lösung von statistischen Fragestellungen einsetzen und die Ergebnisse fachgerecht darstellen und interpretieren.		
<b>Personale Kompetenzen</b>			
<i>Sozialkompetenz</i>	Gruppenarbeit, gemeinsam Ergebnisse präsentieren		
<i>Selbstständigkeit</i>	Fragestellung verstehen und selbständig lösen		
<b>Arbeitsaufwand in Stunden</b>	Eigenstudium 110, Präsenzstudium 70		
<b>Leistungspunkte</b>	6		
<b>Studienleistung</b>	<b>Verpflichtend</b>	<b>Bonus</b>	<b>Art der Studienleistung</b>
	Ja	Keiner	Schriftliche Ausarbeitung
<b>Prüfung</b>	Klausur		
<b>Prüfungsdauer und -umfang</b>	90 Minuten, 28 Fragen		
<b>Zuordnung zu folgenden Curricula</b>	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: Technischer Ergänzungskurs: Wahlpflicht Theoretischer Maschinenbau: Vertiefung Bio- und Medizintechnik: Wahlpflicht		

Lehrveranstaltung L1584: Angewandte Statistik für Ingenieure	
<b>Typ</b>	Vorlesung
<b>SWS</b>	2
<b>LP</b>	3
<b>Arbeitsaufwand in Stunden</b>	Eigenstudium 62, Präsenzstudium 28
<b>Dozenten</b>	Prof. Michael Morlock
<b>Sprachen</b>	DE/EN
<b>Zeitraum</b>	WiSe
<b>Inhalt</b>	<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"> <li>• Wahl des statistischen Verfahrens</li> <li>• Einfluss der Gruppengröße auf die Ergebnisse</li> <li>• Chi quadrat test</li> <li>• Regression und Korrelation mit einer unabhängigen Variablen</li> <li>• Regression und Korrelation mit mehreren unabhängigen Variablen</li> <li>• Varianzanalyse mit eine unabhängigen Variablen</li> <li>• Varianzanalyse mit mehreren unabhängigen Variablen</li> <li>• Diskriminantenanalyse</li> <li>• Analyse kategorischer Daten</li> <li>• Nichtparametrische Statistik</li> <li>• Überlebensanalysen</li> </ul>
<b>Literatur</b>	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	
<b>Typ</b>	Projekt-/problembasierte LehrveranstaltungLehrveranstaltung
<b>SWS</b>	2
<b>LP</b>	2
<b>Arbeitsaufwand in Stunden</b>	Eigenstudium 32, Präsenzstudium 28
<b>Dozenten</b>	Prof. Michael Morlock
<b>Sprachen</b>	DE/EN
<b>Zeitraum</b>	WiSe
<b>Inhalt</b>	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.
<b>Literatur</b>	Selbst zu finden

<b>Lehrveranstaltung L1585: Angewandte Statistik für Ingenieure</b>	
<b>Typ</b>	Gruppenübung
<b>SWS</b>	1
<b>LP</b>	1
<b>Arbeitsaufwand in Stunden</b>	Eigenstudium 16, Präsenzstudium 14
<b>Dozenten</b>	Prof. Michael Morlock
<b>Sprachen</b>	DE/EN
<b>Zeitraum</b>	WiSe
<b>Inhalt</b>	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.
<b>Literatur</b>	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			
<b>Lehrveranstaltungen</b>			
<b>Titel</b>	<b>Typ</b>	<b>SWS</b>	<b>LP</b>
Biomaterialien (L0593)	Vorlesung	2	3
<b>Modulverantwortlicher</b>	Prof. Michael Morlock		
<b>Zulassungsvoraussetzungen</b>	None		
<b>Empfohlene Vorkenntnisse</b>	Basic knowledge of orthopedic and surgical techniques is recommended.		
<b>Modulziele/ angestrebte Lernergebnisse</b>	Nach erfolgreicher Teilnahme haben die Studierenden die folgenden Lernergebnisse erreicht		
<b>Fachkompetenz</b>			
<i>Wissen</i>	The students can describe the materials of the human body and the materials being used in medical engineering, and their fields of use.		
<i>Fertigkeiten</i>	The students can explain the advantages and disadvantages of different kinds of biomaterials.		
<b>Personale Kompetenzen</b>			
<i>Sozialkompetenz</i>	The students are able to discuss issues related to materials being present or being used for replacements with student mates and the teachers.		
<i>Selbstständigkeit</i>	The students are able to acquire information on their own. They can also judge the information with respect to its credibility.		
<b>Arbeitsaufwand in Stunden</b>	Eigenstudium 62, Präsenzstudium 28		
<b>Leistungspunkte</b>	3		
<b>Studienleistung</b>	Keine		
<b>Prüfung</b>	Klausur		
<b>Prüfungsdauer und -umfang</b>	90 min		
<b>Zuordnung zu folgenden Curricula</b>	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: Technischer Ergänzungskurs: Wahlpflicht Theoretischer Maschinenbau: Vertiefung Bio- und Medizintechnik: Wahlpflicht		

Lehrveranstaltung L0593: Biomaterials	
<b>Typ</b>	Vorlesung
<b>SWS</b>	2
<b>LP</b>	3
<b>Arbeitsaufwand in Stunden</b>	Eigenstudium 62, Präsenzstudium 28
<b>Dozenten</b>	Prof. Michael Morlock
<b>Sprachen</b>	EN
<b>Zeitraum</b>	WiSe
<b>Inhalt</b>	<p>Topics to be covered include:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Introduction (Importance, nomenclature, relations)</li> <li>2. Biological materials                             <ol style="list-style-type: none"> <li>2.1 Basics (components, testing methods)</li> <li>2.2 Bone (composition, development, properties, influencing factors)</li> <li>2.3 Cartilage (composition, development, structure, properties, influencing factors)</li> <li>2.4 Fluids (blood, synovial fluid)</li> </ol> </li> <li>3. Biological structures                             <ol style="list-style-type: none"> <li>3.1 Menisci of the knee joint</li> <li>3.2 Intervertebral discs</li> <li>3.3 Teeth</li> <li>3.4 Ligaments</li> <li>3.5 Tendons</li> <li>3.6 Skin</li> <li>3.7 Nerves</li> <li>3.8 Muscles</li> </ol> </li> <li>4. Replacement materials                             <ol style="list-style-type: none"> <li>4.1 Basics (history, requirements, norms)</li> <li>4.2 Steel (alloys, properties, reaction of the body)</li> <li>4.3 Titan (alloys, properties, reaction of the body)</li> <li>4.4 Ceramics and glas (properties, reaction of the body)</li> <li>4.5 Plastics (properties of PMMA, HDPE, PET, reaction of the body)</li> <li>4.6 Natural replacement materials</li> </ol> </li> </ol> <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>
<b>Literatur</b>	<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>

<b>Modul M1302: Angewandte Humanoide Robotik</b>				
<b>Lehrveranstaltungen</b>				
<b>Titel</b>		<b>Typ</b>	<b>SWS</b>	<b>LP</b>
Angewandte Humanoide Robotik (L1794)		Projekt-/problembasierte Lehrveranstaltung	6	6
<b>Modulverantwortlicher</b>	Patrick Göttisch			
<b>Zulassungsvoraussetzungen</b>	Keine			
<b>Empfohlene Vorkenntnisse</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Objektorientierte Programmierung, Algorithmen und Datenstrukturen</li> <li>Grundlagen der Regelungstechnik</li> <li>Control systems theory and design</li> <li>Mechanik</li> </ul>			
<b>Modulziele/ angestrebte Lernergebnisse</b>	Nach erfolgreicher Teilnahme haben die Studierenden die folgenden Lernergebnisse erreicht			
<b>Fachkompetenz</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Die Studierenden können Eigenschaften der humanoiden Robotik nennen und erläutern.</li> <li>Die Studierenden können die grundlegenden Theorien, Zusammenhänge und Methoden der Vorwärts- &amp; Rückwärtskinematik von humanoiden Robotersystemen erklären.</li> <li>Die Studierenden können Regelkonzepte für verschiedene Aufgaben der Humanoiden Robotik anwenden.</li> </ul> <ul style="list-style-type: none"> <li>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.</li> <li>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.</li> <li>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.</li> </ul> <ul style="list-style-type: none"> <li>Die Studierenden können in fachlich gemischten Teams gemeinsame Lösungen entwickeln und diese vor anderen vertreten.</li> <li>Sie sind in der Lage angemessenes Feedback zu geben und mit Rückmeldungen zu ihren eigenen Leistungen konstruktiv umzugehen.</li> </ul> <ul style="list-style-type: none"> <li>Die Studierenden sind in der Lage, die notwendigen Informationen aus den angegebenen Literaturquellen zu beschaffen und in den Kontext der Lehrveranstaltung zu setzen.</li> <li>Sie können sich eigenständig Aufgaben definieren und geeignete Mittel zur Umsetzung einsetzen.</li> </ul>			
<i>Wissen</i>				
<i>Fertigkeiten</i>				
<b>Personale Kompetenzen</b>				
<i>Sozialkompetenz</i>				
<i>Selbstständigkeit</i>				
<b>Arbeitsaufwand in Stunden</b>	Eigenstudium 96, Präsenzstudium 84			
<b>Leistungspunkte</b>	6			
<b>Studienleistung</b>	Keine			
<b>Prüfung</b>	Schriftliche Ausarbeitung			
<b>Prüfungsdauer und -umfang</b>	5-10 Seiten			
<b>Zuordnung zu folgenden Curricula</b>	Computer Science: Vertiefung Intelligence Engineering: Wahlpflicht Informatik-Ingenieurwesen: Vertiefung Systemtechnik - Robotik: Wahlpflicht Mechatronics: Vertiefung Intelligente Systeme und Robotik: Wahlpflicht Theoretischer Maschinenbau: Vertiefung Bio- und Medizintechnik: Wahlpflicht Theoretischer Maschinenbau: Technischer Ergänzungskurs: Wahlpflicht			

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

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

Lehrveranstaltung L0819: Bildgebende Systeme in der Medizin	
<b>Typ</b>	Vorlesung
<b>SWS</b>	4
<b>LP</b>	6
<b>Arbeitsaufwand in Stunden</b>	Eigenstudium 124, Präsenzstudium 56
<b>Dozenten</b>	Dr. Michael Grass, Dr. Tim Nielsen, Dr. Sven Prevrhal, Frank Michael Weber
<b>Sprachen</b>	DE
<b>Zeitraum</b>	SoSe
<b>Inhalt</b>	<p>Im Rahmen der Vorlesung werden die physikalischen Grundlagen, die Grundlagen der Bildgebung und die Hauptapplikationsgebiete der Magnetresonanz Tomographie (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 Signalerzeugung 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"> <li>• Ultraschall: Physikalische Grundlagen, Aufbau und technische Realisierung eines Ultraschallsystems, Bildgebungsverfahren, Flußmessverfahren, medizinische Anwendungen.</li> <li>• Röntgen: Physikalische Grundlagen der Röntgenbildgebung, Aufbau von Röntgenröhren, Detektion von Röntgenstrahlung, Techniken der Bildaufnahme, Bildkontrast, Projektionsröntgen, Dosisquantifizierung.</li> <li>• Computer Tomographie (CT): Aufbau eines Computer-Tomographen, Datenakquisition, Bildrekonstruktion und Bildkontrast, ausgewählte medizinische Anwendungen.</li> <li>• Magnetresonanz Tomographie (MRT): Physikalische Grundlagen, Aufbau eines MR-Tomographen, Grundlagen der MR-Bildgebung, Relaxation und Bildkontrast, ausgewählte medizinische Anwendungen.</li> <li>• Nuklearmedizin: Kernphysikalische Grundlagen, Herstellung von Radionukleiden, Nuklearmedizinische Meßtechnik, Szintigraphie, Single Photon Emission Computer Tomographie (SPECT), Positronen Emissions Tomographie (PET), medizinische Anwendungen.</li> </ul>
<b>Literatur</b>	<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			
<b>Lehrveranstaltungen</b>			
<b>Titel</b>	<b>Typ</b>	<b>SWS</b>	<b>LP</b>
Gelenkersatz (L1306)	Vorlesung	2	3
<b>Modulverantwortlicher</b>	Prof. Michael Morlock		
<b>Zulassungsvoraussetzungen</b>	Keine		
<b>Empfohlene Vorkenntnisse</b>	Grundlegende Kenntnisse über orthopädische und chirurgische Verfahren.		
<b>Modulziele/ angestrebte Lernergebnisse</b>	Nach erfolgreicher Teilnahme haben die Studierenden die folgenden Lernergebnisse erreicht		
<b>Fachkompetenz</b>			
<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.		
<b>Personale Kompetenzen</b>			
<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.		
<b>Arbeitsaufwand in Stunden</b>	Eigenstudium 62, Präsenzstudium 28		
<b>Leistungspunkte</b>	3		
<b>Studienleistung</b>	Keine		
<b>Prüfung</b>	Klausur		
<b>Prüfungsdauer und -umfang</b>	90 min		
<b>Zuordnung zu folgenden Curricula</b>	Internationales Wirtschaftsingenieurwesen: Vertiefung II. Verfahrenstechnik und Biotechnologie: Wahlpflicht Materialwissenschaft: Vertiefung Nano- und Hybridmaterialien: Wahlpflicht Mediziningenieurwesen: Vertiefung Künstliche Organe und Regenerative Medizin: Wahlpflicht Mediziningenieurwesen: Vertiefung Implantate und Endoprothesen: Pflicht Mediziningenieurwesen: Vertiefung Medizin- und Regelungstechnik: Wahlpflicht Mediziningenieurwesen: Vertiefung Management und Administration: Wahlpflicht Theoretischer Maschinenbau: Technischer Ergänzungskurs: Wahlpflicht Theoretischer Maschinenbau: Vertiefung Bio- und Medizintechnik: Wahlpflicht		

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

<b>Modul M0630: Robotics and Navigation in Medicine</b>			
<b>Lehrveranstaltungen</b>			
<b>Titel</b>	<b>Typ</b>	<b>SWS</b>	<b>LP</b>
Robotik und Navigation in der Medizin (L0335)	Vorlesung	2	3
Robotik und Navigation in der Medizin (L0338)	Projektseminar	2	2
Robotik und Navigation in der Medizin (L0336)	Gruppenübung	1	1
<b>Modulverantwortlicher</b>	Prof. Alexander Schlaefer		
<b>Zulassungsvoraussetzungen</b>	None		
<b>Empfohlene Vorkenntnisse</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• principles of math (algebra, analysis/calculus)</li> <li>• principles of programming, e.g., in Java or C++</li> <li>• solid R or Matlab skills</li> </ul>		
<b>Modulziele/ angestrebte Lernergebnisse</b>	Nach erfolgreicher Teilnahme haben die Studierenden die folgenden Lernergebnisse erreicht		
<b>Fachkompetenz</b>	<p><i>Wissen</i></p> <p>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></p> <p>The students are able to design and evaluate navigation systems and robotic systems for medical applications.</p>		
<b>Personale Kompetenzen</b>	<p><i>Sozialkompetenz</i></p> <p>The students discuss the results of other groups, provide helpful feedback and can incorporate feedback into their work.</p> <p><i>Selbstständigkeit</i></p> <p>The students can reflect their knowledge and document the results of their work. They can present the results in an appropriate manner.</p>		
<b>Arbeitsaufwand in Stunden</b>	Eigenstudium 110, Präsenzstudium 70		
<b>Leistungspunkte</b>	6		
<b>Studienleistung</b>	<b>Verpflichtend</b>	<b>Bonus</b>	<b>Art der Studienleistung</b>
	Ja	10 %	Schriftliche Ausarbeitung
	Ja	10 %	Referat
<b>Prüfung</b>	Klausur		
<b>Prüfungsdauer und -umfang</b>	90 Minuten		
<b>Zuordnung zu folgenden Curricula</b>	Computer Science: Vertiefung Intelligence Engineering: Wahlpflicht Elektrotechnik: Vertiefung Medizintechnik: Wahlpflicht Informatik-Ingenieurwesen: Vertiefung Systemtechnik - Robotik: Wahlpflicht Internationales Wirtschaftsingenieurwesen: Vertiefung II. Elektrotechnik: 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: Technischer Ergänzungskurs: Wahlpflicht Theoretischer Maschinenbau: Vertiefung Bio- und Medizintechnik: Wahlpflicht		

Lehrveranstaltung L0335: Robotics and Navigation in Medicine	
<b>Typ</b>	Vorlesung
<b>SWS</b>	2
<b>LP</b>	3
<b>Arbeitsaufwand in Stunden</b>	Eigenstudium 62, Präsenzstudium 28
<b>Dozenten</b>	Prof. Alexander Schlaefer
<b>Sprachen</b>	EN
<b>Zeitraum</b>	SoSe
<b>Inhalt</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- kinematics</li> <li>- calibration</li> <li>- tracking systems</li> <li>- navigation and image guidance</li> <li>- motion compensation</li> </ul> The seminar extends and complements the contents of the lecture with respect to recent research results.
<b>Literatur</b>	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	
<b>Typ</b>	Projektseminar
<b>SWS</b>	2
<b>LP</b>	2
<b>Arbeitsaufwand in Stunden</b>	Eigenstudium 32, Präsenzstudium 28
<b>Dozenten</b>	Prof. Alexander Schlaefer
<b>Sprachen</b>	EN
<b>Zeitraum</b>	SoSe
<b>Inhalt</b>	Siehe korrespondierende Vorlesung
<b>Literatur</b>	Siehe korrespondierende Vorlesung

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

Modul M0548: Bioelektromagnetik: Prinzipien und Anwendungen			
<b>Lehrveranstaltungen</b>			
<b>Titel</b>	<b>Typ</b>	<b>SWS</b>	<b>LP</b>
Bioelektromagnetik: Prinzipien und Anwendungen (L0371)	Vorlesung	3	5
Bioelektromagnetik: Prinzipien und Anwendungen (L0373)	Gruppenübung	2	1
<b>Modulverantwortlicher</b>	Prof. Christian Schuster		
<b>Zulassungsvoraussetzungen</b>	Keine		
<b>Empfohlene Vorkenntnisse</b>	Grundlagen der Physik		
<b>Modulziele/ angestrebte Lernergebnisse</b>	Nach erfolgreicher Teilnahme haben die Studierenden die folgenden Lernergebnisse erreicht		
<b>Fachkompetenz</b>	<p><i>Wissen</i></p> <p>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></p> <p>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>		
<b>Personale Kompetenzen</b>	<p><i>Sozialkompetenz</i></p> <p>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></p> <p>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>		
<b>Arbeitsaufwand in Stunden</b>	Eigenstudium 110, Präsenzstudium 70		
<b>Leistungspunkte</b>	6		
<b>Studienleistung</b>	<b>Verpflichten</b>	<b>Bonus</b>	<b>Art der Studienleistung</b>
	Ja	10 %	Referat
<b>Prüfung</b>	Mündliche Prüfung		
<b>Prüfungsdauer und -umfang</b>	45 min		
<b>Zuordnung zu folgenden Curricula</b>	Elektrotechnik: Vertiefung HF-Technik, Optik und Elektromagnetische Verträglichkeit: Wahlpflicht Elektrotechnik: Vertiefung Medizintechnik: Wahlpflicht Internationales Wirtschaftsingenieurwesen: Vertiefung II. Elektrotechnik: 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: Technischer Ergänzungskurs: Wahlpflicht Theoretischer Maschinenbau: Vertiefung Bio- und Medizintechnik: Wahlpflicht		

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

Lehrveranstaltung L0373: Bioelektromagnetik: Prinzipien und Anwendungen	
<b>Typ</b>	Gruppenübung
<b>SWS</b>	2
<b>LP</b>	1
<b>Arbeitsaufwand in Stunden</b>	Eigenstudium 2, Präsenzstudium 28
<b>Dozenten</b>	Prof. Christian Schuster
<b>Sprachen</b>	DE/EN
<b>Zeitraum</b>	SoSe
<b>Inhalt</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Grundlegende Eigenschaften elektromagnetischer Felder (Phänomene)</li> <li>- Mathematische Beschreibung elektromagnetischer Felder (Maxwell-Gleichungen)</li> <li>- Elektromagnetische Eigenschaften biologischer Materie</li> <li>- Prinzipien der Energieabsorption in biologischer Materie, Dosimetrie</li> <li>- Numerische Methoden zur Berechnung elektromagnetischer Felder (v.a. FDTD)</li> <li>- Messtechnische Methoden zur Bestimmung elektromagnetischer Felder</li> <li>- Verhalten elektromagnetischer Felder niedriger Frequenz in biologischer Materie</li> <li>- Verhalten elektromagnetischer Felder mittlerer Frequenz in biologischer Materie</li> <li>- Verhalten elektromagnetischer Felder hoher Frequenz in biologischer Materie</li> <li>- Verhalten elektromagnetischer Felder sehr hoher Frequenz in biologischer Materie</li> <li>- Diagnostische Anwendungen elektromagnetischer Felder in der Medizin</li> <li>- Therapeutische Anwendungen elektromagnetischer Felder in der Medizin</li> <li>- Der menschliche Körper als Generator elektromagnetischer Felder</li> </ul>
<b>Literatur</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- C. Furse, D. Christensen, C. Durney, "Basic Introduction to Bioelectromagnetics", CRC (2009)</li> <li>- A. Vorst, A. Rosen, Y. Kotsuka, "RF/Microwave Interaction with Biological Tissues", Wiley (2006)</li> <li>- S. Grimnes, O. Martinsen, "Bioelectricity and Bioimpedance Basics", Academic Press (2008)</li> <li>- F. Barnes, B. Greenebaum, "Bioengineering and Biophysical Aspects of Electromagnetic Fields", CRC (2006)</li> </ul>

Modul M1182: Technischer Ergänzungskurs für TMBMS (laut FSPO)			
<b>Lehrveranstaltungen</b>			
<b>Titel</b>		<b>Typ</b>	<b>SWS</b> <b>LP</b>
<b>Modulverantwortlicher</b>	Prof. Robert Seifried		
<b>Zulassungsvoraussetzungen</b>	Keine		
<b>Empfohlene Vorkenntnisse</b>	Siehe gewähltes Modul laut FSPO		
<b>Modulziele/ angestrebte Lernergebnisse</b>	Nach erfolgreicher Teilnahme haben die Studierenden die folgenden Lernergebnisse erreicht		
<b>Fachkompetenz</b>			
<i>Wissen</i>	Siehe gewähltes Modul laut FSPO		
<i>Fertigkeiten</i>	Siehe gewähltes Modul laut FSPO		
<b>Personale Kompetenzen</b>			
<i>Sozialkompetenz</i>	Siehe gewähltes Modul laut FSPO		
<i>Selbstständigkeit</i>	Siehe gewähltes Modul laut FSPO		
<b>Arbeitsaufwand in Stunden</b>	Abhängig von der Wahl der Lehrveranstaltungen		
<b>Leistungspunkte</b>	6		
<b>Zuordnung zu folgenden Curricula</b>	Theoretischer Maschinenbau: Vertiefung Produktentwicklung und Produktion: Wahlpflicht Theoretischer Maschinenbau: Vertiefung Flugzeug-Systemtechnik: Wahlpflicht Theoretischer Maschinenbau: Vertiefung Werkstofftechnik: Wahlpflicht Theoretischer Maschinenbau: Vertiefung Maritime Technik: Wahlpflicht Theoretischer Maschinenbau: Vertiefung Energietechnik: Wahlpflicht Theoretischer Maschinenbau: Vertiefung Numerik und Informatik: Wahlpflicht Theoretischer Maschinenbau: Vertiefung Bio- und Medizintechnik: Wahlpflicht		

Modul M1249: Numerische Verfahren in der medizinischen Bildgebung			
<b>Lehrveranstaltungen</b>			
<b>Titel</b>	<b>Typ</b>	<b>SWS</b>	<b>LP</b>
Numerische Verfahren in der medizinischen Bildgebung (L1694)	Vorlesung	2	3
Numerische Verfahren in der medizinischen Bildgebung (L1695)	Gruppenübung	2	3
<b>Modulverantwortlicher</b>	Prof. Tobias Knopp		
<b>Zulassungsvoraussetzungen</b>	Keine		
<b>Empfohlene Vorkenntnisse</b>	Grundkenntnisse in Linear Algebra, insbesondere im Lösen von Gleichungssystemen		
<b>Modulziele/ angestrebte Lernergebnisse</b>	Nach erfolgreicher Teilnahme haben die Studierenden die folgenden Lernergebnisse erreicht		
<b>Fachkompetenz</b>	Nach erfolgreichem Abschluss des Moduls sind die Studierenden in der Lage, für verschiedene tomographische Bildgebungsmodalitäten Rekonstruktionsverfahren zu beschreiben. Insbesondere können die in der Computertomographie verwendeten Methoden, wie die gefilterte Rückprojektion, erläutert werden. Die Studierenden sind in der Lage die inversen Probleme hinter den verschiedenen Bildgebungsverfahren zu formulieren und Lösungsansätze zu beschreiben.		
<b>Fertigkeiten</b>	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.		
<b>Personale Kompetenzen</b>	<i>Sozialkompetenz</i> <i>Selbstständigkeit</i>		
<b>Arbeitsaufwand in Stunden</b>	Eigenstudium 124, Präsenzstudium 56		
<b>Leistungspunkte</b>	6		
<b>Studienleistung</b>	Keine		
<b>Prüfung</b>	Klausur		
<b>Prüfungsdauer und -umfang</b>	90 min		
<b>Zuordnung zu folgenden Curricula</b>	Computer Science: Vertiefung Intelligence Engineering: Wahlpflicht Elektrotechnik: Vertiefung Modellierung und Simulation: Wahlpflicht Elektrotechnik: Vertiefung Medizintechnik: Wahlpflicht Elektrotechnik: Vertiefung Medizintechnik: Wahlpflicht Informatik-Ingenieurwesen: Vertiefung Systemtechnik - Robotik: Wahlpflicht Theoretischer Maschinenbau: Vertiefung Bio- und Medizintechnik: Wahlpflicht Theoretischer Maschinenbau: Technischer Ergänzungskurs: Wahlpflicht		

Lehrveranstaltung L1694: Numerische Verfahren in der medizinischen Bildgebung	
<b>Typ</b>	Vorlesung
<b>SWS</b>	2
<b>LP</b>	3
<b>Arbeitsaufwand in Stunden</b>	Eigenstudium 62, Präsenzstudium 28
<b>Dozenten</b>	Prof. Tobias Knopp
<b>Sprachen</b>	DE
<b>Zeitraum</b>	WiSe
<b>Inhalt</b>	In der Vorlesung werden numerische Verfahren in der medizinischen Bildgebung vorgestellt. Dies beinhaltet sowohl die physikalischen Grundprinzipien der tomographischen Verfahren als auch Algorithmen für die Bildrekonstruktion. Neben Radonbasierten Verfahren wie die Computertomographie werden magnetische Verfahren wie die Magnetresonanztomographie und das Magnetic-Particle-Imaging behandelt.
<b>Literatur</b>	<b>Bildgebende Verfahren in der Medizin</b> ; O. Dössel; Springer, Berlin, 2000 <b>Bildgebende Systeme für die medizinische Diagnostik</b> ; H. Morneburg (Hrsg.); Publicis MCD, München, 1995 <b>Introduction to the Mathematics of Medical Imaging</b> ; C. L. Epstein; Siam, Philadelphia, 2008 <b>Medical Image Processing, Reconstruction and Restoration</b> ; J. Jan; Taylor and Francis, Boca Raton, 2006 <b>Principles of Magnetic Resonance Imaging</b> ; Z.-P. Liang and P. C. Lauterbur; IEEE Press, New York, 1999

<b>Lehrveranstaltung L1695: Numerische Verfahren in der medizinischen Bildgebung</b>	
<b>Typ</b>	Gruppenübung
<b>SWS</b>	2
<b>LP</b>	3
<b>Arbeitsaufwand in Stunden</b>	Eigenstudium 62, Präsenzstudium 28
<b>Dozenten</b>	Prof. Tobias Knopp
<b>Sprachen</b>	DE
<b>Zeitraum</b>	WiSe
<b>Inhalt</b>	Siehe korrespondierende Vorlesung
<b>Literatur</b>	Siehe korrespondierende Vorlesung

Modul M0921: Electronic Circuits for Medical Applications			
<b>Lehrveranstaltungen</b>			
<b>Titel</b>	<b>Typ</b>	<b>SWS</b>	<b>LP</b>
Medizinelektronik (L0696)	Vorlesung	2	3
Medizinelektronik (L1056)	Gruppenübung	1	2
Medizinelektronik (L1408)	Laborpraktikum	1	1
<b>Modulverantwortlicher</b>	Prof. Matthias Kuhl		
<b>Zulassungsvoraussetzungen</b>	None		
<b>Empfohlene Vorkenntnisse</b>	Fundamentals of electrical engineering		
<b>Modulziele/ angestrebte Lernergebnisse</b>	Nach erfolgreicher Teilnahme haben die Studierenden die folgenden Lernergebnisse erreicht		
<b>Fachkompetenz</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Students can explain the basic functionality of the information transfer by the central nervous system</li> <li>Students are able to explain the build-up of an action potential and its propagation along an axon</li> <li>Students can exemplify the communication between neurons and electronic devices</li> <li>Students can describe the special features of low-noise amplifiers for medical applications</li> <li>Students can explain the functions of prostheses, e. g. an artificial hand</li> <li>Students are able to discuss the potential and limitations of cochlea implants and artificial eyes</li> </ul>		
<i>Wissen</i>			
<i>Fertigkeiten</i>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Students can calculate the time dependent voltage behavior of an action potential</li> <li>Students can give scenarios for further improvement of low-noise and low-power signal acquisition.</li> <li>Students can develop the block diagrams of prosthetic systems</li> <li>Students can define the building blocks of electronic systems for an artificial eye.</li> </ul>		
<b>Personale Kompetenzen</b>			
<i>Sozialkompetenz</i>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Students are trained to solve problems in the field of medical electronics in teams together with experts with different professional background.</li> <li>Students are able to recognize their specific limitations, so that they can ask for assistance to the right time.</li> <li>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</li> </ul>		
<i>Selbstständigkeit</i>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Students are able to realistically judge the status of their knowledge and to define actions for improvements when necessary.</li> <li>Students can break down their work in appropriate work packages and schedule their work in a realistic way.</li> <li>Students can handle the complex data structures of bioelectrical experiments without needing support.</li> <li>Students are able to act in a responsible manner in all cases and situations of experimental work.</li> </ul>		
<b>Arbeitsaufwand in Stunden</b>	Eigenstudium 124, Präsenzstudium 56		
<b>Leistungspunkte</b>	6		
<b>Studienleistung</b>	<b>Verpflichtend</b>	<b>Bonus</b>	<b>Art der Studienleistung</b>
	Nein	Keiner	Fachtheoretisch-fachpraktische Studienleistung
	Nein	20 %	Übungsaufgaben
<b>Prüfung</b>	Mündliche Prüfung		
<b>Prüfungsdauer und -umfang</b>	40 min		
<b>Zuordnung zu folgenden Curricula</b>	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 Theoretischer Maschinenbau: Technischer Ergänzungskurs: Wahlpflicht		

Lehrveranstaltung L0696: Electronic Circuits for Medical Applications	
<b>Typ</b>	Vorlesung
<b>SWS</b>	2
<b>LP</b>	3
<b>Arbeitsaufwand in Stunden</b>	Eigenstudium 62, Präsenzstudium 28
<b>Dozenten</b>	Prof. Matthias Kuhl
<b>Sprachen</b>	EN
<b>Zeitraum</b>	WiSe
<b>Inhalt</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Market for medical instruments</li> <li>• Membrane potential, action potential, sodium-potassium pump</li> <li>• Information transfer by the central nervous system</li> <li>• Interface tissue - electrode</li> <li>• Amplifiers for medical applications, analog-digital converters</li> <li>• Examples for electronic implants</li> <li>• Artificial eye, cochlea implant</li> </ul>
<b>Literatur</b>	<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:  <a href="http://www.sinnesphysiologie.de/gruvo03/gruvoin.htm">http://www.sinnesphysiologie.de/gruvo03/gruvoin.htm</a></p> <p>Internet: <a href="http://butler.cc.tut.fi/~malmivuo/bem/bembook/">http://butler.cc.tut.fi/~malmivuo/bem/bembook/</a></p>

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

Lehrveranstaltung L1408: Electronic Circuits for Medical Applications	
<b>Typ</b>	Laborpraktikum
<b>SWS</b>	1
<b>LP</b>	1
<b>Arbeitsaufwand in Stunden</b>	Eigenstudium 16, Präsenzstudium 14
<b>Dozenten</b>	Prof. Matthias Kuhl
<b>Sprachen</b>	EN
<b>Zeitraum</b>	WiSe
<b>Inhalt</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Market for medical instruments</li> <li>• Membrane potential, action potential, sodium-potassium pump</li> <li>• Information transfer by the central nervous system</li> <li>• Interface tissue - electrode</li> <li>• Amplifiers for medical applications, analog-digital converters</li> <li>• Examples for electronic implants</li> <li>• Artificial eye, cochlea implant</li> </ul>
<b>Literatur</b>	<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:  <a href="http://www.sinnesphysiologie.de/gruvo03/gruvoin.htm">http://www.sinnesphysiologie.de/gruvo03/gruvoin.htm</a></p> <p>Internet: <a href="http://butler.cc.tut.fi/~malmivuo/bem/bembook/">http://butler.cc.tut.fi/~malmivuo/bem/bembook/</a></p>

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

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

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

<b>Modul M0623: Intelligent Systems in Medicine</b>			
<b>Lehrveranstaltungen</b>			
<b>Titel</b>	<b>Typ</b>	<b>SWS</b>	<b>LP</b>
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
<b>Modulverantwortlicher</b>	Prof. Alexander Schlaefer		
<b>Zulassungsvoraussetzungen</b>	None		
<b>Empfohlene Vorkenntnisse</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>principles of math (algebra, analysis/calculus)</li> <li>principles of stochastics</li> <li>principles of programming, Java/C++ and R/Matlab</li> <li>advanced programming skills</li> </ul>		
<b>Modulziele/ angestrebte Lernergebnisse</b>	Nach erfolgreicher Teilnahme haben die Studierenden die folgenden Lernergebnisse erreicht		
<b>Fachkompetenz</b>	<p>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>		
<i>Wissen</i>			
<i>Fertigkeiten</i>	<p>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>		
<b>Personale Kompetenzen</b>			
<i>Sozialkompetenz</i>	<p>The students discuss the results of other groups, provide helpful feedback and can incorporate feedback into their work.</p>		
<i>Selbstständigkeit</i>	<p>The students can reflect their knowledge and document the results of their work. They can present the results in an appropriate manner.</p>		
<b>Arbeitsaufwand in Stunden</b>	Eigenstudium 110, Präsenzstudium 70		
<b>Leistungspunkte</b>	6		
<b>Studienleistung</b>	<b>Verpflichtend</b>	<b>Bonus</b>	<b>Art der Studienleistung</b>
	Ja	10 %	Schriftliche Ausarbeitung
	Ja	10 %	Referat
<b>Prüfung</b>	Klausur		
<b>Prüfungsdauer und -umfang</b>	90 Minuten		
<b>Zuordnung zu folgenden Curricula</b>	Computer Science: Vertiefung Intelligence Engineering: Wahlpflicht Elektrotechnik: Vertiefung Medizintechnik: Wahlpflicht Informatik-Ingenieurwesen: Vertiefung Systemtechnik - Robotik: Wahlpflicht Mechatronics: Vertiefung Intelligente Systeme und Robotik: 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: Technischer Ergänzungskurs: Wahlpflicht Theoretischer Maschinenbau: Vertiefung Bio- und Medizintechnik: Wahlpflicht		

Lehrveranstaltung L0331: Intelligent Systems in Medicine	
<b>Typ</b>	Vorlesung
<b>SWS</b>	2
<b>LP</b>	3
<b>Arbeitsaufwand in Stunden</b>	Eigenstudium 62, Präsenzstudium 28
<b>Dozenten</b>	Prof. Alexander Schlaefer
<b>Sprachen</b>	EN
<b>Zeitraum</b>	WiSe
<b>Inhalt</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- methods for search, optimization, planning, classification, regression and prediction in a clinical context</li> <li>- representation of medical knowledge</li> <li>- understanding challenges due to clinical and patient related data and data acquisition</li> </ul> The students will work in groups to apply the methods introduced during the lecture using problem based learning.
<b>Literatur</b>	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	
<b>Typ</b>	Projektseminar
<b>SWS</b>	2
<b>LP</b>	2
<b>Arbeitsaufwand in Stunden</b>	Eigenstudium 32, Präsenzstudium 28
<b>Dozenten</b>	Prof. Alexander Schlaefer
<b>Sprachen</b>	EN
<b>Zeitraum</b>	WiSe
<b>Inhalt</b>	Siehe korrespondierende Vorlesung
<b>Literatur</b>	Siehe korrespondierende Vorlesung

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

<b>Modul M0742: Wärmetechnik</b>	
<b>Lehrveranstaltungen</b>	
<b>Titel</b>	<b>Typ</b> <b>SWS</b> <b>LP</b>
Wärmetechnik (L0023)	Vorlesung 3 5
Wärmetechnik (L0024)	Hörsaalübung 1 1
<b>Modulverantwortlicher</b>	Prof. Gerhard Schmitz
<b>Zulassungsvoraussetzungen</b>	Keine
<b>Empfohlene Vorkenntnisse</b>	Technische Thermodynamik I, II, Strömungsmechanik, Wärmeübertragung
<b>Modulziele/ angestrebte Lernergebnisse</b>	Nach erfolgreicher Teilnahme haben die Studierenden die folgenden Lernergebnisse erreicht
<b>Fachkompetenz</b>	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 Beheizungssysteme 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 Kleinf Feuerungen und wissen, wie Abgase gefahrlos abgeführt werden. Darüber hinaus sind sie mit objektorientierten Modellierungsarten von thermodynamischen Systemen vertraut.
<i>Wissen</i>	
<b>Fertigkeiten</b>	Studierende sind in der Lage, den Wärmebedarf für unterschiedliche Beheizungsaufgaben zu ermitteln und die entsprechenden Komponenten eines Heizungssystems auszulegen. Sie können eine Rohrnetzberechnung 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.
<i>Fertigkeiten</i>	
<b>Personale Kompetenzen</b>	
<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.
<b>Arbeitsaufwand in Stunden</b>	Eigenstudium 124, Präsenzstudium 56
<b>Leistungspunkte</b>	6
<b>Studienleistung</b>	Keine
<b>Prüfung</b>	Klausur
<b>Prüfungsdauer und -umfang</b>	60 min
<b>Zuordnung zu folgenden Curricula</b>	Bioverfahrenstechnik: Vertiefung A - Allgemeine Bioverfahrenstechnik: Wahlpflicht Energie- und Umwelttechnik: Vertiefung Energietechnik: 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 Theoretischer Maschinenbau: Technischer Ergänzungskurs: Wahlpflicht Verfahrenstechnik: Vertiefung Allgemeine Verfahrenstechnik: Wahlpflicht

Lehrveranstaltung L0023: Wärmetechnik	
<b>Typ</b>	Vorlesung
<b>SWS</b>	3
<b>LP</b>	5
<b>Arbeitsaufwand in Stunden</b>	Eigenstudium 108, Präsenzstudium 42
<b>Dozenten</b>	Prof. Gerhard Schmitz
<b>Sprachen</b>	DE
<b>Zeitraum</b>	WiSe
<b>Inhalt</b>	1. Einleitung 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 Wassdampfdiffusion 3. Heizungssysteme 3.1. Warmwasserheizungen 3.2 Anlagen zur Warmwasserbereitung 3.3 Rohrnetzberechnung 3.4 Wärmerezeuger 3.5 Warmluftheizungen 3.6 Strahlungsheizungen 4. Wärme- und Wärmebehandlungssysteme 4.1 Industrieöfen 4.2 Schmelzanlagen 4.3 Trocknungsanlagen 4.4 Schadstoffemissionen 4.5 Schornsteinberechnungsverfahren 4.6 Energiemesssysteme 5. Verordnung und Normen 5.1 Gebäude 5.2 Industrielle und gewerbliche Anlagen
<b>Literatur</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Schmitz, G.: Klimaanlageanlagen, Skript zur Vorlesung</li> <li>• VDI Wärmeatlas, 11. Auflage, Springer Verlag, Düsseldorf 2013</li> <li>• Herwig, H.; Moschallski, A.: Wärmeübertragung, Vieweg+Teubner Verlag, Wiesbaden 2009</li> <li>• Recknagel, H.; Sprenger, E.; Schrammek, E.-R.: Taschenbuch für Heizung- und Klimatechnik 2013/2014, 76. Auflage, Deutscher Industrieverlag, 2013</li> </ul>

Lehrveranstaltung L0024: Wärmetechnik	
<b>Typ</b>	Hörsaalübung
<b>SWS</b>	1
<b>LP</b>	1
<b>Arbeitsaufwand in Stunden</b>	Eigenstudium 16, Präsenzstudium 14
<b>Dozenten</b>	Prof. Gerhard Schmitz
<b>Sprachen</b>	DE
<b>Zeitraum</b>	WiSe
<b>Inhalt</b>	Siehe korrespondierende Vorlesung
<b>Literatur</b>	Siehe korrespondierende Vorlesung

Modul M1235: Elektrische Energiesysteme I			
<b>Lehrveranstaltungen</b>			
<b>Titel</b>	<b>Typ</b>	<b>SWS</b>	<b>LP</b>
Elektrische Energiesysteme I (L1670)	Vorlesung	3	4
Elektrische Energiesysteme I (L1671)	Hörsaalübung	2	2
<b>Modulverantwortlicher</b>	Prof. Christian Becker		
<b>Zulassungsvoraussetzungen</b>	Keine		
<b>Empfohlene Vorkenntnisse</b>	Grundlagen der Elektrotechnik		
<b>Modulziele/ angestrebte Lernergebnisse</b>	Nach erfolgreicher Teilnahme haben die Studierenden die folgenden Lernergebnisse erreicht		
<b>Fachkompetenz</b>	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.		
<b>Personale Kompetenzen</b>	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.		
<b>Arbeitsaufwand in Stunden</b>	Eigenstudium 110, Präsenzstudium 70		
<b>Leistungspunkte</b>	6		
<b>Studienleistung</b>	Keine		
<b>Prüfung</b>	Klausur		
<b>Prüfungsdauer und -umfang</b>	90 - 150 Minuten		
<b>Zuordnung zu folgenden Curricula</b>	Allgemeine Ingenieurwissenschaften (7 Semester): Vertiefung Elektrotechnik: Wahlpflicht Elektrotechnik: Kernqualifikation: Wahlpflicht Energie- und Umwelttechnik: Vertiefung Energietechnik: Wahlpflicht Energietechnik: Vertiefung Energiesysteme: Wahlpflicht General Engineering Science (7 Semester): Vertiefung Elektrotechnik: Wahlpflicht Informatik-Ingenieurwesen: Vertiefung Ingenieurwissenschaften: Wahlpflicht Informatik-Ingenieurwesen (Weiterentwicklung): Vertiefung Mathematik & Ingenieurwissenschaften: Wahlpflicht Regenerative Energien: Kernqualifikation: Pflicht Theoretischer Maschinenbau: Technischer Ergänzungskurs: Wahlpflicht Theoretischer Maschinenbau: Vertiefung Energietechnik: Wahlpflicht		

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

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

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

<b>Zuordnung zu folgenden Curricula</b>	Internationales Wirtschaftsingenieurwesen: Vertiefung II. Energie- und Umwelttechnik: Wahlpflicht Theoretischer Maschinenbau: Vertiefung Energietechnik: Wahlpflicht Theoretischer Maschinenbau: Technischer Ergänzungskurs: Wahlpflicht
---	--

**Lehrveranstaltung L1286: Dampfturbinen in Energie, Umwelt- und Antriebstechnik**

<b>Typ</b>	Vorlesung
<b>SWS</b>	3
<b>LP</b>	5
<b>Arbeitsaufwand in Stunden</b>	Eigenstudium 108, Präsenzstudium 42
<b>Dozenten</b>	Dr. Christian Scharfetter
<b>Sprachen</b>	DE
<b>Zeitraum</b>	WiSe

<b>Inhalt</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Einführung</li> <li>• Bauelemente einer Dampfturbine</li> <li>• Energieumsetzung in einer Dampfturbine</li> <li>• Dampfturbinen-Bauarten</li> <li>• Verhalten von Dampfturbinen</li> <li>• Stopfbuchssysteme bei Dampfturbinen</li> <li>• Axialschub</li> <li>• Regelung von Dampfturbinen</li> <li>• Festigkeitsberechnung der Beschaufelung</li> <li>• Schaufel- und Rotorschwingungen</li> <li>• Grundlagen für den sicheren Dampfturbinenbetrieb</li> <li>• Anwendungen in konventionellen und regenerativen Kraftwerken</li> <li>• Anbindung an thermische und elektrische Energienetze, Schnittstellen</li> <li>• konventionelle und regenerative Kraftwerkskonzepte, Antriebstechnik</li> <li>• Analyse des globalen Energieversorgungsmarktes</li> <li>• Anwendungen in konventionellen und regenerativen Kraftwerken</li> <li>• 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.</li> <li>• klassische Kraftwärmekopplung sowie Stromerzeugung als Kombinationsprodukt der produzierenden Industrie</li> <li>• Einfluss der Veränderung im Energie Markt, Betriebsprofile</li> <li>• Anwendungen in der Antriebstechnik</li> <li>• Betriebs- und Wartungskonzepte</li> </ul> <p>Die Vertiefung des Vorlesungsstoffes erfolgt anhand von Beispielaufgaben sowie von zwei Exkursionen</p>
---------------	--

<b>Literatur</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Traupel, W.: Thermische Turbomaschinen. Berlin u. a., Springer (TUB HH: Signatur MSI-105)</li> <li>• Menny, K.: Strömungsmaschinen: hydraulische und thermische Kraft- und Arbeitsmaschinen. Ausgabe: 5. Wiesbaden, Teubner, 2006 (TUB HH: Signatur MSI-121)</li> <li>• Bohl, W.: Aufbau und Wirkungsweise. Ausgabe 6. Würzburg, Vogel, 1994 (TUB HH: Signatur MSI-109)</li> <li>• Bohl, W.: Berechnung und Konstruktion. Ausgabe 6. Aufl. Würzburg, Vogel, 1999 (TUB HH: Signatur MSI-110)</li> </ul>
------------------	---

**Lehrveranstaltung L1287: Dampfturbinen in Energie, Umwelt- und Antriebstechnik**

<b>Typ</b>	Gruppenübung
<b>SWS</b>	1
<b>LP</b>	1
<b>Arbeitsaufwand in Stunden</b>	Eigenstudium 16, Präsenzstudium 14
<b>Dozenten</b>	Dr. Christian Scharfetter
<b>Sprachen</b>	DE
<b>Zeitraum</b>	WiSe
<b>Inhalt</b>	Siehe korrespondierende Vorlesung
<b>Literatur</b>	Siehe korrespondierende Vorlesung

Modul M0512: Solarenergienutzung			
<b>Lehrveranstaltungen</b>			
<b>Titel</b>	<b>Typ</b>	<b>SWS</b>	<b>LP</b>
Energiemeteorologie (L0016)	Vorlesung	1	1
Energiemeteorologie (L0017)	Gruppenübung	1	1
Kollektortechnik (L0018)	Vorlesung	2	2
Solare Stromerzeugung (L0015)	Vorlesung	2	2
<b>Modulverantwortlicher</b>	Prof. Martin Kaltschmitt		
<b>Zulassungsvoraussetzungen</b>	Keine		
<b>Empfohlene Vorkenntnisse</b>	keine		
<b>Modulziele/ angestrebte Lernergebnisse</b>	Nach erfolgreicher Teilnahme haben die Studierenden die folgenden Lernergebnisse erreicht		
<b>Fachkompetenz</b>	<p><i>Wissen</i></p> <p>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.</p> <p><i>Fertigkeiten</i></p> <p>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.</p>		
<b>Personale Kompetenzen</b>	<p><i>Sozialkompetenz</i></p> <p>Die Studierenden können Problemstellungen in den angrenzenden Themengebieten im Bereich erneuerbarer Energien, die innerhalb des Moduls vertieft wurden, diskutieren.</p> <p><i>Selbstständigkeit</i></p> <p>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.</p>		
<b>Arbeitsaufwand in Stunden</b>	Eigenstudium 96, Präsenzstudium 84		
<b>Leistungspunkte</b>	6		
<b>Studienleistung</b>	Keine		
<b>Prüfung</b>	Klausur		
<b>Prüfungsdauer und -umfang</b>	3 Stunden		
<b>Zuordnung zu folgenden Curricula</b>	Energie- und Umwelttechnik: Vertiefung Energie- und Umwelttechnik: Wahlpflicht 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 Theoretischer Maschinenbau: Technischer Ergänzungskurs: Wahlpflicht Verfahrenstechnik: Vertiefung Umweltverfahrenstechnik: Wahlpflicht		

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

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

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

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

<b>Modul M1000: Kraft-Wärme-Kopplung und Verbrennungstechnik</b>			
<b>Lehrveranstaltungen</b>			
<b>Titel</b>	<b>Typ</b>	<b>SWS</b>	<b>LP</b>
Kraft-Wärme-Kopplung und Verbrennungstechnik (L0216)	Vorlesung	3	5
Kraft-Wärme-Kopplung und Verbrennungstechnik (L0220)	Hörsaalübung	1	1
<b>Modulverantwortlicher</b>	Prof. Alfons Kather		
<b>Zulassungsvoraussetzungen</b>	Keine		
<b>Empfohlene Vorkenntnisse</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• "Wärmeleistungwerke"</li> <li>• "Technische Thermodynamik I und II"</li> <li>• "Wärmeübertragung"</li> <li>• "Strömungsmechanik"</li> </ul>		
<b>Modulziele/ angestrebte Lernergebnisse</b>	Nach erfolgreicher Teilnahme haben die Studierenden die folgenden Lernergebnisse erreicht		
<b>Fachkompetenz</b>	<p>Studierende kennen die thermodynamischen und chemischen Grundlagen von Verbrennungsprozessen. Anhand von Kenntnissen über die Eigenschaften unterschiedlicher Brennstoffe und der Reaktionskinetik können sie Merkmale über das Verhalten von Vormischflammen und nicht-vorgemischten Flammen ableiten, um die Grundlagen der Feuerraumauslegung bei Gas-, Öl- und Kohlefeuerungen zu beschreiben. Studierende sind ferner in der Lage die NO<sub>x</sub>-Bildung und die NO<sub>x</sub>-Reduktion durch primäre Maßnahmen zu skizzieren sowie gesetzliche Vorschriften und Grenzwerte zu evaluieren.</p>		
<i>Wissen</i>	<p>Studierende stellen den Aufbau, die Auslegung und die Wirkungsweise von Kraftwerken mit Wärmeauskopplung dar und können Dampfturbinenheizkraftwerke mit Gegendruckturbinen, Entnahmegegendruckturbinen oder Entnahmekondensationsturbinen, Gasturbinenheizkraftwerke, kombinierte Gas- und Dampfturbinenheizkraftwerke sowie Motorenheizkraftwerke kategorisieren und gegenüberstellen. Studierende erläutern und analysieren ferner Kraft-Wärme-Kälte-Kopplung Lösungen und beschreiben den Aufbau der dafür benötigten Hauptkomponenten des Kraftwerks. Durch dieses Fachwissen sind sie in der Lage die ökologische Bedeutung der Kraft-Wärme-Kopplung sowie ihre Wirtschaftlichkeit zu beurteilen.</p>		
<i>Fertigkeiten</i>	<p>Studierende werden in der Lage sein, anhand von thermodynamischen Berechnungen und der Betrachtung der Reaktionskinetik interdisziplinäre Zusammenhänge in thermodynamischen und chemischen Prozessen bei Verbrennungsvorgängen zu erkennen. Damit sind grundlegende Berechnungen der Verbrennung von gasförmigen, flüssigen und festen Brennstoffen möglich, womit die emittierten Abgase in Mengen und Konzentrationen ermittelt werden.</p> <p>Darüber hinaus werden in diesem Modul der erste Schritt zur Nutzung eines Energieträgers (Verbrennung) sowie Möglichkeiten der Nutzenergiebereitstellung (Strom und Wärme) behandelt. Ein Verständnis beider Vorgänge ermöglicht es den Studierenden, ganzheitliche Betrachtungen der Energienutzung vorzunehmen. Beispiele aus der Praxis, wie die eigene Energieversorgung der TUHH und das Fernwärmenetz in Hamburg, werden verwendet, um die möglichen Potenziale von Kraftanlagen mit ausgekoppelter Wärme zu veranschaulichen.</p>		
<b>Personale Kompetenzen</b>	<p>Im Rahmen der Übungen wird den Studierenden zunächst die Fähigkeit vermittelt, Verbrennungsprozesse energetisch und stofflich zu bilanzieren. Zudem erlangen die Studierenden ein tieferes Verständnis der Verbrennungsvorgänge durch die Berechnung von Reaktionskinetiken und die Grundlagen der Brennerauslegung. Zwecks weiterer Analysen von Kraft-Wärme-Kopplungskonzepten lernen die Studierenden die Nutzung der spezialisierten Softwaresuite EBSILON Professional<sup>TM</sup> kennen. Dabei werden kleine realitätsnähernde Aufgaben selbstständig am PC gelöst, um Aspekte der Auslegung und Bilanzierung von Wärmekreisläufen zu veranschaulichen. Darüber hinaus werden KWK-Technologien in wirtschaftlichem und gesellschaftlichem Umfeld eingeordnet.</p>		
<i>Sozialkompetenz</i>	<p>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>		
<i>Selbstständigkeit</i>	<p>Studierende sind fähig mit Hilfe von Hinweisen eigenständig überschlägige Berechnungen durchzuführen. Dabei werden die theoretischen und praktischen Kenntnisse aus den Vorlesungen gefestigt und mögliche Auswirkungen von unterschiedlichen Gestaltungszusammensätzen und Randbedingungen veranschaulicht.</p>		
<b>Arbeitsaufwand in Stunden</b>	Eigenstudium 124, Präsenzstudium 56		
<b>Leistungspunkte</b>	6		
<b>Studienleistung</b>	<b>Verpflichtend</b>	<b>Bonus</b>	<b>Art der Studienleistung</b>
	Nein	10 %	Schriftliche Ausarbeitung
	<b>Beschreibung</b>		
	Am Ende jeder Vorlesung wird schriftlich eine zu auswertende Kurzfrage (5-10 min) zu der Vorlesung der Vorwoche gestellt. In den Kurzfragen werden kleine Rechenaufgaben, Skizzen oder auch kleine Freitexte zur Beantwortung gestellt.		
<b>Prüfung</b>	Klausur		
<b>Prüfungsdauer und -umfang</b>	120 Minuten		
	Energie- und Umwelttechnik: Vertiefung Energietechnik: Wahlpflicht		

<b>Zuordnung zu folgenden Curricula</b>	Energietechnik: Vertiefung Energiesysteme: Pflicht Energietechnik: Vertiefung Schiffsmaschinenbau: Wahlpflicht Internationales Wirtschaftsingenieurwesen: Vertiefung II. Energie- und Umwelttechnik: Wahlpflicht Theoretischer Maschinenbau: Vertiefung Energietechnik: Wahlpflicht Theoretischer Maschinenbau: Technischer Ergänzungsкурс: Wahlpflicht
---	---

**Lehrveranstaltung L0216: Kraft-Wärme-Kopplung und Verbrennungstechnik**

<b>Typ</b>	Vorlesung
<b>SWS</b>	3
<b>LP</b>	5
<b>Arbeitsaufwand in Stunden</b>	Eigenstudium 108, Präsenzstudium 42
<b>Dozenten</b>	Prof. Alfons Kather
<b>Sprachen</b>	DE
<b>Zeitraum</b>	SoSe
<b>Inhalt</b>	<p>In dem Themenbereich von "Kraft-Wärme-Kopplung" werden die folgenden Themen behandelt:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Aufbau, Auslegung und Wirkungsweise von Kraftwerken mit Wärmeauskopplung</li> <li>• Dampfturbinenheizkraftwerke mit Gegendruckturbinen, Entnahmegegendruckturbinen und Entnahmekondensationsturbinen</li> <li>• Gasturbinenheizkraftwerke</li> <li>• Kombinierte Gas- und Dampfturbinenheizkraftwerke</li> <li>• Motorenheizkraftwerke</li> <li>• Kraft-Wärme-Kälte-Kopplung</li> <li>• Aufbau der Hauptkomponenten</li> <li>• Gesetzliche Vorschriften und Grenzwerte</li> <li>• Ökonomische Bedeutung der KWK und Wirtschaftlichkeitsberechnungen</li> </ul> <p>während der Themenbereich "Verbrennungstechnik" beinhaltet:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Thermodynamische und chemische Grundlagen</li> <li>• Brennstoffe</li> <li>• Reaktionen, Gleichgewichte</li> <li>• Reaktionskinetik</li> <li>• Vormischflammen</li> <li>• Nicht-vorgemischte Flammen</li> <li>• Feuerungen für gasförmige Brennstoffe</li> <li>• Feuerungen für flüssige Brennstoffe</li> <li>• Feuerungen für feste Brennstoffe</li> <li>• Feuerraumauslegung</li> <li>• NO<sub>x</sub>-Minderung</li> </ul>
<b>Literatur</b>	<p>Bezüglich des Themenbereichs "Kraft-Wärme-Kopplung":</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• W. Piller, M. Rudolph: Kraft-Wärme-Kopplung, VWEV Verlag</li> <li>• Kehlhofer, Kunze, Lehmann, Schüller: Handbuch Energie, Band 7, Technischer Verlag Resch</li> <li>• W. Suttor: Praxis Kraft-Wärme-Kopplung, C.F. Müller Verlag</li> <li>• K.W. Schmitz, G. Koch: Kraft-Wärme-Kopplung, VDI Verlag</li> <li>• K.-H. Suttor, W. Suttor: Die KWK Fibel, Resch Verlag</li> </ul> <p>und für die Grundlagen der "Verbrennungstechnik":</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• J. Warnatz, U. Maas, R.W. Dibble; Technische Verbrennung: physikalisch-chemische Grundlagen, Modellbildung, Schadstoffentstehung. Springer, Berlin [u. a.], 2001</li> </ul>

**Lehrveranstaltung L0220: Kraft-Wärme-Kopplung und Verbrennungstechnik**

<b>Typ</b>	Hörsaalübung
<b>SWS</b>	1
<b>LP</b>	1
<b>Arbeitsaufwand in Stunden</b>	Eigenstudium 16, Präsenzstudium 14
<b>Dozenten</b>	Prof. Alfons Kather
<b>Sprachen</b>	DE
<b>Zeitraum</b>	SoSe
<b>Inhalt</b>	Siehe korrespondierende Vorlesung
<b>Literatur</b>	Siehe korrespondierende Vorlesung

Modul M1182: Technischer Ergänzungskurs für TMBMS (laut FSPO)	
<b>Lehrveranstaltungen</b>	
<b>Titel</b>	<b>Typ</b> <b>SWS</b> <b>LP</b>
<b>Modulverantwortlicher</b>	Prof. Robert Seifried
<b>Zulassungsvoraussetzungen</b>	Keine
<b>Empfohlene Vorkenntnisse</b>	Siehe gewähltes Modul laut FSPO
<b>Modulziele/ angestrebte Lernergebnisse</b>	Nach erfolgreicher Teilnahme haben die Studierenden die folgenden Lernergebnisse erreicht
<b>Fachkompetenz</b>	
<i>Wissen</i>	Siehe gewähltes Modul laut FSPO
<i>Fertigkeiten</i>	Siehe gewähltes Modul laut FSPO
<b>Personale Kompetenzen</b>	
<i>Sozialkompetenz</i>	Siehe gewähltes Modul laut FSPO
<i>Selbstständigkeit</i>	Siehe gewähltes Modul laut FSPO
<b>Arbeitsaufwand in Stunden</b>	Abhängig von der Wahl der Lehrveranstaltungen
<b>Leistungspunkte</b>	6
<b>Zuordnung zu folgenden Curricula</b>	Theoretischer Maschinenbau: Vertiefung Produktentwicklung und Produktion: Wahlpflicht Theoretischer Maschinenbau: Vertiefung Flugzeug-Systemtechnik: Wahlpflicht Theoretischer Maschinenbau: Vertiefung Werkstofftechnik: Wahlpflicht Theoretischer Maschinenbau: Vertiefung Maritime Technik: Wahlpflicht Theoretischer Maschinenbau: Vertiefung Energietechnik: Wahlpflicht Theoretischer Maschinenbau: Vertiefung Numerik und Informatik: Wahlpflicht Theoretischer Maschinenbau: Vertiefung Bio- und Medizintechnik: Wahlpflicht

Modul M1161: Strömungsmaschinen			
<b>Lehrveranstaltungen</b>			
<b>Titel</b>	<b>Typ</b>	<b>SWS</b>	<b>LP</b>
Strömungsmaschinen (L1562)	Vorlesung	3	4
Strömungsmaschinen (L1563)	Hörsaalübung	1	2
<b>Modulverantwortlicher</b>	Prof. Franz Joos		
<b>Zulassungsvoraussetzungen</b>	Keine		
<b>Empfohlene Vorkenntnisse</b>	Technische Thermodynamik I, II, Strömungsmechanik, Wärmeübertragung		
<b>Modulziele/ angestrebte Lernergebnisse</b>	Nach erfolgreicher Teilnahme haben die Studierenden die folgenden Lernergebnisse erreicht		
<b>Fachkompetenz</b>	Die Studierenden können		
<i>Wissen</i>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- die physikalischen Phänomene der Energiewandlung unterscheiden,</li> <li>- die verschiedenen mathematischen Modellierungen von Strömungsmaschinen verstehen,</li> <li>- Strömungsmaschinen berechnen und bewerten.</li> </ul>		
<i>Fertigkeiten</i>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- die Physik der Strömungsmaschinen verstehen,</li> <li>- Übungsaufgaben selbstständig lösen.</li> </ul>		
<b>Personale Kompetenzen</b>	Die Studierenden können		
<i>Sozialkompetenz</i>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• in Kleingruppen diskutieren und einen Lösungsweg erarbeiten.</li> </ul>		
<i>Selbstständigkeit</i>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• eine komplexe Aufgabenstellung eigenständig bearbeiten,</li> <li>• die Ergebnisse kritisch analysieren.,</li> <li>• sich mit anderen Studierenden qualifiziert austauschen.</li> </ul>		
<b>Arbeitsaufwand in Stunden</b>	Eigenstudium 124, Präsenzstudium 56		
<b>Leistungspunkte</b>	6		
<b>Studienleistung</b>	Keine		
<b>Prüfung</b>	Klausur		
<b>Prüfungsdauer und -umfang</b>	90 min		
<b>Zuordnung zu folgenden Curricula</b>	Energietechnik: Vertiefung Schiffsmaschinenbau: Wahlpflicht Energietechnik: Vertiefung Energiesysteme: Wahlpflicht Produktentwicklung, Werkstoffe und Produktion: Vertiefung Produktentwicklung: Wahlpflicht Produktentwicklung, Werkstoffe und Produktion: Vertiefung Produktion: Wahlpflicht Produktentwicklung, Werkstoffe und Produktion: Vertiefung Werkstoffe: Wahlpflicht Theoretischer Maschinenbau: Technischer Ergänzungskurs: Wahlpflicht Theoretischer Maschinenbau: Vertiefung Energietechnik: Wahlpflicht		

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

Lehrveranstaltung L1563: Strömungsmaschinen	
<b>Typ</b>	Hörsaalübung
<b>SWS</b>	1
<b>LP</b>	2
<b>Arbeitsaufwand in Stunden</b>	Eigenstudium 46, Präsenzstudium 14
<b>Dozenten</b>	Prof. Franz Joos
<b>Sprachen</b>	DE
<b>Zeitraum</b>	SoSe
<b>Inhalt</b>	Siehe korrespondierende Vorlesung
<b>Literatur</b>	Siehe korrespondierende Vorlesung

<b>Modul M0721: Klimaanlage</b>			
<b>Lehrveranstaltungen</b>			
<b>Titel</b>	<b>Typ</b>	<b>SWS</b>	<b>LP</b>
Klimaanlagen (L0594)	Vorlesung	3	5
Klimaanlagen (L0595)	Hörsaalübung	1	1
<b>Modulverantwortlicher</b>	Prof. Gerhard Schmitz		
<b>Zulassungsvoraussetzungen</b>	Keine		
<b>Empfohlene Vorkenntnisse</b>	Technische Thermodynamik I, II, Strömungsmechanik, Wärmeübertragung		
<b>Modulziele/ angestrebte Lernergebnisse</b>	Nach erfolgreicher Teilnahme haben die Studierenden die folgenden Lernergebnisse erreicht		
<b>Fachkompetenz</b>	Studierende kennen die verschiedenen Arten von Klimaanlage und die dazugehörigen Regelungskonzepte für stationäre und mobile Anwendungen. Sie beherrschen die Zustandsänderungen feuchter Luft im h1+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>Wissen</i>			
<b>Fertigkeiten</b>	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.		
<i>Fertigkeiten</i>			
<b>Personale Kompetenzen</b>	Die Studierenden können in Kleingruppen diskutieren und einen Lösungsweg erarbeiten.		
<i>Sozialkompetenz</i>			
<b>Selbstständigkeit</b>	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.		
<i>Selbstständigkeit</i>			
<b>Arbeitsaufwand in Stunden</b>	Eigenstudium 124, Präsenzstudium 56		
<b>Leistungspunkte</b>	6		
<b>Studienleistung</b>	Keine		
<b>Prüfung</b>	Klausur		
<b>Prüfungsdauer und -umfang</b>	60 min		
<b>Zuordnung zu folgenden Curricula</b>	Energie- und Umwelttechnik: Vertiefung Energie- und Umwelttechnik: Wahlpflicht Energietechnik: Vertiefung Energiesysteme: Wahlpflicht Energietechnik: Vertiefung Schiffsmaschinenbau: Wahlpflicht Flugzeug-Systemtechnik: Vertiefung Flugzeugsysteme: Wahlpflicht Flugzeug-Systemtechnik: Vertiefung Kabinensysteme: Wahlpflicht Internationales Wirtschaftsingenieurwesen: Vertiefung II. Energie- und Umwelttechnik: Wahlpflicht Internationales Wirtschaftsingenieurwesen: Vertiefung II. Luftfahrtsysteme: Wahlpflicht Theoretischer Maschinenbau: Technischer Ergänzungskurs: Wahlpflicht Theoretischer Maschinenbau: Vertiefung Energietechnik: Wahlpflicht Verfahrenstechnik: Vertiefung Allgemeine Verfahrenstechnik: Wahlpflicht		

Lehrveranstaltung L0594: Klimaanlage	
<b>Typ</b>	Vorlesung
<b>SWS</b>	3
<b>LP</b>	5
<b>Arbeitsaufwand in Stunden</b>	Eigenstudium 108, Präsenzstudium 42
<b>Dozenten</b>	Prof. Gerhard Schmitz
<b>Sprachen</b>	DE
<b>Zeitraum</b>	SoSe
<b>Inhalt</b>	1. Überblick über Klimaanlage 1.1 Einteilung von Klimaanlage 1.2 Lüftung 1.3 Aufbau und Funktion von Klimaanlage 2. Thermodynamische Prozesse in Klimaanlage 2.1 Das $h,x$ -Diagramm für feuchte Luft 2.2 Mischkammer, Vorwärmer, Nachwärmer 2.3 Luftkühler 2.4 Luftbefeuchter 2.5 Darstellung des konventionellen Klimaanlageprozesses im $h,x$ -Diagramm 2.6 Sorptionsgestützte Klimatisierung 3. Berechnung der Heiz- und Kühlleistung 3.1 Heizlast und Heizleistung 3.2 Kühllasten und Kühlleistung 3.3 Berechnung der inneren Kühllast 3.4 Berechnung der äußeren Kühllast 4. Lufttechnische Anlagen 4.1 Frischluftbedarf 4.2 Raumluftströmung 4.3 Kanalnetz berechnung 4.4 Ventilatoren 4.5 Filter 5. Kälteanlagen 5.1. Kaldampfkomppressionskälteanlagen 5.2 Absorptionskälteanlagen
<b>Literatur</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Schmitz, G.: Klimaanlage, Skript zur Vorlesung</li> <li>• VDI Wärmeatlas, 11. Auflage, Springer Verlag, Düsseldorf 2013</li> <li>• Herwig, H.; Moschallski, A.: Wärmeübertragung, Vieweg+Teubner Verlag, Wiesbaden 2009</li> <li>• Recknagel, H.; Sprenger, E.; Schrammek, E.-R.: Taschenbuch für Heizung- und Klimatechnik 2013/2014, 76. Auflage, Deutscher Industrieverlag, 2013</li> </ul>

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

Modul M0906: Molecular Modeling and Computational Fluid Dynamics			
<b>Lehrveranstaltungen</b>			
<b>Titel</b>	<b>Typ</b>	<b>SWS</b>	<b>LP</b>
Numerische Strömungssimulation - Übung mit OpenFoam (L1375)	Gruppenübung	1	1
Numerische Strömungssimulation in der Verfahrenstechnik (L1052)	Vorlesung	2	2
Statistische Thermodynamik und molekulare Modellierung (L0099)	Vorlesung	2	3
<b>Modulverantwortlicher</b>	Prof. Michael Schlüter		
<b>Zulassungsvoraussetzungen</b>	None		
<b>Empfohlene Vorkenntnisse</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Mathematics I-IV</li> <li>• Basic knowledge in Fluid Mechanics</li> <li>• Basic knowledge in chemical thermodynamics</li> </ul>		
<b>Modulziele/ angestrebte Lernergebnisse</b>	Nach erfolgreicher Teilnahme haben die Studierenden die folgenden Lernergebnisse erreicht		
<b>Fachkompetenz</b>	<p>After successful completion of the module the students are able to</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• explain the the basic principles of statistical thermodynamics (ensembles, simple systems)</li> <li>• describe the main approaches in classical Molecular Modeling (Monte Carlo, Molecular Dynamics) in various ensembles</li> <li>• discuss examples of computer programs in detail,</li> <li>• evaluate the application of numerical simulations,</li> <li>• list the possible start and boundary conditions for a numerical simulation.</li> </ul>		
<i>Wissen</i>			
<b>Fertigkeiten</b>	<p>The students are able to:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• set up computer programs for solving simple problems by Monte Carlo or molecular dynamics,</li> <li>• solve problems by molecular modeling,</li> <li>• set up a numerical grid,</li> <li>• perform a simple numerical simulation with OpenFoam,</li> <li>• evaluate the result of a numerical simulation.</li> </ul>		
<i>Fertigkeiten</i>			
<b>Personale Kompetenzen</b>	<p>The students are able to</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• develop joint solutions in mixed teams and present them in front of the other students,</li> <li>• to collaborate in a team and to reflect their own contribution toward it.</li> </ul>		
<i>Sozialkompetenz</i>			
<b>Selbstständigkeit</b>	<p>The students are able to:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• evaluate their learning progress and to define the following steps of learning on that basis,</li> <li>• evaluate possible consequences for their profession.</li> </ul>		
<i>Selbstständigkeit</i>			
<b>Arbeitsaufwand in Stunden</b>	Eigenstudium 110, Präsenzstudium 70		
<b>Leistungspunkte</b>	6		
<b>Studienleistung</b>	Keine		
<b>Prüfung</b>	Mündliche Prüfung		
<b>Prüfungsdauer und -umfang</b>	30 min		
<b>Zuordnung zu folgenden Curricula</b>	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 Energie- und Umwelttechnik: Vertiefung Energie- und Umwelttechnik: Wahlpflicht Theoretischer Maschinenbau: Technischer Ergänzungskurs: Wahlpflicht Theoretischer Maschinenbau: Vertiefung Energietechnik: Wahlpflicht Verfahrenstechnik: Vertiefung Chemische Verfahrenstechnik: Wahlpflicht Verfahrenstechnik: Vertiefung Allgemeine Verfahrenstechnik: Wahlpflicht		

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

Lehrveranstaltung L1052: Computational Fluid Dynamics in Process Engineering	
<b>Typ</b>	Vorlesung
<b>SWS</b>	2
<b>LP</b>	2
<b>Arbeitsaufwand in Stunden</b>	Eigenstudium 32, Präsenzstudium 28
<b>Dozenten</b>	Prof. Michael Schlüter
<b>Sprachen</b>	EN
<b>Zeitraum</b>	SoSe
<b>Inhalt</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Introduction into partial differential equations</li> <li>• Basic equations</li> <li>• Boundary conditions and grids</li> <li>• Numerical methods</li> <li>• Finite difference method</li> <li>• Finite volume method</li> <li>• Time discretisation and stability</li> <li>• Population balance</li> <li>• Multiphase Systems</li> <li>• Modeling of Turbulent Flows</li> <li>• Exercises: Stability Analysis</li> <li>• Exercises: Example on CFD - analytically/numerically</li> </ul>
<b>Literatur</b>	<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>

Lehrveranstaltung L0099: Statistical Thermodynamics and Molecular Modelling	
<b>Typ</b>	Vorlesung
<b>SWS</b>	2
<b>LP</b>	3
<b>Arbeitsaufwand in Stunden</b>	Eigenstudium 62, Präsenzstudium 28
<b>Dozenten</b>	Dr. Sven Jakobtorweihen
<b>Sprachen</b>	EN
<b>Zeitraum</b>	SoSe
<b>Inhalt</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>Some lectures will be carried out as computer exercises</b></li> <li>• Introduction to Statistical Mechanics</li> <li>• The ensemble concept</li> <li>• The classical limit</li> <li>• Intermolecular potentials, force fields</li> <li>• Monte Carlo simulations (acceptance rules) (Übungen im Rechnerpool) (exercises in computer pool)</li> <li>• Molecular Dynamics Simulations (integration of equations of motion, calculating transport properties) (exercises in computer pool)</li> <li>• Molecular simulation of Phase equilibria (Gibbs Ensemble)</li> <li>• Methods for the calculation of free energies</li> </ul>
<b>Literatur</b>	<p>Daan Frenkel, Berend Smit: Understanding Molecular Simulation, Academic Press</p> <p>M. P. Allen, D. J. Tildesley: Computer Simulations of Liquids, Oxford Univ. Press</p> <p>A.R. Leach: Molecular Modelling - Principles and Applications, Prentice Hall, N.Y.</p> <p>D. A. McQuarrie: Statistical Mechanics, University Science Books</p> <p>T. L. Hill: Statistical Mechanics , Dover Publications</p>

Modul M0641: Dampferzeuger			
<b>Lehrveranstaltungen</b>			
<b>Titel</b>	<b>Typ</b>	<b>SWS</b>	<b>LP</b>
Dampferzeuger (L0213)	Vorlesung	3	5
Dampferzeuger (L0214)	Hörsaalübung	1	1
<b>Modulverantwortlicher</b>	Prof. Alfons Kather		
<b>Zulassungsvoraussetzungen</b>	Keine		
<b>Empfohlene Vorkenntnisse</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• "Technische Thermodynamik I und II"</li> <li>• "Wärmeübertragung"</li> <li>• "Strömungsmechanik"</li> <li>• "Wärmekraftwerke"</li> </ul>		
<b>Modulziele/ angestrebte Lernergebnisse</b>	Nach erfolgreicher Teilnahme haben die Studierenden die folgenden Lernergebnisse erreicht		
<b>Fachkompetenz</b>	<p><i>Wissen</i></p> <p>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></p> <p>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>		
<b>Personale Kompetenzen</b>	<p><i>Sozialkompetenz</i></p> <p>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></p> <p>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>		
<b>Arbeitsaufwand in Stunden</b>	Eigenstudium 124, Präsenzstudium 56		
<b>Leistungspunkte</b>	6		
<b>Studienleistung</b>	<b>Verpflichtend</b>	<b>Bonus</b>	<b>Art der Studienleistung</b>
	Nein	5 %	Übungsaufgaben
	<b>Beschreibung</b>		
	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.		
<b>Prüfung</b>	Klausur		
<b>Prüfungsdauer und -umfang</b>	120 Minuten		
<b>Zuordnung zu folgenden Curricula</b>	Energie- und Umwelttechnik: Vertiefung Energietechnik: Wahlpflicht Energietechnik: Vertiefung Energiesysteme: Wahlpflicht Energietechnik: Vertiefung Schiffsmaschinenbau: Wahlpflicht Internationales Wirtschaftsingenieurwesen: Vertiefung II. Energie- und Umwelttechnik: Wahlpflicht Theoretischer Maschinenbau: Vertiefung Energietechnik: Wahlpflicht Theoretischer Maschinenbau: Technischer Ergänzungskurs: Wahlpflicht		

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

Lehrveranstaltung L0214: Dampferzeuger	
<b>Typ</b>	Hörsaalübung
<b>SWS</b>	1
<b>LP</b>	1
<b>Arbeitsaufwand in Stunden</b>	Eigenstudium 16, Präsenzstudium 14
<b>Dozenten</b>	Prof. Alfons Kather
<b>Sprachen</b>	DE
<b>Zeitraum</b>	SoSe
<b>Inhalt</b>	Siehe korrespondierende Vorlesung
<b>Literatur</b>	Siehe korrespondierende Vorlesung

<b>Modul M0511: Stromerzeugung aus Wind- und Wasserkraft</b>			
<b>Lehrveranstaltungen</b>			
<b>Titel</b>	<b>Typ</b>	<b>SWS</b>	<b>LP</b>
Regenerative Energieprojekte in neuen Märkten (L0014)	Projektseminar	1	1
Wasserkraftnutzung (L0013)	Vorlesung	1	1
Windenergieanlagen (L0011)	Vorlesung	2	3
Windenergienutzung - Schwerpunkt Offshore (L0012)	Vorlesung	1	1
<b>Modulverantwortlicher</b>	Dr. Joachim Gerth		
<b>Zulassungsvoraussetzungen</b>	Keine		
<b>Empfohlene Vorkenntnisse</b>	Modul: Thermodynamik I, Modul: Thermodynamik II, Modul: Grundlagen der Strömungsmechanik		
<b>Modulziele/ angestrebte Lernergebnisse</b>	Nach erfolgreicher Teilnahme haben die Studierenden die folgenden Lernergebnisse erreicht		
<b>Fachkompetenz</b>	<p><i>Wissen</i></p> <p>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. Desweiteren 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></p> <p>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 grundsätzlich mit der in Europa angewendeten Vorgehensweise kritisch vergleichen und auf beispielhafte Projekte theoretisch anwenden.</p>		
<b>Personale Kompetenzen</b>	<p><i>Sozialkompetenz</i></p> <p>Die Studierenden können wissenschaftliche Aufgabenstellungen innerhalb eines Seminars fachspezifisch und fachübergreifend diskutieren.</p> <p><i>Selbstständigkeit</i></p> <p>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>		
<b>Arbeitsaufwand in Stunden</b>	Eigenstudium 110, Präsenzstudium 70		
<b>Leistungspunkte</b>	6		
<b>Studienleistung</b>	Keine		
<b>Prüfung</b>	Klausur		
<b>Prüfungsdauer und -umfang</b>	3 Stunden		
<b>Zuordnung zu folgenden Curricula</b>	Bauingenieurwesen: Vertiefung Tragwerke: Wahlpflicht Bauingenieurwesen: Vertiefung Tiefbau: Wahlpflicht Bauingenieurwesen: Vertiefung Hafenbau und Küstenschutz: Wahlpflicht Energie- und Umwelttechnik: Vertiefung Energietechnik: Wahlpflicht Internationales Wirtschaftsingenieurwesen: Vertiefung II. Regenerative Energien: Wahlpflicht Internationales Wirtschaftsingenieurwesen: Vertiefung II. Energie- und Umwelttechnik: 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: Technischer Ergänzungskurs: Wahlpflicht Theoretischer Maschinenbau: Vertiefung Energietechnik: Wahlpflicht Verfahrenstechnik: Vertiefung Umweltverfahrenstechnik: Wahlpflicht Wasser- und Umweltingenieurwesen: Vertiefung Umwelt: Pflicht Wasser- und Umweltingenieurwesen: Vertiefung Stadt: Wahlpflicht		

Lehrveranstaltung L0014: Regenerative Energieprojekte in neuen Märkten	
<b>Typ</b>	Projektseminar
<b>SWS</b>	1
<b>LP</b>	1
<b>Arbeitsaufwand in Stunden</b>	Eigenstudium 16, Präsenzstudium 14
<b>Dozenten</b>	Prof. Andreas Wiese
<b>Sprachen</b>	DE
<b>Zeitraum</b>	SoSe
<b>Inhalt</b>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Einführung                             <ul style="list-style-type: none"> <li>◦ Entwicklung der erneuerbaren Energien weltweit                                     <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Historie</li> <li>▪ Zukünftige Märkte</li> </ul> </li> <li>◦ Besondere Herausforderungen in neuen Märkten - Übersicht</li> </ul> </li> <li>2. Beispielprojekt Windpark Korea                             <ul style="list-style-type: none"> <li>◦ Übersicht</li> <li>◦ Technische Beschreibung</li> <li>◦ Projektphasen und Besonderheiten</li> </ul> </li> <li>3. Förder- und Finanzierungsinstrumente für EE Projekten in neuen Märkten                             <ul style="list-style-type: none"> <li>◦ Übersicht Fördermöglichkeiten</li> <li>◦ Übersicht Länder mit Einspeisegesetzen</li> <li>◦ Wichtige Finanzierungsprogramme</li> </ul> </li> <li>4. CDM Projekte - Warum, wie, Beispiele                             <ul style="list-style-type: none"> <li>◦ Übersicht CDM Prozess</li> <li>◦ Beispiele</li> <li>◦ Übungsaufgabe CDM</li> </ul> </li> <li>5. Ländliche Elektrifizierung und Hybridsysteme - ein wichtiger Zukunftsmarkt für EE                             <ul style="list-style-type: none"> <li>◦ Ländliche Elektrifizierung - Einführung</li> <li>◦ Typen von Elektrifizierungsprojekten</li> <li>◦ Die Rolle der EE</li> <li>◦ Auslegung von Hybridsystemen</li> <li>◦ Projektbeispiel: Hybridsystem Galapagos Inseln</li> </ul> </li> <li>6. Ausschreibungsverfahren für EE Projekte - Beispiele                             <ul style="list-style-type: none"> <li>◦ Südafrika</li> <li>◦ Brasilien</li> </ul> </li> <li>7. Ausgewählte Projektbeispiele aus der Sicht einer Entwicklungsbank - Wesley Urena Vargas, KfW Entwicklungsbank                             <ul style="list-style-type: none"> <li>◦ Geothermie</li> <li>◦ Wind oder CSP</li> </ul> </li> </ol> <p>Innerhalb des Seminars werden die verschiedenen Themenschwerpunkte aktiv diskutiert und auf verschiedene Anwendungsfälle angewandt.</p>
<b>Literatur</b>	Folien der Vorlesung

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

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

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

<b>Modul M0508: Strömungsmechanik und Meeresenergie</b>			
<b>Lehrveranstaltungen</b>			
<b>Titel</b>	<b>Typ</b>	<b>SWS</b>	<b>LP</b>
Energie aus dem Meer (L0002)	Vorlesung	2	2
Strömungsmechanik II (L0001)	Vorlesung	2	4
<b>Modulverantwortlicher</b>	Prof. Michael Schlüter		
<b>Zulassungsvoraussetzungen</b>	Keine		
<b>Empfohlene Vorkenntnisse</b>	Mathematik I-III Grundlagen der Strömungsmechanik		
<b>Modulziele/ angestrebte Lernergebnisse</b>	Nach erfolgreicher Teilnahme haben die Studierenden die folgenden Lernergebnisse erreicht		
<b>Fachkompetenz</b>	Studierende können verschiedene Anwendungen der Strömungsmechanik in der Vertiefungsrichtung 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>Wissen</i>			
<b>Fertigkeiten</b>	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.		
<i>Fertigkeiten</i>			
<b>Personale Kompetenzen</b>	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>Sozialkompetenz</i>			
<b>Selbstständigkeit</b>	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.		
<i>Selbstständigkeit</i>			
<b>Arbeitsaufwand in Stunden</b>	Eigenstudium 124, Präsenzstudium 56		
<b>Leistungspunkte</b>	6		
<b>Studienleistung</b>	<b>Verpflichtend</b>	<b>Bonus</b>	<b>Art der Studienleistung</b>
	Ja	10 %	Gruppendiskussion
<b>Prüfung</b>	Klausur		
<b>Prüfungsdauer und -umfang</b>	3h		
<b>Zuordnung zu folgenden Curricula</b>	Energietechnik: Kernqualifikation: Wahlpflicht Internationales Wirtschaftsingenieurwesen: Vertiefung II. Regenerative Energien: Wahlpflicht Regenerative Energien: Kernqualifikation: Pflicht Theoretischer Maschinenbau: Vertiefung Energietechnik: Wahlpflicht Theoretischer Maschinenbau: Technischer Ergänzungskurs: Wahlpflicht		

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

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

Modul M0658: Innovative Methoden der Numerischen Thermofluidynamik			
<b>Lehrveranstaltungen</b>			
<b>Titel</b>	<b>Typ</b>	<b>SWS</b>	<b>LP</b>
Anwendung innovativer Methoden der Numerischen Thermofluidynamik in Forschung und Praxis (L0239)	Vorlesung	2	3
Anwendung innovativer Methoden der Numerischen Thermofluidynamik in Forschung und Praxis (L1685)	Gruppenübung	2	3
<b>Modulverantwortlicher</b>	Prof. Thomas Rung		
<b>Zulassungsvoraussetzungen</b>	Keine		
<b>Empfohlene Vorkenntnisse</b>	Teilnahme an einer der Lehrveranstaltungen in Numerischer Thermofluidynamik (CFD1/CFD2) Gute Kenntnisse der numerischen Mathematik sowie der numerischen und allgemeinen Strömungsmechanik		
<b>Modulziele/ angestrebte Lernergebnisse</b>	Nach erfolgreicher Teilnahme haben die Studierenden die folgenden Lernergebnisse erreicht		
<b>Fachkompetenz</b>	Studierende können aufgrund ihrer vertieften Kenntnisse der theoretischen Hintergründen unterschiedliche CFD-Methoden (z.B. Gitter-Boltzmann Verfahren, Partikelverfahren, Finite-Volumen-Verfahren) erläutern sowie einen Überblick über simulationsbasierter Optimierung geben.		
<i>Wissen</i>			
<i>Fertigkeiten</i>	Studierende sind in der Lage, aufgrund ihres Problemverständnisses und ihrer Problemlösungskompetenz im Bereich praxisnaher CFD-Anwendungen eine angemessene Methodik zu wählen.		
<b>Personale Kompetenzen</b>	Studierende sind in der Lage, sich im Team zu organisieren, ihre Arbeitsergebnisse in Gruppenarbeit zu erstellen und zu dokumentieren sowie sich im Team zu organisieren.		
<i>Sozialkompetenz</i>			
<i>Selbstständigkeit</i>	Hörer üben sich in der im selbständigen Projektorganisation und -Durchführung von simulationsbasierten Projektaufgaben.		
<b>Arbeitsaufwand in Stunden</b>	Eigenstudium 124, Präsenzstudium 56		
<b>Leistungspunkte</b>	6		
<b>Studienleistung</b>	<b>Verpflichtend</b>	<b>Bonus</b>	<b>Art der Studienleistung</b> <b>Beschreibung</b>
	Ja	20 %	Schriftliche Ausarbeitung
<b>Prüfung</b>	Mündliche Prüfung		
<b>Prüfungsdauer und -umfang</b>	30 min		
<b>Zuordnung zu folgenden Curricula</b>	Energietechnik: Kernqualifikation: Wahlpflicht Schiffbau und Meerestechnik: Kernqualifikation: Wahlpflicht Ship and Offshore Technology: Kernqualifikation: Wahlpflicht Theoretischer Maschinenbau: Technischer Ergänzungskurs: Wahlpflicht Theoretischer Maschinenbau: Vertiefung Energietechnik: Wahlpflicht Verfahrenstechnik: Vertiefung Allgemeine Verfahrenstechnik: Wahlpflicht		

Lehrveranstaltung L0239: Anwendung innovativer Methoden der Numerischen Thermofluidynamik in Forschung und Praxis	
<b>Typ</b>	Vorlesung
<b>SWS</b>	2
<b>LP</b>	3
<b>Arbeitsaufwand in Stunden</b>	Eigenstudium 62, Präsenzstudium 28
<b>Dozenten</b>	Prof. Thomas Rung
<b>Sprachen</b>	DE/EN
<b>Zeitraum</b>	WiSe
<b>Inhalt</b>	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
<b>Literatur</b>	Vorlesungsmaterialien /lecture notes

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

<b>Modul M0515: Energieinformationssysteme und Elektromobilität</b>			
<b>Lehrveranstaltungen</b>			
<b>Titel</b>	<b>Typ</b>	<b>SWS</b>	<b>LP</b>
Elektrische Energiesysteme II (L1696)	Vorlesung	2	4
Elektromobilität (L1833)	Vorlesung	2	2
<b>Modulverantwortlicher</b>	Prof. Martin Kaltschmitt		
<b>Zulassungsvoraussetzungen</b>	Keine		
<b>Empfohlene Vorkenntnisse</b>	Grundlagen der Elektrotechnik		
<b>Modulziele/ angestrebte Lernergebnisse</b>	Nach erfolgreicher Teilnahme haben die Studierenden die folgenden Lernergebnisse erreicht		
<b>Fachkompetenz</b>	Die Studierenden können über die elektrische Energietechnik im Bereich Erneuerbarer Energien einen Überblick geben. Möglichkeiten der Integration von erneuerbarer Energieanlagen in das bestehende Netz, der elektrische Speichermöglichkeiten und der elektrischer Energieübertragung und- verteilung können sie detailliert erläutern und kritisch dazu Stellung beziehen.		
<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 erneuerbarer Energiesysteme angemessen anzuwenden und die Ergebnisse einzuschätzen und zu beurteilen.		
<b>Personale Kompetenzen</b>	Die Studierenden können fachspezifische und fachübergreifende Diskussionen führen, Ideen weiterentwickeln und ihre eigenen Arbeitsergebnissen 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.		
<b>Arbeitsaufwand in Stunden</b>	Eigenstudium 124, Präsenzstudium 56		
<b>Leistungspunkte</b>	6		
<b>Studienleistung</b>	Keine		
<b>Prüfung</b>	Mündliche Prüfung		
<b>Prüfungsdauer und -umfang</b>	45 min		
<b>Zuordnung zu folgenden Curricula</b>	Energietechnik: Vertiefung Energiesysteme: Wahlpflicht Regenerative Energien: Vertiefung Windenergiesysteme: Wahlpflicht Regenerative Energien: Vertiefung Solare Energiesysteme: Wahlpflicht Theoretischer Maschinenbau: Vertiefung Energietechnik: Wahlpflicht Theoretischer Maschinenbau: Technischer Ergänzungskurs: Wahlpflicht		

Lehrveranstaltung L1696: Elektrische Energiesysteme II	
<b>Typ</b>	Vorlesung
<b>SWS</b>	2
<b>LP</b>	4
<b>Arbeitsaufwand in Stunden</b>	Eigenstudium 92, Präsenzstudium 28
<b>Dozenten</b>	Prof. Christian Becker
<b>Sprachen</b>	DE
<b>Zeitraum</b>	WiSe
<b>Inhalt</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Stationäre Modellierung elektrischer Energiesysteme                             <ul style="list-style-type: none"> <li>◦ konventionelle Komponenten</li> <li>◦ leistungselektronische Netzregler (FACTS) und HGÜ</li> <li>◦ Netzmodellierung</li> </ul> </li> <li>• Netzbetrieb                             <ul style="list-style-type: none"> <li>◦ Prozess der elektrischen Energieversorgung</li> <li>◦ Netz-/Systemführung</li> <li>◦ Netzbereitstellung</li> </ul> </li> <li>• Netzleittechnik und Netzleitsysteme                             <ul style="list-style-type: none"> <li>◦ Informations- und Kommunikationstechnik elektrischer Energiesysteme</li> <li>◦ IT-Architekturen der Stations-, Feld- und Netzleitebene</li> <li>◦ IT-Integration (Energemarkt / Engpassmanagement / Asset Management)</li> <li>◦ Entwicklungstrends in der Leittechnik</li> <li>◦ Smart Grids</li> </ul> </li> <li>• Funktionen und stationäre Berechnungen für den Netzbetrieb                             <ul style="list-style-type: none"> <li>◦ Lastflussberechnungsmethoden</li> <li>◦ Sensitivitätsanalyse und Lastflussteuerung</li> <li>◦ Sensitivitätsanalyse</li> <li>◦ Betriebsoptimierung</li> <li>◦ Symmetrische Kurzschlussberechnung</li> <li>◦ Unsymmetrische Fehlerstromberechnung                                     <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ symmetrische Komponenten</li> <li>▪ Berechnung unsymmetrischer Fehler</li> </ul> </li> <li>◦ Netzzustandsabschätzung</li> </ul> </li> </ul>
<b>Literatur</b>	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	
<b>Typ</b>	Vorlesung
<b>SWS</b>	2
<b>LP</b>	2
<b>Arbeitsaufwand in Stunden</b>	Eigenstudium 32, Präsenzstudium 28
<b>Dozenten</b>	Dr. Klaus Bonhoff
<b>Sprachen</b>	DE
<b>Zeitraum</b>	WiSe
<b>Inhalt</b>	Inhalt (deutsch) <ul style="list-style-type: none"> <li>• Einführung und Umfeld</li> <li>• Definition von Elektrofahrzeugen</li> <li>• Exkurs: Elektrofahrzeuge mit Brennstoffzelle</li> <li>• Markthochlauf von Elektroautos</li> <li>• Politischer / Regulativer Rahmen</li> <li>• Historischer Rückblick</li> <li>• Portfolio der Elektrofahrzeuge / Einsatzbeispiele</li> <li>• Mild-Hybrids mit 48 Volt-Technologie</li> <li>• Lithium-Ionen Batterie inkl. Kosten, Roadmap, Produktion, Rohstoffe</li> <li>• Fahrzeugintegration</li> <li>• Energieverbrauch von Elektroautos</li> <li>• Batterielebensdauer</li> <li>• Ladeinfrastruktur</li> <li>• Elektrischer Straßengüterverkehr</li> <li>• Elektrischer ÖPNV / SPNV</li> <li>• Batteriesicherheit</li> </ul>
<b>Literatur</b>	Vorlesungsunterlagen/ lecture material

<b>Modul M1149: Energietechnik auf Schiffen</b>			
<b>Lehrveranstaltungen</b>			
<b>Titel</b>	<b>Typ</b>	<b>SWS</b>	<b>LP</b>
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
<b>Modulverantwortlicher</b>	Prof. Christopher Friedrich Wirz		
<b>Zulassungsvoraussetzungen</b>	Keine		
<b>Empfohlene Vorkenntnisse</b>			
<b>Modulziele/ angestrebte Lernergebnisse</b>	Nach erfolgreicher Teilnahme haben die Studierenden die folgenden Lernergebnisse erreicht		
<b>Fachkompetenz</b>	<p>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.</p>		
<i>Wissen</i>			
<i>Fertigkeiten</i>	<p>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.</p>		
<b>Personale Kompetenzen</b>			
<i>Sozialkompetenz</i>	<p>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.</p>		
<i>Selbstständigkeit</i>	<p>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.</p>		
<b>Arbeitsaufwand in Stunden</b>	Eigenstudium 96, Präsenzstudium 84		
<b>Leistungspunkte</b>	6		
<b>Studienleistung</b>	Keine		
<b>Prüfung</b>	Klausur		
<b>Prüfungsdauer und -umfang</b>	90 Minuten plus 20 Minuten mündliche Prüfung		
<b>Zuordnung zu folgenden Curricula</b>	Energietechnik: Vertiefung Energiesysteme: Wahlpflicht Energietechnik: Vertiefung Schiffsmaschinenbau: Pflicht Theoretischer Maschinenbau: Vertiefung Energietechnik: Wahlpflicht Theoretischer Maschinenbau: Technischer Ergänzungskurs: Wahlpflicht		

Lehrveranstaltung L1531: Elektrische Anlagen auf Schiffen	
<b>Typ</b>	Vorlesung
<b>SWS</b>	2
<b>LP</b>	2
<b>Arbeitsaufwand in Stunden</b>	Eigenstudium 32, Präsenzstudium 28
<b>Dozenten</b>	Prof. Günter Ackermann
<b>Sprachen</b>	DE
<b>Zeitraum</b>	WiSe
<b>Inhalt</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Betriebsverhalten der Verbraucher</li> <li>• 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</li> <li>• Energieerzeugung und Verteilung in Inselnetzen, Wellengeneratoranlagen auf Schiffen</li> <li>• Kurzschlussstrom-Berechnung, Schaltgeräte und Schaltanlagen</li> <li>• Netzschutz, Selektivität und Betriebsüberwachung</li> <li>• Elektrische Propulsionsantriebe für Schiffe</li> </ul>
<b>Literatur</b>	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	
<b>Typ</b>	Hörsaalübung
<b>SWS</b>	1
<b>LP</b>	1
<b>Arbeitsaufwand in Stunden</b>	Eigenstudium 16, Präsenzstudium 14
<b>Dozenten</b>	Prof. Günter Ackermann
<b>Sprachen</b>	DE
<b>Zeitraum</b>	WiSe
<b>Inhalt</b>	Siehe korrespondierende Vorlesung
<b>Literatur</b>	Siehe korrespondierende Vorlesung

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

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

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

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

Lehrveranstaltung L0739: Flugzeugsysteme I	
<b>Typ</b>	Hörsaalübung
<b>SWS</b>	2
<b>LP</b>	2
<b>Arbeitsaufwand in Stunden</b>	Eigenstudium 32, Präsenzstudium 28
<b>Dozenten</b>	Prof. Frank Thielecke
<b>Sprachen</b>	DE
<b>Zeitraum</b>	WiSe
<b>Inhalt</b>	Siehe korrespondierende Vorlesung
<b>Literatur</b>	Siehe korrespondierende Vorlesung

Modul M0812: Methoden des Flugzeugentwurfs			
<b>Lehrveranstaltungen</b>			
<b>Titel</b>	<b>Typ</b>	<b>SWS</b>	<b>LP</b>
Methoden des Flugzeugentwurfs I (L0820)	Vorlesung	2	2
Methoden des Flugzeugentwurfs I (L0834)	Hörsaalübung	1	1
Methoden des Flugzeugentwurfs II (Drehflügler, Sonderflugzeuge, UAV) (L0844)	Vorlesung	2	2
Methoden des Flugzeugentwurfs II (Drehflügler, Sonderflugzeuge, UAV) (L0847)	Projektseminar	1	1
<b>Modulverantwortlicher</b>	Prof. Volker Gollnick		
<b>Zulassungsvoraussetzungen</b>	Keine		
<b>Empfohlene Vorkenntnisse</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Bachelor Mech. Eng.</li> <li>• Vordiplom Maschinenbau</li> <li>• Modul Luftfahrtsysteme</li> </ul>		
<b>Modulziele/ angestrebte Lernergebnisse</b>	Nach erfolgreicher Teilnahme haben die Studierenden die folgenden Lernergebnisse erreicht		
<b>Fachkompetenz</b>	<p><i>Wissen</i></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Grundlegendes Verständnis der Vorgehensweise für den ganzheitlichen Flugzeugentwurf</li> <li>2. Verständnis der Wechselwirkungen und Beiträge der verschiedenen Disziplinen</li> <li>3. Einfluß der relevanten Entwurfparameter auf die Auslegung des Flugzeugs</li> <li>4. Kennenlernen der grundlegenden Berechnungsmethoden</li> </ol> <p><i>Fertigkeiten</i></p> <p>Verstehen und Anwenden von Auslegungsmethoden und Berechnungsverfahren</p> <p>Verstehen interdisziplinärer und integrativer Wechselwirkungen</p> <p><b>Personale Kompetenzen</b></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>		
<b>Arbeitsaufwand in Stunden</b>	Eigenstudium 96, Präsenzstudium 84		
<b>Leistungspunkte</b>	6		
<b>Studienleistung</b>	Keine		
<b>Prüfung</b>	Klausur		
<b>Prüfungsdauer und -umfang</b>	120 min		
<b>Zuordnung zu folgenden Curricula</b>	Flugzeug-Systemtechnik: Kernqualifikation: Pflicht Internationales Wirtschaftsingenieurwesen: Vertiefung II. Luftfahrtsysteme: Wahlpflicht Theoretischer Maschinenbau: Technischer Ergänzungskurs: Wahlpflicht Theoretischer Maschinenbau: Vertiefung Flugzeug-Systemtechnik: Wahlpflicht		

Lehrveranstaltung L0820: Methoden des Flugzeugentwurfs I	
<b>Typ</b>	Vorlesung
<b>SWS</b>	2
<b>LP</b>	2
<b>Arbeitsaufwand in Stunden</b>	Eigenstudium 32, Präsenzstudium 28
<b>Dozenten</b>	Prof. Volker Gollnick
<b>Sprachen</b>	DE
<b>Zeitraum</b>	WiSe
<b>Inhalt</b>	Einführung in den Flugzeugentwurfsprozeß  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. Grundlagen der Flugleistungsauslegung (Gleichgewicht, Stabilität, V-n-Diagramm) 5. Grundlagen des aerodynamischen Entwurfs (Polare, Geometrie, 2D/3DAerodynamik) 6. Grundlagen der Strukturauslegung (Massenberechnung, Balken/Röhren-Modelle, Geometrien) 7. Grundlagen der Triebwerksdimensionierung und -integration 8. Auslegung des Reiseflugs 9. Auslegung Start u. Landung (Streckenberechnung) 10. Kabinenauslegung (Rumpfdimensionierung, Ausstattung, Ladesysteme) 11. System-/Ausrüstungsaspekte 12. Variationen im Entwurf
<b>Literatur</b>	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: Methoden des Flugzeugentwurfs I	
<b>Typ</b>	Hörsaalübung
<b>SWS</b>	1
<b>LP</b>	1
<b>Arbeitsaufwand in Stunden</b>	Eigenstudium 16, Präsenzstudium 14
<b>Dozenten</b>	Prof. Volker Gollnick
<b>Sprachen</b>	DE
<b>Zeitraum</b>	WiSe
<b>Inhalt</b>	Grundlagen zur Anwendung von MatLab erlernen.  Erlernen und Anwenden der Methoden zur Vorauslegung und Bewertung von Verkehrsflugzeugen:  Rumpf und Kabinen auslegen  Flugzeugmassen ermitteln  Flügel aerodynamisch auslegen und Geometrie festlegen  Start-, Lande-, Streckenflugleistungen ermitteln  Manöver- und Böenlasten ermitteln
<b>Literatur</b>	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"

<b>Lehrveranstaltung L0844: Methoden des Flugzeugentwurfs II (Drehflügler, Sonderflugzeuge, UAV)</b>	
<b>Typ</b>	Vorlesung
<b>SWS</b>	2
<b>LP</b>	2
<b>Arbeitsaufwand in Stunden</b>	Eigenstudium 32, Präsenzstudium 28
<b>Dozenten</b>	Prof. Volker Gollnick, Dr.-Ing. Bernd Liebhardt
<b>Sprachen</b>	DE/EN
<b>Zeitraum</b>	SoSe
<b>Inhalt</b>	Start- und Landung von Flugzeugen Lasten am Flugzeug Betriebskosten und Flugzeugentwurf Grundlagen für den Entwurf von Drehflüglern Grundlagen für die Auslegung von Hochleistungsflugzeugen Grundlagen für die Auslegung von Sonderflugzeugen Grundlagen für die Auslegung von unbemannten Flugsystemen
<b>Literatur</b>	Gareth Padfield: Helicopter Flight Dynamics Raymond Prouty: Helicopter Performance Stability and Control Klaus Hünecke: Das Kampfflugzeug von Heute

<b>Lehrveranstaltung L0847: Methoden des Flugzeugentwurfs II (Drehflügler, Sonderflugzeuge, UAV)</b>	
<b>Typ</b>	Projektseminar
<b>SWS</b>	1
<b>LP</b>	1
<b>Arbeitsaufwand in Stunden</b>	Eigenstudium 16, Präsenzstudium 14
<b>Dozenten</b>	Prof. Volker Gollnick, Björn Nagel
<b>Sprachen</b>	DE/EN
<b>Zeitraum</b>	SoSe
<b>Inhalt</b>	Siehe korrespondierende Vorlesung
<b>Literatur</b>	Siehe korrespondierende Vorlesung

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

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

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

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

<b>Modul M1182: Technischer Ergänzungskurs für TMBMS (laut FSPO)</b>			
<b>Lehrveranstaltungen</b>			
<b>Titel</b>	<b>Typ</b>	<b>SWS</b>	<b>LP</b>
<b>Modulverantwortlicher</b>	Prof. Robert Seifried		
<b>Zulassungsvoraussetzungen</b>	Keine		
<b>Empfohlene Vorkenntnisse</b>	Siehe gewähltes Modul laut FSPO		
<b>Modulziele/ angestrebte Lernergebnisse</b>	Nach erfolgreicher Teilnahme haben die Studierenden die folgenden Lernergebnisse erreicht		
<b>Fachkompetenz</b>	Siehe gewähltes Modul laut FSPO		
<i>Wissen</i>	Siehe gewähltes Modul laut FSPO		
<i>Fertigkeiten</i>	Siehe gewähltes Modul laut FSPO		
<b>Personale Kompetenzen</b>	Siehe gewähltes Modul laut FSPO		
<i>Sozialkompetenz</i>	Siehe gewähltes Modul laut FSPO		
<i>Selbstständigkeit</i>	Siehe gewähltes Modul laut FSPO		
<b>Arbeitsaufwand in Stunden</b>	Abhängig von der Wahl der Lehrveranstaltungen		
<b>Leistungspunkte</b>	6		
<b>Zuordnung zu folgenden Curricula</b>	Theoretischer Maschinenbau: Vertiefung Produktentwicklung und Produktion: Wahlpflicht Theoretischer Maschinenbau: Vertiefung Flugzeug-Systemtechnik: Wahlpflicht Theoretischer Maschinenbau: Vertiefung Werkstofftechnik: Wahlpflicht Theoretischer Maschinenbau: Vertiefung Maritime Technik: Wahlpflicht Theoretischer Maschinenbau: Vertiefung Energietechnik: Wahlpflicht Theoretischer Maschinenbau: Vertiefung Numerik und Informatik: Wahlpflicht Theoretischer Maschinenbau: Vertiefung Bio- und Medizintechnik: Wahlpflicht		

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

Lehrveranstaltung L1547: Systems Engineering	
<b>Typ</b>	Vorlesung
<b>SWS</b>	3
<b>LP</b>	4
<b>Arbeitsaufwand in Stunden</b>	Eigenstudium 78, Präsenzstudium 42
<b>Dozenten</b>	Prof. Ralf God
<b>Sprachen</b>	DE
<b>Zeitraum</b>	SoSe
<b>Inhalt</b>	<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"> <li>• Innovationsprozesse</li> <li>• IP-Schutz</li> <li>• Technologiemanagement</li> <li>• Systems Engineering</li> <li>• Flugzeug-Entwicklungsprozess</li> <li>• Themen der Zulassung</li> <li>• System-Entwicklungsprozess</li> <li>• Sicherheitsziele und Fehlertoleranz</li> <li>• Umgebungs- und Einsatzbedingungen</li> <li>• Werkzeuge und Methoden für das Systems Engineering</li> <li>• Requirements-Based Engineering (RBE)</li> <li>• Model-Based Requirements Engineering (MBRE)</li> </ul>
<b>Literatur</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Skript zur Vorlesung</li> <li>- diverse Normen und Richtlinien (EASA, FAA, RTCA, SAE)</li> <li>- Hauschildt, J., Salomo, S.: Innovationsmanagement. Vahlen, 5. Auflage, 2010</li> <li>- NASA Systems Engineering Handbook, National Aeronautics and Space Administration, 2007</li> <li>- Hirsch, M.: Industrielles Luftfahrtmanagement: Technik und Organisation luftfahrttechnischer Betriebe. Springer, 2010</li> <li>- De Florio, P.: Airworthiness: An Introduction to Aircraft Certification. Elsevier Ltd., 2010</li> <li>- Pohl, K.: Requirements Engineering. Grundlagen, Prinzipien, Techniken. 2. korrigierte Auflage, dpunkt.Verlag, 2008</li> </ul>

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

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

Lehrveranstaltung L0736: Flugzeugsysteme II	
<b>Typ</b>	Vorlesung
<b>SWS</b>	3
<b>LP</b>	4
<b>Arbeitsaufwand in Stunden</b>	Eigenstudium 78, Präsenzstudium 42
<b>Dozenten</b>	Prof. Frank Thielecke
<b>Sprachen</b>	DE
<b>Zeitraum</b>	SoSe
<b>Inhalt</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Aktuatorik (Grundkonzepte von Aktuatoren; elektro-mechanische Aktuatoren; Modellierung, Analyse und Auslegung von Positionsregelsystemen; hydromotorische Stellsysteme)</li> <li>• Flugsteuerungssysteme (Steuerflächen, Scharniermomente; Stabilitäts- und Steuerbarkeitsanforderungen, Stellkräfte; reversible und irreversible Flugsteuerung; Servo-Stellsysteme)</li> <li>• 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)</li> <li>• Kraftstoffsysteme (Architekturen; Flugkraftstoffe; Systemkomponenten; Betankungsanlage; Tankinertisierung; Kraftstoffmanagement; Trimmtank)</li> <li>• Enteisungssysteme (Atmosphärische Vereisungsbedingungen; physikalische Prinzipien von Enteisungssystemen)</li> </ul>
<b>Literatur</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Moir, Seabridge: Aircraft Systems</li> <li>• Torenbek: Synthesis of Subsonic Airplane Design</li> <li>• Curry: Aircraft Landing Gear Design: Principles and Practices</li> </ul>

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

Modul M1155: Flugzeug-Kabinensysteme			
<b>Lehrveranstaltungen</b>			
<b>Titel</b>	<b>Typ</b>	<b>SWS</b>	<b>LP</b>
Flugzeug-Kabinensysteme (L1545)	Vorlesung	3	4
Flugzeug-Kabinensysteme (L1546)	Hörsaalübung	1	2
<b>Modulverantwortlicher</b>	Prof. Ralf God		
<b>Zulassungsvoraussetzungen</b>	Keine		
<b>Empfohlene Vorkenntnisse</b>	Grundlegende Kenntnisse in: <ul style="list-style-type: none"> <li>• Mathematik</li> <li>• Mechanik</li> <li>• Thermodynamik</li> <li>• Elektrotechnik</li> <li>• Regelungstechnik</li> </ul>		
<b>Modulziele/ angestrebte Lernergebnisse</b>	Nach erfolgreicher Teilnahme haben die Studierenden die folgenden Lernergebnisse erreicht		
<b>Fachkompetenz</b>	Studierende können: <ul style="list-style-type: none"> <li>• die Betriebsabläufe in der Flugzeugkabine, deren Ausrüstung und Systeme beschreiben</li> <li>• die funktionalen und nicht-funktionalen Anforderungen an Kabinensysteme erläutern</li> <li>• die Notwendigkeit der Kabinenbetriebs- und Notfallsysteme erklären</li> <li>• die Herausforderungen der Mensch-Technik-Interaktion in der Kabine einschätzen</li> </ul>		
<i>Wissen</i>			
<b>Fertigkeiten</b>	Studierende können: <ul style="list-style-type: none"> <li>• das Kabinenlayout für ein vorgegebenes Geschäftsmodell einer Fluggesellschaft erstellen</li> <li>• Kabinensysteme für den sicheren Kabinenbetrieb auslegen</li> <li>• Notfallsysteme für eine zuverlässige Mensch-Systeminteraktion gestalten</li> <li>• Lösungen für Komfortanforderungen und Unterhaltungssysteme in der Kabine entwerfen</li> </ul>		
<i>Fertigkeiten</i>			
<b>Personale Kompetenzen</b>	Studierende können: <ul style="list-style-type: none"> <li>• bestehende Systemlösungen nachvollziehen und eigene Ideen mit Experten diskutieren</li> </ul>		
<i>Sozialkompetenz</i>			
<b>Selbstständigkeit</b>	Studierende können: <ul style="list-style-type: none"> <li>• Vorlesungsinhalte und Expertenvorträge eigenständig reflektieren</li> </ul>		
<i>Selbstständigkeit</i>			
<b>Arbeitsaufwand in Stunden</b>	Eigenstudium 124, Präsenzstudium 56		
<b>Leistungspunkte</b>	6		
<b>Studienleistung</b>	Keine		
<b>Prüfung</b>	Klausur		
<b>Prüfungsdauer und -umfang</b>	120 Minuten		
<b>Zuordnung zu folgenden Curricula</b>	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 Theoretischer Maschinenbau: Technischer Ergänzungskurs: Wahlpflicht		

Lehrveranstaltung L1545: Flugzeug-Kabinensysteme	
<b>Typ</b>	Vorlesung
<b>SWS</b>	3
<b>LP</b>	4
<b>Arbeitsaufwand in Stunden</b>	Eigenstudium 78, Präsenzstudium 42
<b>Dozenten</b>	Prof. Ralf God
<b>Sprachen</b>	DE
<b>Zeitraum</b>	WiSe
<b>Inhalt</b>	<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"> <li>• Werkstoffe in der Kabine</li> <li>• Ergonomie und Human Factors</li> <li>• Kabinen-Innenausstattung und nicht-elektrische Systeme</li> <li>• Kabinenelektrik und Beleuchtung</li> <li>• Kabinenelektronik, Kommunikations-, Informations- und Unterhaltungssysteme</li> <li>• Kabinen- und Passagierprozesse</li> <li>• RFID-Kennzeichnung von Flugzeugbauteilen</li> <li>• Energiequellen und Energiewandlung für den Betrieb</li> </ul>
<b>Literatur</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Skript zur Vorlesung</li> <li>- Jenkinson, L.R., Simpkin, P., Rhodes, D.: Civil Jet Aircraft Design. London: Arnold, 1999</li> <li>- Rossow, C.-C., Wolf, K., Horst, P. (Hrsg.): Handbuch der Luftfahrzeugtechnik. Carl Hanser Verlag, 2014</li> <li>- Moir, I., Seabridge, A.: Aircraft Systems: Mechanical, Electrical and Avionics Subsystems Integration, Wiley 2008</li> <li>- Davies, M.: The standard handbook for aeronautical and astronautical engineers. McGraw-Hill, 2003</li> <li>- Kompendium der Flugmedizin. Verbesserte und ergänzte Neuauflage, Nachdruck April 2006. Fürstfeldbruck, 2006</li> <li>- Campbell, F.C.: Manufacturing Technology for Aerospace Structural Materials. Elsevier Ltd., 2006</li> </ul>

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

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

Lehrveranstaltung L1640: Avionik sicherheitskritischer Systeme	
<b>Typ</b>	Vorlesung
<b>SWS</b>	2
<b>LP</b>	3
<b>Arbeitsaufwand in Stunden</b>	Eigenstudium 62, Präsenzstudium 28
<b>Dozenten</b>	Dr. Martin Halle
<b>Sprachen</b>	DE
<b>Zeitraum</b>	WiSe
<b>Inhalt</b>	<p>Avionik als Flugelektronik ist die Grundlage für alle Flugzeugfunktionen und eine Hauptquelle für Innovationen. Da es sich bei Flugsteuerung und anderen Systemcontrollern 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"> <li>1. Überblick und Historie</li> <li>2. Flugsteuerung</li> <li>3. Hardware</li> <li>4. I/O und Bussysteme</li> <li>5. Software</li> <li>6. Prozess und Zertifizierung</li> <li>7. Cockpit und Displayanzeigen</li> <li>8. Integrierte Modulare Avionik I</li> <li>9. Integrierte Modulare Avionik II</li> <li>10. Auslegung von IMA Systemen</li> <li>11. Konfiguration von IMA Systemen</li> <li>12. Verifikation und Test</li> <li>13. Integration</li> <li>14. Weltraumavionik</li> </ol>
<b>Literatur</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Moir, I.; Seabridge, A. &amp; Jukes, M., Civil Avionics Systems Civil Avionics Systems, John Wiley &amp; Sons, Ltd, 2013</li> <li>• Spitzer, C. R. Spitzer, Digital Avionics Handbook, CRC Press, 2007</li> <li>• FAA, Advanced Avionics Handbook U.S. Department of Transportation Federal Aviation Administration, 2009</li> <li>• Moir, I. &amp; Seabridge, A. Aircraft Systems, Wiley, 2008, 3</li> </ul>

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

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

Modul M1043: Ausgewählte Themen der Flugzeug-Systemtechnik			
<b>Lehrveranstaltungen</b>			
Titel	Typ	SWS	LP
Ermüdung und Schadenstoleranz (L0310)	Vorlesung	2	3
Leichtbau mit Faserverbundwerkstoffen - Strukturmechanik (L1514)	Vorlesung	2	3
Leichtbaupraktikum (L1258)	Projekt-/problembasierte Lehrveranstaltung	3	3
Luftsicherheit (L1549)	Vorlesung	2	2
Luftsicherheit (L1550)	Gruppenübung	1	1
Mechanismen, Systeme und Verfahren der Werkstoffprüfung (L0950)	Vorlesung	2	2
Strahltriebwerke (L0908)	Vorlesung	2	3
Werkstoffprüfung (L0949)	Vorlesung	2	2
Zuverlässigkeit in der Maschinendynamik (L0176)	Vorlesung	2	2
Zuverlässigkeit in der Maschinendynamik (L1303)	Gruppenübung	1	2
Zuverlässigkeit von Avionik-Baugruppen (L1554)	Vorlesung	2	2
Zuverlässigkeit von Avionik-Baugruppen (L1555)	Gruppenübung	1	1
Zuverlässigkeit von Flugzeugsystemen (L0749)	Vorlesung	2	3
<b>Modulverantwortlicher</b>	Prof. Frank Thielecke		
<b>Zulassungsvoraussetzungen</b>	Keine		
<b>Empfohlene Vorkenntnisse</b>	Grundlegende Kenntnisse in: <ul style="list-style-type: none"> <li>• Mathematik</li> <li>• Mechanik</li> <li>• Thermodynamik</li> <li>• Elektrotechnik</li> <li>• Hydraulik</li> <li>• Regelungstechnik</li> </ul>		
<b>Modulziele/ angestrebte Lernergebnisse</b>	Nach erfolgreicher Teilnahme haben die Studierenden die folgenden Lernergebnisse erreicht		
<b>Fachkompetenz</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Die Studierenden sind in der Lage, ausgewählte Spezialgebiete der Systemtechnik, des Lufttransportsystems und der Werkstoffwissenschaften zu verorten.</li> <li>• Die Studierenden können in ausgewählten Teilbereichen grundlegende Modelle und Verfahren erklären.</li> <li>• Die Studierenden können forschungsbezogenes und technologisches Wissen miteinander in Beziehung setzen.</li> </ul>		
<i>Wissen</i>			
<i>Fertigkeiten</i>	Die Studierenden können in ausgewählten ingenieurtechnischen Teilbereichen grundlegende Methoden anwenden.		
<b>Personale Kompetenzen</b>			
<i>Sozialkompetenz</i>			
<i>Selbstständigkeit</i>	Studierende können selbstständig auswählen, welche Kenntnisse und Fähigkeiten sie durch die Wahl der geeigneten Fächer vertiefen.		
<b>Arbeitsaufwand in Stunden</b>	Abhängig von der Wahl der Lehrveranstaltungen		
<b>Leistungspunkte</b>	6		
<b>Zuordnung zu folgenden Curricula</b>	Flugzeug-Systemtechnik: Vertiefung Flugzeugsysteme: Wahlpflicht Flugzeug-Systemtechnik: Vertiefung Kabinensysteme: Wahlpflicht Flugzeug-Systemtechnik: Vertiefung Lufttransportsysteme und Flugzeugvorentwurf: Wahlpflicht Flugzeug-Systemtechnik: Vertiefung Avionik und Eingebettete Systeme: Wahlpflicht Internationales Wirtschaftsingenieurwesen: Vertiefung II. Luftfahrtsysteme: Wahlpflicht Theoretischer Maschinenbau: Technischer Ergänzungskurs: Wahlpflicht Theoretischer Maschinenbau: Vertiefung Flugzeug-Systemtechnik: Wahlpflicht		

<b>Lehrveranstaltung L0310: Fatigue &amp; Damage Tolerance</b>	
<b>Typ</b>	Vorlesung
<b>SWS</b>	2
<b>LP</b>	3
<b>Arbeitsaufwand in Stunden</b>	Eigenstudium 62, Präsenzstudium 28
<b>Prüfungsart</b>	Mündliche Prüfung
<b>Prüfungsdauer und -umfang</b>	45 min
<b>Dozenten</b>	Dr. Martin Flamm
<b>Sprachen</b>	EN
<b>Zeitraum</b>	WiSe
<b>Inhalt</b>	Design principles, fatigue strength, crack initiation and crack growth, damage calculation, counting methods, methods to improve fatigue strength, environmental influences
<b>Literatur</b>	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 L1514: Leichtbau mit Faserverbundwerkstoffen - Strukturmechanik	
<b>Typ</b>	Vorlesung
<b>SWS</b>	2
<b>LP</b>	3
<b>Arbeitsaufwand in Stunden</b>	Eigenstudium 62, Präsenzstudium 28
<b>Prüfungsart</b>	Mündliche Prüfung
<b>Prüfungsdauer und -umfang</b>	30 min
<b>Dozenten</b>	Prof. Benedikt Kriegesmann
<b>Sprachen</b>	DE
<b>Zeitraum</b>	WiSe
<b>Inhalt</b>	<p><b>Grundlagen der Elastizitätstheorie anisotroper Körper</b></p> <p>Verschiebungen, Verzerrungen und Spannungen; Gleichgewicht; Kinematik; Verallgemeinertes Hookesches Gesetz</p> <p><b>Verhalten einer Laminat-Einzelschicht</b></p> <p>Materialgesetz der Einzelschicht; Anisotropie und Koppelleffekte; Materialsymmetrien; Ingenieurkonstanten; Ebener Spannungszustand; Transformationsregeln</p> <p><b>Grundlagen der Mikromechanik der Einzelschicht</b></p> <p>Repräsentative Einheitszelle; Ermittlung effektiver Materialkonstanten; Effektive Steifigkeiten der Lamineinzelschicht</p> <p><b>Klassische Laminattheorie</b></p> <p>Bezeichnungen und Laminat-Code; Kinematik und Verschiebungsfeld; Verzerrungen und Spannungen; Spannungsergebnisse; Konstitutive Gleichungen und Koppelleffekte; Spezielle Laminat- und deren Verhalten; Effektive Laminat-Eigenschaften</p> <p><b>Festigkeit von Laminaten</b></p> <p>Grundlegendes Konzept; Phänomenologische Versagenskriterien: Maximalkriterien, Tsai-Hill, Tsai-Wu, Puck, Hashin</p> <p><b>Biegung von Laminaten</b></p> <p>Differentialgleichungen; Randbedingungen; Naviersche Lösungen; Lévy'sche Lösungen</p> <p><b>Spannungskonzentrations-Probleme</b></p> <p>Randeffekte; Spannungskonzentrationen an Löchern, Rissen, Delaminationen; Aspekte der Versagensbewertung</p> <p><b>Stabilität dünnwandiger Laminat-Strukturen</b></p> <p>Beulen anisotroper Platten und Schalen; Einfluss des Lastfalles; Einfluss der Randbedingungen; Exakte transzendente Lösungen und deren Behandlung; Beulen ausgesteifter Laminat-; Mindeststeifigkeiten; Lokales Beulen von Trägerprofilen</p> <p><b>Hausübung (Ausarbeitung erforderlich)</b></p> <p>Bewertung eines dünnwandigen Composite-Laminat-Trägers unter verschiedenen Auslegungskriterien</p>
<b>Literatur</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Schürmann, H., „Konstruieren mit Faser-Kunststoff-Verbunden“, Springer, Berlin, aktuelle Auflage.</li> <li>• Wiedemann, J., „Leichtbau Band 1: Elemente“, Springer, Berlin, Heidelberg, , aktuelle Auflage.</li> <li>• Reddy, J.N., „Mechanics of Composite Laminated Plates and Shells“, CRC Publishing, Boca Raton et al., current edition.</li> <li>• Jones, R.M., „Mechanics of Composite Materials“, Scripta Book Co., Washington, current edition.</li> <li>• Timoshenko, S.P., Gere, J.M., „Theory of elastic stability“, McGraw-Hill Book Company, Inc., New York, current edition.</li> <li>• Turvey, G.J., Marshall, I.H., „Buckling and postbuckling of composite plates“, Chapman and Hall, London, current edition.</li> <li>• Herakovich, C.T., „Mechanics of fibrous composites“, John Wiley and Sons, Inc., New York, current edition.</li> <li>• Mittelstedt, C., Becker, W., „Strukturmechanik ebener Laminat“, aktuelle Auflage.</li> </ul>

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

Lehrveranstaltung L1549: Luftsicherheit	
<b>Typ</b>	Vorlesung
<b>SWS</b>	2
<b>LP</b>	2
<b>Arbeitsaufwand in Stunden</b>	Eigenstudium 32, Präsenzstudium 28
<b>Prüfungsart</b>	Klausur
<b>Prüfungsdauer und -umfang</b>	90 Minuten
<b>Dozenten</b>	Prof. Ralf God
<b>Sprachen</b>	DE
<b>Zeitraum</b>	WiSe
<b>Inhalt</b>	<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"> <li>• Historische Entwicklung</li> <li>• Die besondere Rolle des Luftverkehrs</li> <li>• Motive und Angriffsvektoren</li> <li>• Faktor Mensch</li> <li>• Bedrohungen und Risiko</li> <li>• Verordnungen, Regulierungen und Gesetze</li> <li>• Organisation und Vollzug der Luftsicherheitsaufgaben</li> <li>• Passagier- und Gepäckkontrollen</li> <li>• Frachtkontrollen und sichere Lieferkette</li> <li>• Sicherungstechnologien</li> </ul>
<b>Literatur</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Skript zur Vorlesung</li> <li>- Gjemulla, E.M., Rothe B.R. (Hrsg.): Handbuch Luftsicherheit. Universitätsverlag TU Berlin, 2011</li> <li>- Thomas, A.R. (Ed.): Aviation Security Management. Praeger Security International, 2008</li> </ul>

Lehrveranstaltung L1550: Luftsicherheit	
<b>Typ</b>	Gruppenübung
<b>SWS</b>	1
<b>LP</b>	1
<b>Arbeitsaufwand in Stunden</b>	Eigenstudium 16, Präsenzstudium 14
<b>Prüfungsart</b>	Klausur
<b>Prüfungsdauer und -umfang</b>	90 Minuten
<b>Dozenten</b>	Prof. Ralf God
<b>Sprachen</b>	DE
<b>Zeitraum</b>	WiSe
<b>Inhalt</b>	<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"> <li>• Historische Entwicklung</li> <li>• Die besondere Rolle des Luftverkehrs</li> <li>• Motive und Angriffsvektoren</li> <li>• Faktor Mensch</li> <li>• Bedrohungen und Risiko</li> <li>• Verordnungen, Regulierungen und Gesetze</li> <li>• Organisation und Vollzug der Luftsicherheitsaufgaben</li> <li>• Passagier- und Gepäckkontrollen</li> <li>• Frachtkontrollen und sichere Lieferkette</li> <li>• Sicherungstechnologien</li> </ul>
<b>Literatur</b>	<p>- Skript zur Vorlesung</p> <p>- Giemulla, 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 L0950: Mechanismen, Systeme und Verfahren der Werkstoffprüfung	
<b>Typ</b>	Vorlesung
<b>SWS</b>	2
<b>LP</b>	2
<b>Arbeitsaufwand in Stunden</b>	Eigenstudium 32, Präsenzstudium 28
<b>Prüfungsart</b>	Klausur
<b>Prüfungsdauer und -umfang</b>	90 Minuten
<b>Dozenten</b>	Dr. Jan Oke Peters
<b>Sprachen</b>	DE
<b>Zeitraum</b>	SoSe
<b>Inhalt</b>	<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"> <li>• Spannungs-Dehnungs-Zusammenhänge</li> <li>• DMS-Messtechnik</li> <li>• Viskoelastisches Verhalten</li> <li>• Zugversuch (Verfestigung, Einschnürung, Dehnrate)</li> <li>• Druckversuch, Biegeversuch, Torsionsversuch</li> <li>• Rissausbreitung bei statischer Belastung (J-Integral)</li> <li>• Rissausbreitung bei zyklischer Belastung (Mikro- und Makrorissausbreitung)</li> <li>• Einfluss von Kerben</li> <li>• Kriechversuch (Physikalischer Kriechversuch, Spannungs- und Temperatureinfluss, Larson-Miller-Parameter)</li> <li>• Verschleißuntersuchung</li> <li>• Zerstörungsfreie Werkstoffprüfung in der Triebwerksüberholung</li> </ul>
<b>Literatur</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• E. Macherauch: Praktikum in Werkstoffkunde, Vieweg</li> <li>• G. E. Dieter: Mechanical Metallurgy, McGraw-Hill</li> <li>• R. Bürgel: Lehr- und Übungsbuch Festigkeitslehre, Vieweg</li> <li>• R. Bürgel: Werkstoffe sicher beurteilen und richtig einsetzen, Vieweg</li> </ul>

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

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

Lehrveranstaltung L0176: Reliability in Engineering Dynamics	
<b>Typ</b>	Vorlesung
<b>SWS</b>	2
<b>LP</b>	2
<b>Arbeitsaufwand in Stunden</b>	Eigenstudium 32, Präsenzstudium 28
<b>Prüfungsart</b>	Klausur
<b>Prüfungsdauer und -umfang</b>	90 min.
<b>Dozenten</b>	Prof. Uwe Weltin
<b>Sprachen</b>	EN
<b>Zeitraum</b>	SoSe
<b>Inhalt</b>	<p>Method for calculation and testing of reliability of dynamic machine systems</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Modeling</li> <li>• System identification</li> <li>• Simulation</li> <li>• Processing of measurement data</li> <li>• Damage accumulation</li> <li>• Test planning and execution</li> </ul>
<b>Literatur</b>	<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 L1303: Reliability in Engineering Dynamics	
<b>Typ</b>	Gruppenübung
<b>SWS</b>	1
<b>LP</b>	2
<b>Arbeitsaufwand in Stunden</b>	Eigenstudium 46, Präsenzstudium 14
<b>Prüfungsart</b>	Klausur
<b>Prüfungsdauer und -umfang</b>	90 min
<b>Dozenten</b>	Prof. Uwe Weltin
<b>Sprachen</b>	EN
<b>Zeitraum</b>	SoSe
<b>Inhalt</b>	Siehe korrespondierende Vorlesung
<b>Literatur</b>	Siehe korrespondierende Vorlesung

<b>Lehrveranstaltung L1554: Zuverlässigkeit von Avionik-Baugruppen</b>	
<b>Typ</b>	Vorlesung
<b>SWS</b>	2
<b>LP</b>	2
<b>Arbeitsaufwand in Stunden</b>	Eigenstudium 32, Präsenzstudium 28
<b>Prüfungsart</b>	Klausur
<b>Prüfungsdauer und -umfang</b>	90 Minuten
<b>Dozenten</b>	Prof. Ralf God
<b>Sprachen</b>	DE
<b>Zeitraum</b>	SoSe
<b>Inhalt</b>	<p>Ziel der Vorlesung mit der zugehörigen Übung ist der Erwerb von Kenntnissen zur Entwicklung, zur Aufbau- und Verbindungstechnik und zur Herstellung von elektronischen Baugruppen für sicherheitskritische Anwendungen. Auf Bauteil-, Baugruppen- und Systemebene wird gezeigt, wie bei im Flugzeug einzusetzender Elektronik die spezifizierten Sicherheitsziele erreicht werden können. Aktuelle Herausforderungen, wie z.B. Bauteilverfügbarkeit, Bauteilfälschungen und der Einsatz von components off-the-shelf (COTS) werden diskutiert:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Überblick zur Rolle von Elektronik in der Luftfahrt</li> <li>• Systemebenen: Vom Silizium zum mechatronischen Systemen</li> <li>• Halbleiterbauelemente, Baugruppen, Systeme</li> <li>• Aufgaben der Aufbau- und Verbindungstechnik (AVT)</li> <li>• Systemintegration in der Elektronik: Anforderungen an die AVT</li> <li>• Methoden und Techniken der AVT</li> <li>• Fehlerbilder bei Baugruppen und Vermeidung von Fehlern</li> <li>• Zuverlässigkeitsanalyse bei Baugruppen</li> <li>• Zuverlässigkeit von Avionik</li> <li>• COTS, ROTS, MOTS und das F<sup>3</sup>I-Konzept</li> <li>• Zukünftige Herausforderungen der Elektronik</li> </ul>
<b>Literatur</b>	<p>- Skript zur Vorlesung</p> <p>Hanke, H.-J.: Baugruppentechologie der Elektronik. Leiterplatten. Verlag Technik, 1994</p> <p>Scheel, W.: Baugruppentechologie der Elektronik. Montage. Verlag Technik, 1999</p>

Lehrveranstaltung L1555: Zuverlässigkeit von Avionik-Baugruppen	
<b>Typ</b>	Gruppenübung
<b>SWS</b>	1
<b>LP</b>	1
<b>Arbeitsaufwand in Stunden</b>	Eigenstudium 16, Präsenzstudium 14
<b>Prüfungsart</b>	Klausur
<b>Prüfungsdauer und -umfang</b>	90 Minuten
<b>Dozenten</b>	Prof. Ralf God
<b>Sprachen</b>	DE
<b>Zeitraum</b>	SoSe
<b>Inhalt</b>	<p>Ziel der Vorlesung mit der zugehörigen Übung ist der Erwerb von Kenntnissen zur Entwicklung, zur Aufbau- und Verbindungstechnik und zur Herstellung von elektronischen Baugruppen für sicherheitskritische Anwendungen. Auf Bauteil-, Baugruppen- und Systemebene wird gezeigt, wie bei im Flugzeug einzusetzender Elektronik die spezifizierten Sicherheitsziele erreicht werden können. Aktuelle Herausforderungen, wie z.B. Bauteilverfügbarkeit, Bauteilfälschungen und der Einsatz von components off-the-shelf (COTS) werden diskutiert:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Überblick zur Rolle von Elektronik in der Luftfahrt</li> <li>• Systemebenen: Vom Silizium zum mechatronischen Systemen</li> <li>• Halbleiterbauelemente, Baugruppen, Systeme</li> <li>• Aufgaben der Aufbau- und Verbindungstechnik (AVT)</li> <li>• Systemintegration in der Elektronik: Anforderungen an die AVT</li> <li>• Methoden und Techniken der AVT</li> <li>• Fehlerbilder bei Baugruppen und Vermeidung von Fehlern</li> <li>• Zuverlässigkeitsanalyse bei Baugruppen</li> <li>• Zuverlässigkeit von Avionik</li> <li>• COTS, ROTS, MOTS und das F<sup>3</sup>I-Konzept</li> <li>• Zukünftige Herausforderungen der Elektronik</li> </ul>
<b>Literatur</b>	<p>- Skript zur Vorlesung</p> <p>Hanke, H.-J.: Baugruppentechologie der Elektronik. Leiterplatten. Verlag Technik, 1994</p> <p>Scheel, W.: Baugruppentechologie der Elektronik.</p> <p>Montage. Verlag Technik, 1999</p>

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

Modul M1193: Entwurf von Kabinensystemen			
<b>Lehrveranstaltungen</b>			
<b>Titel</b>	<b>Typ</b>	<b>SWS</b>	<b>LP</b>
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
<b>Modulverantwortlicher</b>	Prof. Ralf God		
<b>Zulassungsvoraussetzungen</b>	Keine		
<b>Empfohlene Vorkenntnisse</b>	Grundlegende Kenntnisse in: <ul style="list-style-type: none"> <li>• Mathematik</li> <li>• Mechanik</li> <li>• Thermodynamik</li> <li>• Elektrotechnik</li> <li>• Regelungstechnik</li> </ul> Vorkenntnisse in: <ul style="list-style-type: none"> <li>• Systems Engineering</li> </ul>		
<b>Modulziele/ angestrebte Lernergebnisse</b>	Nach erfolgreicher Teilnahme haben die Studierenden die folgenden Lernergebnisse erreicht		
<b>Fachkompetenz</b>	Studierende können: <ul style="list-style-type: none"> <li>• den Aufbau und die Funktionsweise von Rechnerarchitekturen beschreiben</li> <li>• den Aufbau und die Funktionsweise von digitalen Kommunikationsnetzwerken erläutern</li> <li>• Architekturen von Kabinenelektronik, integrierter modularer Avionik (IMA) und Aircraft Data Communication Networks (ADCN) erklären</li> <li>• das Vorgehen des Model-Based Systems Engineering (MBSE) beim Entwurf von hardware- und softwarebasierten Kabinensystemen verstehen</li> </ul>		
<i>Wissen</i>			
<b>Fertigkeiten</b>	Studierende können: <ul style="list-style-type: none"> <li>• einen Minicomputer verstehen, in Betrieb nehmen und betreiben</li> <li>• eine Netzwerkkommunikation aufbauen und mit einem anderen Netzwerkteilnehmer kommunizieren</li> <li>• einen Minicomputer mit einem Kabinenmanagementsystem (A380 CIDS) verbinden und über ein AFDX®-Netzwerk kommunizieren</li> <li>• Systemfunktionen mittels der formalen Sprachen SysML/UML modellieren und aus den Modellen Softwarecode generieren</li> <li>• Softwarecode auf einem Minicomputer ausführen</li> </ul>		
<i>Fertigkeiten</i>			
<b>Personale Kompetenzen</b>	Studierende können: <ul style="list-style-type: none"> <li>• Teilergebnisse praktisch und selbst erarbeiten und mit anderen zu einer Gesamtlösung zusammenführen</li> </ul>		
<i>Sozialkompetenz</i>			
<i>Selbstständigkeit</i>	Studierende können: <ul style="list-style-type: none"> <li>• ihre praktischen Aufgaben organisieren und planen</li> </ul>		
<b>Arbeitsaufwand in Stunden</b>	Eigenstudium 96, Präsenzstudium 84		
<b>Leistungspunkte</b>	6		
<b>Studienleistung</b>	Keine		
<b>Prüfung</b>	Klausur		
<b>Prüfungsdauer und -umfang</b>	120 Minuten		
<b>Zuordnung zu folgenden Curricula</b>	Flugzeug-Systemtechnik: Vertiefung Flugzeugsysteme: Wahlpflicht Flugzeug-Systemtechnik: Vertiefung Lufttransportsysteme und Flugzeugvorentwurf: Wahlpflicht Flugzeug-Systemtechnik: Vertiefung Kabinensysteme: 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: Technischer Ergänzungskurs: Wahlpflicht Theoretischer Maschinenbau: Vertiefung Flugzeug-Systemtechnik: Wahlpflicht		

Lehrveranstaltung L1557: Computer- und Kommunikationstechnik bei Kabinenelektronik und Avionik	
<b>Typ</b>	Vorlesung
<b>SWS</b>	2
<b>LP</b>	2
<b>Arbeitsaufwand in Stunden</b>	Eigenstudium 32, Präsenzstudium 28
<b>Dozenten</b>	Prof. Ralf God
<b>Sprachen</b>	DE
<b>Zeitraum</b>	WiSe
<b>Inhalt</b>	<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"> <li>• Historie der Computer- und Netzwerktechnik</li> <li>• Schichtenmodell in der Computertechnik</li> <li>• Rechnerarchitekturen (PC, IPC, Embedded Systeme)</li> <li>• BIOS, UEFI und Betriebssystem (OS)</li> <li>• Programmiersprachen (Maschinencode und Hochsprachen)</li> <li>• Applikationen und Schnittstellen zur Anwendungsprogrammierung</li> <li>• Externe Schnittstellen (seriell, USB, Ethernet)</li> <li>• Schichtenmodell in der Netzwerktechnik</li> <li>• Netzwerktopologien</li> <li>• Netzwerkkomponenten</li> <li>• Buszugriffsverfahren</li> <li>• Integrierte modulare Avionik (IMA) und Aircraft Data Communication Networks (ADCN)</li> <li>• Kabinenelektronik und Kabinennetzwerke</li> </ul>
<b>Literatur</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Skript zur Vorlesung</li> <li>- Schnabel, P.: Computertechnik-Fibel: Grundlagen Computertechnik, Mikroprozessortechnik, Halbleiterspeicher, Schnittstellen und Peripherie. Books on Demand; 1. Auflage, 2003</li> <li>- Schnabel, P.: Netzwerktechnik-Fibel: Grundlagen, Übertragungstechnik und Protokolle, Anwendungen und Dienste, Sicherheit. Books on Demand; 1. Auflage, 2004</li> <li>- Wüst, K.: Mikroprozessortechnik: Grundlagen, Architekturen und Programmierung von Mikroprozessoren, Mikrocontrollern und Signalprozessoren. Vieweg Verlag; 2. aktualisierte und erweiterte Auflage, 2006</li> </ul>

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

Lehrveranstaltung L1551: Model-Based Systems Engineering (MBSE) mit SysML/UML	
<b>Typ</b>	Projekt-/problembasierte Lehrveranstaltung
<b>SWS</b>	3
<b>LP</b>	3
<b>Arbeitsaufwand in Stunden</b>	Eigenstudium 48, Präsenzstudium 42
<b>Dozenten</b>	Prof. Ralf God
<b>Sprachen</b>	DE
<b>Zeitraum</b>	SoSe
<b>Inhalt</b>	<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"> <li>• Was ist ein Modell?</li> <li>• Was ist Systems Engineering?</li> <li>• Überblick zu MBSE Methodiken</li> <li>• Die Modellierungssprachen SysML/UML</li> <li>• Werkzeuge für das MBSE</li> <li>• Vorgehensweisen beim MBSE</li> <li>• Anforderungsspezifikation, funktionale Architektur, Lösungsspezifikation</li> <li>• Vom Modell zum Softwarecode</li> <li>• Validierung und Verifikation: XiL-Methoden</li> <li>• Begleitendes MBSE-Projekt</li> </ul>
<b>Literatur</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Skript zur Vorlesung</li> <li>- Weilkiens, T.: Systems Engineering mit SysML/UML: Modellierung, Analyse, Design. 2. Auflage, dpunkt.Verlag, 2008</li> <li>- Holt, J., Perry, S.A., Brownsword, M.: Model-Based Requirements Engineering. Institution Engineering &amp; Tech, 2011</li> </ul>

## 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			
<b>Lehrveranstaltungen</b>			
<b>Titel</b>	<b>Typ</b>	<b>SWS</b>	<b>LP</b>
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
<b>Modulverantwortlicher</b>	Prof. Christopher Friedrich Wirz		
<b>Zulassungsvoraussetzungen</b>	Keine		
<b>Empfohlene Vorkenntnisse</b>			
<b>Modulziele/ angestrebte Lernergebnisse</b>	Nach erfolgreicher Teilnahme haben die Studierenden die folgenden Lernergebnisse erreicht		
<b>Fachkompetenz</b>	Die Studierenden können		
<i>Wissen</i>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• das Betriebsverhalten der Verbraucher nennen,</li> <li>• 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,</li> <li>• Energieerzeugung und Verteilung in Inselnetzen, Wellengeneratoranlagen auf Schiffen erläutern,</li> <li>• Anforderungen an Netzschutz, Selektivität und Betriebsüberwachung benennen,</li> <li>• die Vorschriftensituation bezüglich Schiffsausrüstung benennen und auf die Produktentwicklung anwenden, sowie</li> <li>• Betriebsprozeduren von Ausrüstungskomponenten von Standard- und Spezialschiffen beschreiben, und daraus Anforderungen für die Produktentwicklung ableiten.</li> </ul>		
<i>Fertigkeiten</i>	Die Studierenden sind in der Lage,		
	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Kurzschlussstrom, Schaltgeräte und Schaltanlagen zu berechnen,</li> <li>• Elektrische Propulsionsantriebe für Schiffe auszulegen,</li> <li>• zusätzliche (zur Antriebsanlage) maschinenbauliche Komponenten auszulegen, sowie</li> <li>• Grundlagen der Hydraulik anzuwenden und damit hydraulische Systeme zu entwickeln.</li> </ul>		
<b>Personale Kompetenzen</b>			
<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.		
<b>Arbeitsaufwand in Stunden</b>	Eigenstudium 96, Präsenzstudium 84		
<b>Leistungspunkte</b>	6		
<b>Studienleistung</b>	Keine		
<b>Prüfung</b>	Mündliche Prüfung		
<b>Prüfungsdauer und -umfang</b>	20 min		
<b>Zuordnung zu folgenden Curricula</b>	Schiffbau und Meerestechnik: Kernqualifikation: Wahlpflicht Theoretischer Maschinenbau: Technischer Ergänzungskurs: Wahlpflicht Theoretischer Maschinenbau: Vertiefung Maritime Technik: Wahlpflicht		

Lehrveranstaltung L1531: Elektrische Anlagen auf Schiffen	
<b>Typ</b>	Vorlesung
<b>SWS</b>	2
<b>LP</b>	2
<b>Arbeitsaufwand in Stunden</b>	Eigenstudium 32, Präsenzstudium 28
<b>Dozenten</b>	Prof. Günter Ackermann
<b>Sprachen</b>	DE
<b>Zeitraum</b>	WiSe
<b>Inhalt</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Betriebsverhalten der Verbraucher</li> <li>• 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</li> <li>• Energieerzeugung und Verteilung in Inselnetzen, Wellengeneratoranlagen auf Schiffen</li> <li>• Kurzschlussstrom-Berechnung, Schaltgeräte und Schaltanlagen</li> <li>• Netzschutz, Selektivität und Betriebsüberwachung</li> <li>• Elektrische Propulsionsantriebe für Schiffe</li> </ul>
<b>Literatur</b>	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	
<b>Typ</b>	Hörsaalübung
<b>SWS</b>	1
<b>LP</b>	1
<b>Arbeitsaufwand in Stunden</b>	Eigenstudium 16, Präsenzstudium 14
<b>Dozenten</b>	Prof. Günter Ackermann
<b>Sprachen</b>	DE
<b>Zeitraum</b>	WiSe
<b>Inhalt</b>	Siehe korrespondierende Vorlesung
<b>Literatur</b>	Siehe korrespondierende Vorlesung

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

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

<b>Modul M1177: Maritime Technik und meerestechnische Systeme</b>			
<b>Lehrveranstaltungen</b>			
<b>Titel</b>	<b>Typ</b>	<b>SWS</b>	<b>LP</b>
Analyse meerestechnischer Systeme (L0068)	Vorlesung	2	2
Analyse meerestechnischer Systeme (L0069)	Gruppenübung	1	1
Einführung in die Maritime Technik (L0070)	Vorlesung	2	2
Einführung in die Maritime Technik (L1614)	Gruppenübung	1	1
<b>Modulverantwortlicher</b>	Prof. Moustafa Abdel-Maksoud		
<b>Zulassungsvoraussetzungen</b>	Keine		
<b>Empfohlene Vorkenntnisse</b>	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).		
<b>Modulziele/ angestrebte Lernergebnisse</b>	Nach erfolgreicher Teilnahme haben die Studierenden die folgenden Lernergebnisse erreicht		
<b>Fachkompetenz</b>	<p>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"> <li>• die verschiedenen Aspekte und Themenfelder der Maritimen Technik einordnen können,</li> <li>• bestehende Methoden auf Fragestellungen der Maritimen Technik anwenden können,</li> <li>• Grenzen des bestehenden Wissens und zukünftige Entwicklungen diskutieren können,</li> <li>• Techniken zur Analyse meerestechnischer Systeme,</li> <li>• Modellierung und Auswertung von dynamischen Systemen,</li> <li>• Systemorientiertes Denken, Zerlegen von komplexen Systemen.</li> </ul>		
<i>Wissen</i>			
<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.		
<b>Personale Kompetenzen</b>			
<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.		
<i>Selbstständigkeit</i>	Die Kursinhalte werden in einer Übungsarbeit in der Gruppe vertieft und in einer Abschlussklausur einzeln abgeprüft, bei der eine selbständige Reflektion des Erlernten ohne Hilfsmittel erwartet wird.		
<b>Arbeitsaufwand in Stunden</b>	Eigenstudium 96, Präsenzstudium 84		
<b>Leistungspunkte</b>	6		
<b>Studienleistung</b>	Keine		
<b>Prüfung</b>	Klausur		
<b>Prüfungsdauer und -umfang</b>	180 min		
<b>Zuordnung zu folgenden Curricula</b>	Schiffbau und Meerestechnik: Kernqualifikation: Pflicht Theoretischer Maschinenbau: Technischer Ergänzungskurs: Wahlpflicht Theoretischer Maschinenbau: Vertiefung Maritime Technik: Wahlpflicht		

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

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

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

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

Modul M1240: Fatigue Strength of Ships and Offshore Structures			
<b>Lehrveranstaltungen</b>			
<b>Titel</b>		<b>Typ</b>	<b>SWS</b> <b>LP</b>
Betriebsfestigkeit von Schiffen und meerestechnischen Konstruktionen (L1521)		Vorlesung	2            3
Betriebsfestigkeit von Schiffen und meerestechnischen Konstruktionen (L1522)		Gruppenübung	2            3
<b>Modulverantwortlicher</b>	Prof. Sören Ehlers		
<b>Zulassungsvoraussetzungen</b>	None		
<b>Empfohlene Vorkenntnisse</b>	Structural analysis of ships and/or offshore structures and fundamental knowledge in mechanics and mechanics of materials		
<b>Modulziele/ angestrebte Lernergebnisse</b>	Nach erfolgreicher Teilnahme haben die Studierenden die folgenden Lernergebnisse erreicht		
<b>Fachkompetenz</b>	Students are able to		
<i>Wissen</i>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• describe fatigue loads and stresses, as well as</li> <li>• describe structural behaviour under cyclic loads.</li> </ul>		
<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.		
<b>Personale Kompetenzen</b>			
<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.		
<b>Arbeitsaufwand in Stunden</b>	Eigenstudium 124, Präsenzstudium 56		
<b>Leistungspunkte</b>	6		
<b>Studienleistung</b>	Keine		
<b>Prüfung</b>	Mündliche Prüfung		
<b>Prüfungsdauer und -umfang</b>	30 min		
<b>Zuordnung zu folgenden Curricula</b>	Schiffbau und Meerestechnik: Kernqualifikation: Wahlpflicht Ship and Offshore Technology: Kernqualifikation: Wahlpflicht Theoretischer Maschinenbau: Technischer Ergänzungskurs: Wahlpflicht Theoretischer Maschinenbau: Vertiefung Maritime Technik: Wahlpflicht		

Lehrveranstaltung L1521: Fatigue Strength of Ships and Offshore Structures	
<b>Typ</b>	Vorlesung
<b>SWS</b>	2
<b>LP</b>	3
<b>Arbeitsaufwand in Stunden</b>	Eigenstudium 62, Präsenzstudium 28
<b>Dozenten</b>	Prof. Wolfgang Fricke
<b>Sprachen</b>	EN
<b>Zeitraum</b>	WiSe
<b>Inhalt</b>	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
<b>Literatur</b>	Siehe Vorlesungsskript

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

<b>Modul M0663: Marine Geotechnik und Numerik</b>			
<b>Lehrveranstaltungen</b>			
<b>Titel</b>	<b>Typ</b>	<b>SWS</b>	<b>LP</b>
Marine Geotechnik (L0548)	Vorlesung	1	2
Marine Geotechnik (L0549)	Hörsaalübung	1	1
Numerische Methoden in der Geotechnik (L0375)	Vorlesung	3	3
<b>Modulverantwortlicher</b>	Prof. Jürgen Grabe		
<b>Zulassungsvoraussetzungen</b>	Keine		
<b>Empfohlene Vorkenntnisse</b>	Gesamte Module: Geotechnik I-II, Mathematik I-III Einzelne Lehrveranstaltungen: Bodenmechanisches Praktikum		
<b>Modulziele/ angestrebte Lernergebnisse</b>	Nach erfolgreicher Teilnahme haben die Studierenden die folgenden Lernergebnisse erreicht		
<b>Fachkompetenz</b>	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"> <li>• die Geologie und Morphodynamik des Meeresgrundes und der Küsten erläutern,</li> <li>• die Funktionsweise von Fangedämmen sowie die Besonderheit von Gründungen unter Wasser wie beispielsweise von Leuchttürmen erklären,</li> <li>• spezielle Kenntnisse zu technische, planerische und ökonomische Aspekte des Hafenausbaus darstellen und diskutieren,</li> <li>• Kontinuumsmodelle und die sich daraus ergebenden Randwertprobleme schildern</li> <li>• sowie Randwertprobleme aus dem Bereich Geotechnik so definieren, dass sie eindeutig lösbar sind.</li> </ul>		
<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,		
<i>Personale Kompetenzen</i>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• die Belastungen auf marine Bauwerke, z. B. aus Strömungskräften, Wellen oder Eis zu kalkulieren,</li> <li>• Deiche, Hochwasserschutzwänden, Schwimm- und Senkkästen, spezielle Offshore-Gründungen sowie Kaianlagen zu entwerfen und nachzuweisen,</li> <li>• Maßnahmen zur Bodenverbesserung zu dimensionieren,</li> <li>• die Grundlagen der klassischen Kontinuumsmechanik für Einphasenstoffe auf trockene und wassergesättigte Korngerüste unter dränierten Bedingungen anzuwenden,</li> <li>• numerische Algorithmen zur Lösung von Randwertproblemen rechnerisch umzusetzen,</li> <li>• die vom Sättigungsgrad, der Einwirkung und des Stoffverhaltens abhängenden Analysetypen auszuwählen und anzuwenden</li> <li>• für unterschiedliche Möglichkeiten und Einschränkungen von Stoffmodellen für das Korngerüst von Böden entsprechende Modellparameter zu bestimmen.</li> </ul>		
<i>Sozialkompetenz</i>	--		
<i>Selbstständigkeit</i>	--		
<b>Arbeitsaufwand in Stunden</b>	Eigenstudium 110, Präsenzstudium 70		
<b>Leistungspunkte</b>	6		
<b>Studienleistung</b>	Keine		
<b>Prüfung</b>	Klausur		
<b>Prüfungsdauer und -umfang</b>	90 min		
<b>Zuordnung zu folgenden Curricula</b>	Bauingenieurwesen: Vertiefung Tiefbau: Pflicht Bauingenieurwesen: Vertiefung Tragwerke: Wahlpflicht Bauingenieurwesen: Vertiefung Hafenausbau und Küstenschutz: Pflicht Theoretischer Maschinenbau: Vertiefung Maritime Technik: Wahlpflicht Theoretischer Maschinenbau: Technischer Ergänzungskurs: Wahlpflicht Wasser- und Umweltingenieurwesen: Vertiefung Stadt: Wahlpflicht Wasser- und Umweltingenieurwesen: Vertiefung Umwelt: Wahlpflicht Wasser- und Umweltingenieurwesen: Vertiefung Wasser: Wahlpflicht		

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

Lehrveranstaltung L0549: Marine Geotechnik	
<b>Typ</b>	Hörsaalübung
<b>SWS</b>	1
<b>LP</b>	1
<b>Arbeitsaufwand in Stunden</b>	Eigenstudium 16, Präsenzstudium 14
<b>Dozenten</b>	Prof. Jürgen Grabe
<b>Sprachen</b>	DE
<b>Zeitraum</b>	SoSe
<b>Inhalt</b>	Siehe korrespondierende Vorlesung
<b>Literatur</b>	Siehe korrespondierende Vorlesung

Lehrveranstaltung L0375: Numerische Methoden in der Geotechnik	
<b>Typ</b>	Vorlesung
<b>SWS</b>	3
<b>LP</b>	3
<b>Arbeitsaufwand in Stunden</b>	Eigenstudium 48, Präsenzstudium 42
<b>Dozenten</b>	Dr. Hans Mathäus Stanford
<b>Sprachen</b>	DE
<b>Zeitraum</b>	SoSe
<b>Inhalt</b>	<p><b>Inhalt:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Computersimulationen</li> <li>• Numerische Lösungsverfahren</li> <li>• Finite-Elemente-Methode</li> <li>• Anwendung der FEM in der Geotechnik - Qualitätssicherung, Prüfung</li> <li>• Stoffmodelle für Böden</li> <li>• Kontaktmodelle für Grenzflächen Bauwerk/Boden</li> <li>• Fallstudien</li> </ul> <p><b>Qualifikationsziele:</b></p> <p>Die Studierenden sollen nach erfolgreichem Absolvieren der Lehrveranstaltung in der Lage sein</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Kontinuumsmodelle und die sich daraus ergebenden Randwertprobleme zu erfassen</li> <li>- numerische Algorithmen zur Lösung von Randwertproblemen anzuwenden und deren Eigenschaften zu kennen</li> <li>- Randwertprobleme aus dem Bereich Geotechnik so zu definieren, dass sie eindeutig lösbar sind</li> <li>- die vom Sättigungsgrad, der Einwirkung und des Stoffverhaltens abhängenden Analysetypen zu unterscheiden und korrekt anzuwenden</li> <li>- die Möglichkeiten und Einschränkungen von Stoffmodellen für das Korngerüst von Böden zu unterscheiden und entsprechende Modellparameter zu bestimmen</li> <li>- im Rahmen der Finite-Elemente-Methode (FEM) ein reales Problem in ein Randwertproblem bzw. in ein diskretes Problem zu überführen (Modellbildung)</li> <li>- entkoppelte Verformungsanalysen, entkoppelte Strömungsanalysen und gekoppelte Verformungs-/Strömungsanalysen mit der FEM durchzuführen</li> <li>- FE-Analysen zu evaluieren und zu validieren</li> <li>- die Ergebnisse aus FE-Analysen ingenieurgerecht und nachprüfbar darzustellen</li> </ul>
<b>Literatur</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Wriggers P. (2001): Nichtlineare Finite-Elemente-Methoden, Springer Verlag, Berlin</li> <li>• Bathe Klaus-Jürgen (2002): Finite-Elemente-Methoden. Springer Verlag, Berlin</li> </ul>

Modul M1132: Maritimer Transport			
<b>Lehrveranstaltungen</b>			
<b>Titel</b>	<b>Typ</b>	<b>SWS</b>	<b>LP</b>
Maritimer Transport (L0063)	Vorlesung	2	3
Maritimer Transport (L0064)	Gruppenübung	2	3
<b>Modulverantwortlicher</b>	Prof. Carlos Jahn		
<b>Zulassungsvoraussetzungen</b>	Keine		
<b>Empfohlene Vorkenntnisse</b>			
<b>Modulziele/ angestrebte Lernergebnisse</b>	Nach erfolgreicher Teilnahme haben die Studierenden die folgenden Lernergebnisse erreicht		
<b>Fachkompetenz</b>	<p>Die Studierenden können...</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• an der maritimen Transportkette beteiligten Akteure mit ihren typischen Aufgaben benennen;</li> <li>• in der Schifffahrt gängige Ladungsarten benennen sowie die zu den Ladungsarten entsprechenden Güter einordnen;</li> <li>• Betriebsformen in der Seeschifffahrt, die Transportoptionen und das Management in Transportnetzwerken benennen und erklären;</li> <li>• Haupthandelsrouten, Meerengen und Schifffahrtskanäle sowie mögliche zukünftige Routen erläutern;</li> <li>• für Standortplanung von Häfen und Seehafenterminals relevante Faktoren benennen und diskutieren.</li> </ul>		
<i>Wissen</i>			
<b>Fertigkeiten</b>	<p>Die Studierenden sind in der Lage...</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Transportart, Akteure und Funktionen der Akteure in der maritimen Lieferkette zu bestimmen;</li> <li>• mögliche Kostentreiber in einer Transportkette zu identifizieren und entsprechende Vorschläge zur Kostenreduktion zu empfehlen;</li> <li>• Material- und Informationsflüsse einer maritimen Logistikkette zu erfassen, abzubilden und systematisch zu analysieren, mögliche Probleme zu identifizieren und Lösungsvorschläge zu empfehlen.</li> </ul>		
<i>Fertigkeiten</i>			
<b>Personale Kompetenzen</b>	<p>Die Studierenden können...</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• in Kleingruppen umfangreiche Aufgabenpakete diskutieren und organisieren;</li> <li>• in Kleingruppen Arbeitsergebnisse dokumentieren und präsentieren.</li> </ul>		
<i>Sozialkompetenz</i>			
<b>Selbstständigkeit</b>	<p>Studierende sind fähig...</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Fachliteratur, darunter auch Normen und Richtlinien, zu recherchieren und auszuwählen</li> <li>• eigene Anteile an einer umfangreichen schriftlichen Ausarbeitung in Kleingruppen fristgerecht einzureichen und innerhalb eines festen Zeitrahmens gemeinschaftlich zu präsentieren.</li> </ul>		
<i>Selbstständigkeit</i>			
<b>Arbeitsaufwand in Stunden</b>	Eigenstudium 124, Präsenzstudium 56		
<b>Leistungspunkte</b>	6		
<b>Studienleistung</b>	<b>Verpflichtend</b>	<b>Bonus</b>	<b>Art der Studienleistung</b>
	Nein	15 %	Fachtheoretisch-fachpraktische Teilnahme an einem Planspiel und anschließende schriftliche Ausarbeitung
<b>Prüfung</b>	Klausur		
<b>Prüfungsdauer und -umfang</b>	120 Minuten		
<b>Zuordnung zu folgenden Curricula</b>	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 Theoretischer Maschinenbau: Technischer Ergänzungskurs: Wahlpflicht		

Lehrveranstaltung L0063: Maritimer Transport	
<b>Typ</b>	Vorlesung
<b>SWS</b>	2
<b>LP</b>	3
<b>Arbeitsaufwand in Stunden</b>	Eigenstudium 62, Präsenzstudium 28
<b>Dozenten</b>	Prof. Carlos Jahn
<b>Sprachen</b>	DE
<b>Zeitraum</b>	SoSe
<b>Inhalt</b>	Ziel der Veranstaltung ist es, den Studierenden Kenntnisse des maritimen Transports zu vermitteln sowie typische Problemfelder und Aufgaben aus diesem Bereich darzustellen. Hierbei werden sowohl die klassischen als auch aktuellen Probleme beleuchtet. In der Vorlesung werden die Bestandteile der maritimen Logistikkette und die beteiligten Akteure beleuchtet. In diesem Zusammenhang werden Häfen, Schiffe und Seeverkehrswege untersucht und detailliert besprochen. Es werden sowohl klassische Probleme und Planungsaufgaben als auch aktuelle Themen wie z.B. Green Logistics dargestellt.
<b>Literatur</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Brinkmann, Birgitt. Seehäfen: Planung und Entwurf. Berlin Heidelberg: Springer-Verlag, 2005.</li> <li>• Schönknecht, Axel. Maritime Containerlogistik: Leistungsvergleich von Containerschiffen in intermodalen Transportketten. Berlin Heidelberg: Springer-Verlag, 2009.</li> <li>• Stopford, Martin. Maritime Economics Routledge, 2009</li> </ul>

Lehrveranstaltung L0064: Maritimer Transport	
<b>Typ</b>	Gruppenübung
<b>SWS</b>	2
<b>LP</b>	3
<b>Arbeitsaufwand in Stunden</b>	Eigenstudium 62, Präsenzstudium 28
<b>Dozenten</b>	Prof. Carlos Jahn
<b>Sprachen</b>	DE
<b>Zeitraum</b>	SoSe
<b>Inhalt</b>	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.
<b>Literatur</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Brinkmann, Birgitt. Seehäfen: Planung und Entwurf. Berlin Heidelberg: Springer-Verlag, 2005.</li> </ul>

Modul M1133: Hafenlogistik			
<b>Lehrveranstaltungen</b>			
<b>Titel</b>		<b>Typ</b>	<b>SWS</b> <b>LP</b>
Hafenlogistik (L0686)		Vorlesung	2            3
Hafenlogistik (L1473)		Gruppenübung	2            3
<b>Modulverantwortlicher</b>	Prof. Carlos Jahn		
<b>Zulassungsvoraussetzungen</b>	Keine		
<b>Empfohlene Vorkenntnisse</b>	keine		
<b>Modulziele/ angestrebte Lernergebnisse</b>	Nach erfolgreicher Teilnahme haben die Studierenden die folgenden Lernergebnisse erreicht		
<b>Fachkompetenz</b>	<p>Die Studierenden können...</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>die historische Entwicklung der Seehäfen (bezüglich der Funktionen der Häfen und der entsprechenden Terminals sowie der betreffenden Betreibermodellen) wiedergeben und diese in den historischen Kontext einordnen;</li> <li>unterschiedliche Typen von Seehafenterminals und ihre spezifischen Charakteristika erläutern (Ladung, Umschlagstechnologien, logistische Funktionsbereiche);</li> <li>gängige Planungsaufgaben (z. B. Liegeplatzplanung, Stauplanung, Yardplanung) auf Seehafenterminals benennen sowie geeignete Ansätze (im Sinne von Methoden und Werkzeuge) zur Lösung dieser Planungsaufgaben vorschlagen;</li> <li>Trends hinsichtlich Planung und Steuerung innovativer Seehafenterminals benennen und diskutieren.</li> </ul>		
<i>Wissen</i>			
<b>Fertigkeiten</b>	<p>Die Studierenden sind in der Lage...</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Funktionsbereiche in Häfen und in Seehafenterminals zu erkennen;</li> <li>für Containerterminals passende Betriebssysteme zu definieren und zu bewerten;</li> <li>statische Berechnungen hinsichtlich gegebener Randbedingungen wie z.B. erforderliche Kapazität (Stellplätze, Gerätebedarf, Kaimauerlänge) auf ausgewählten Terminaltypen durchzuführen;</li> <li>zuverlässig einzuschätzen, welche Randbedingungen bei der statischen Planung von ausgewählten Terminaltypen in welchem Ausmaß gängige Logistikkennzahlen beeinflussen.</li> </ul>		
<i>Fertigkeiten</i>			
<b>Personale Kompetenzen</b>	<p>Die Studierenden können...</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>in Kleingruppen umfangreiche Aufgabenpakete diskutieren und organisieren;</li> <li>in Kleingruppen Arbeitsergebnisse dokumentieren und präsentieren.</li> </ul>		
<i>Sozialkompetenz</i>			
<b>Selbstständigkeit</b>	<p>Studierende sind fähig...</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Fachliteratur, darunter auch Normen und Richtlinien, zu recherchieren und auszuwählen</li> <li>eigene Anteile an einer umfangreichen schriftlichen Ausarbeitung in Kleingruppen fristgerecht einzureichen und innerhalb eines festen Zeitrahmens gemeinschaftlich zu präsentieren.</li> </ul>		
<i>Selbstständigkeit</i>			
<b>Arbeitsaufwand in Stunden</b>	Eigenstudium 124, Präsenzstudium 56		
<b>Leistungspunkte</b>	6		
<b>Studienleistung</b>	<b>Verpflichtend</b>	<b>Bonus</b>	<b>Art der Studienleistung</b> <b>Beschreibung</b>
	Nein	15 %	Schriftliche Ausarbeitung
<b>Prüfung</b>	Klausur		
<b>Prüfungsdauer und -umfang</b>	120 Minuten		
<b>Zuordnung zu folgenden Curricula</b>	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 Theoretischer Maschinenbau: Technischer Ergänzungskurs: Wahlpflicht		

Lehrveranstaltung L0686: Hafenlogistik	
<b>Typ</b>	Vorlesung
<b>SWS</b>	2
<b>LP</b>	3
<b>Arbeitsaufwand in Stunden</b>	Eigenstudium 62, Präsenzstudium 28
<b>Dozenten</b>	Prof. Carlos Jahn
<b>Sprachen</b>	DE
<b>Zeitraum</b>	SoSe
<b>Inhalt</b>	Die außerordentliche Rolle des Seeverkehrs für den internationalen Handel erfordert leistungsfähige Häfen. Diese müssen zahlreichen Anforderungen in Punkten Wirtschaftlichkeit, Geschwindigkeit, Sicherheit und Umwelt genügen. Vor diesem Hintergrund beschäftigt sich Hafenlogistik 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 Hafenlogistik 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 sowie das Zusammenspiel der beteiligten Akteure thematisiert.
<b>Literatur</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Brinkmann, Birgitt. Seehäfen: Planung und Entwurf. Berlin Heidelberg: Springer-Verlag, 2005.</li> </ul>

Lehrveranstaltung L1473: Hafenlogistik	
<b>Typ</b>	Gruppenübung
<b>SWS</b>	2
<b>LP</b>	3
<b>Arbeitsaufwand in Stunden</b>	Eigenstudium 62, Präsenzstudium 28
<b>Dozenten</b>	Prof. Carlos Jahn
<b>Sprachen</b>	DE
<b>Zeitraum</b>	SoSe
<b>Inhalt</b>	Schwerpunkt der Übung bilden analytische Aufgaben im Bereich der Terminalplanung. Bei diesen Aufgaben sollen die Studierenden in Kleingruppen unter Berücksichtigung von gegebenen Rahmenbedingungen Terminallayouts rechnerisch konzipieren. Die berechneten Logistikkennzahlen, bzw. die entsprechenden Layouts sollen unter Verwendung spezieller Planungssoftware in 2D- und 3D-Modellen grafisch umgesetzt werden.
<b>Literatur</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Brinkmann, Birgitt. Seehäfen: Planung und Entwurf. Berlin Heidelberg: Springer-Verlag, 2005.</li> </ul>

Modul M1021: Schiffsmotorenanlagen			
<b>Lehrveranstaltungen</b>			
<b>Titel</b>	<b>Typ</b>	<b>SWS</b>	<b>LP</b>
Schiffsmotorenanlagen (L0637)	Vorlesung	3	4
Schiffsmotorenanlagen (L0638)	Hörsaalübung	1	2
<b>Modulverantwortlicher</b>	Prof. Christopher Friedrich Wirz		
<b>Zulassungsvoraussetzungen</b>	Keine		
<b>Empfohlene Vorkenntnisse</b>			
<b>Modulziele/ angestrebte Lernergebnisse</b>	Nach erfolgreicher Teilnahme haben die Studierenden die folgenden Lernergebnisse erreicht		
<b>Fachkompetenz</b>	<p>Die Studierenden können</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• unterschiedliche Bauarten Vier- / Zweitaktmotoren erläutern und ausgeführten Motoren zuordnen,</li> <li>• Vergleichsprozesse zuordnen,</li> <li>• Definitionen, Kenndaten aufzählen, sowie</li> <li>• Besonderheiten des Schwerölbetriebs, der Schmierung und der Kühlung wiedergeben.</li> </ul>		
<i>Wissen</i>			
<b>Fertigkeiten</b>	<p>Die Studierenden können</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• das Zusammenwirken von Schiff, Motor und Propeller bewerten,</li> <li>• Zusammenhänge zwischen Gaswechsel, Spülverfahren, Luftbedarf, Aufladung, Einspritzung und Verbrennung zur Auslegung von Anlagen nutzen,</li> <li>• Abwärmeverwertung, Anlasssysteme, Regelungen, Automatisierung, Fundamentierung auslegen sowie Maschinenräume gestalten, sowie</li> <li>• Bewertungsmethoden für motorerregte Geräusche und Schwingungen anwenden.</li> </ul>		
<i>Fertigkeiten</i>			
<b>Personale Kompetenzen</b>	<p>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.</p>		
<i>Sozialkompetenz</i>			
<i>Selbstständigkeit</i>	<p>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.</p>		
<b>Arbeitsaufwand in Stunden</b>	Eigenstudium 124, Präsenzstudium 56		
<b>Leistungspunkte</b>	6		
<b>Studienleistung</b>	Keine		
<b>Prüfung</b>	Mündliche Prüfung		
<b>Prüfungsdauer und -umfang</b>	20 min		
<b>Zuordnung zu folgenden Curricula</b>	Energietechnik: Vertiefung Energiesysteme: Wahlpflicht Energietechnik: Vertiefung Schiffsmaschinenbau: Pflicht Schiffbau und Meerestechnik: Kernqualifikation: Wahlpflicht Theoretischer Maschinenbau: Technischer Ergänzungskurs: Wahlpflicht Theoretischer Maschinenbau: Vertiefung Maritime Technik: Wahlpflicht		

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

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

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

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

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

Modul M1182: Technischer Ergänzungskurs für TMBMS (laut FSPO)			
Lehrveranstaltungen			
Titel	Typ	SWS	LP
<b>Modulverantwortlicher</b>	Prof. Robert Seifried		
<b>Zulassungsvoraussetzungen</b>	Keine		
<b>Empfohlene Vorkenntnisse</b>	Siehe gewähltes Modul laut FSPO		
<b>Modulziele/ angestrebte Lernergebnisse</b>	Nach erfolgreicher Teilnahme haben die Studierenden die folgenden Lernergebnisse erreicht		
<b>Fachkompetenz</b>			
<i>Wissen</i>	Siehe gewähltes Modul laut FSPO		
<i>Fertigkeiten</i>	Siehe gewähltes Modul laut FSPO		
<b>Personale Kompetenzen</b>			
<i>Sozialkompetenz</i>	Siehe gewähltes Modul laut FSPO		
<i>Selbstständigkeit</i>	Siehe gewähltes Modul laut FSPO		
<b>Arbeitsaufwand in Stunden</b>	Abhängig von der Wahl der Lehrveranstaltungen		
<b>Leistungspunkte</b>	6		
<b>Zuordnung zu folgenden Curricula</b>	Theoretischer Maschinenbau: Vertiefung Produktentwicklung und Produktion: Wahlpflicht Theoretischer Maschinenbau: Vertiefung Flugzeug-Systemtechnik: Wahlpflicht Theoretischer Maschinenbau: Vertiefung Werkstofftechnik: Wahlpflicht Theoretischer Maschinenbau: Vertiefung Maritime Technik: Wahlpflicht Theoretischer Maschinenbau: Vertiefung Energietechnik: Wahlpflicht Theoretischer Maschinenbau: Vertiefung Numerik und Informatik: Wahlpflicht Theoretischer Maschinenbau: Vertiefung Bio- und Medizintechnik: Wahlpflicht		

Modul M1146: Ship Vibration			
<b>Lehrveranstaltungen</b>			
<b>Titel</b>	<b>Typ</b>	<b>SWS</b>	<b>LP</b>
Schiffsvibrationen (L1528)	Vorlesung	2	3
Schiffsvibrationen (L1529)	Gruppenübung	2	3
<b>Modulverantwortlicher</b>	Dr. Rüdiger Ulrich Franz von Bock und Polach		
<b>Zulassungsvoraussetzungen</b>	None		
<b>Empfohlene Vorkenntnisse</b>	Mechanis I - III Structural Analysis of Ships I Fundamentals of Ship Structural Design		
<b>Modulziele/ angestrebte Lernergebnisse</b>	Nach erfolgreicher Teilnahme haben die Studierenden die folgenden Lernergebnisse erreicht		
<b>Fachkompetenz</b>	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>Wissen</i>			
<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		
<b>Personale Kompetenzen</b>	The students are able to communicate and cooperate in a professional environment in the shipbuilding and component supply industry.		
<i>Sozialkompetenz</i>			
<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		
<b>Arbeitsaufwand in Stunden</b>	Eigenstudium 124, Präsenzstudium 56		
<b>Leistungspunkte</b>	6		
<b>Studienleistung</b>	Keine		
<b>Prüfung</b>	Klausur		
<b>Prüfungsdauer und -umfang</b>	3 Stunden		
<b>Zuordnung zu folgenden Curricula</b>	Energietechnik: Vertiefung Schiffsmaschinenbau: Wahlpflicht Schiffbau und Meerestechnik: Kernqualifikation: Pflicht Ship and Offshore Technology: Kernqualifikation: Pflicht Theoretischer Maschinenbau: Vertiefung Maritime Technik: Wahlpflicht Theoretischer Maschinenbau: Technischer Ergänzungskurs: Wahlpflicht		

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

Lehrveranstaltung L1529: Ship Vibration	
<b>Typ</b>	Gruppenübung
<b>SWS</b>	2
<b>LP</b>	3
<b>Arbeitsaufwand in Stunden</b>	Eigenstudium 62, Präsenzstudium 28
<b>Dozenten</b>	Dr. Rüdiger Ulrich Franz von Bock und Polach
<b>Sprachen</b>	EN
<b>Zeitraum</b>	WiSe
<b>Inhalt</b>	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
<b>Literatur</b>	Siehe Vorlesungsskript

Modul M1268: Lineare und Nichtlineare Wellen			
<b>Lehrveranstaltungen</b>			
<b>Titel</b>		<b>Typ</b>	<b>SWS</b> <b>LP</b>
Lineare und Nichtlineare Wellen (L1737)		Projekt-/problembasierte LehrveranstaltungLehrveranstaltung	4                  6
<b>Modulverantwortlicher</b>	Prof. Norbert Hoffmann		
<b>Zulassungsvoraussetzungen</b>	Keine		
<b>Empfohlene Vorkenntnisse</b>	Gute Kenntnisse in Mathematik, Mechanik und Dynamik.		
<b>Modulziele/ angestrebte Lernergebnisse</b>	Nach erfolgreicher Teilnahme haben die Studierenden die folgenden Lernergebnisse erreicht		
<b>Fachkompetenz</b>			
<i>Wissen</i>	Studierende sind in der Lage, bestehende Begriffe und Konzepte der Wellenmechanik wiederzugeben und neue Begriffe und Konzepte zu entwickeln.		
<i>Fertigkeiten</i>	Studierende sind in der Lage bestehende Verfahren und Methoden der Wellenmechanik anzuwenden und neue Verfahren und Methoden zu entwickeln.		
<b>Personale Kompetenzen</b>			
<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.		
<b>Arbeitsaufwand in Stunden</b>	Eigenstudium 124, Präsenzstudium 56		
<b>Leistungspunkte</b>	6		
<b>Studienleistung</b>	Keine		
<b>Prüfung</b>	Klausur		
<b>Prüfungsdauer und -umfang</b>	2 Stunden		
<b>Zuordnung zu folgenden Curricula</b>	Informatik-Ingenieurwesen: Vertiefung Wissenschaftliches Rechnen: Wahlpflicht Mechatronics: Vertiefung Systementwurf: Wahlpflicht Schiffbau und Meerestechnik: Kernqualifikation: Wahlpflicht Theoretischer Maschinenbau: Vertiefung Maritime Technik: Wahlpflicht Theoretischer Maschinenbau: Technischer Ergänzungskurs: Wahlpflicht		

Lehrveranstaltung L1737: Lineare und Nichtlineare Wellen	
<b>Typ</b>	Projekt-/problembasierte LehrveranstaltungLehrveranstaltung
<b>SWS</b>	4
<b>LP</b>	6
<b>Arbeitsaufwand in Stunden</b>	Eigenstudium 124, Präsenzstudium 56
<b>Dozenten</b>	Prof. Norbert Hoffmann
<b>Sprachen</b>	DE/EN
<b>Zeitraum</b>	WiSe
<b>Inhalt</b>	Einführung in die Dynamik Linearer und Nichtlinearer Wellen.
<b>Literatur</b>	G.B. Witham, Linear and Nonlinear Waves. Wiley 1999. C.C. Mei, Theory and Applications of Ocean Surface Waves. World Scientific 2004.

Modul M1148: Ausgewählte Themen der Schiffs- und Meerestechnik			
<b>Lehrveranstaltungen</b>			
<b>Titel</b>	<b>Typ</b>	<b>SWS</b>	<b>LP</b>
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
Modellierung und Simulation maritimer Systeme (L2013)	Projekt-/problembasierte Lehrveranstaltung	2 Lehrveranstaltung	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
<b>Modulverantwortlicher</b>	Prof. Sören Ehlers		
<b>Zulassungsvoraussetzungen</b>	Keine		
<b>Empfohlene Vorkenntnisse</b>	keine		
<b>Modulziele/ angestrebte Lernergebnisse</b>	Nach erfolgreicher Teilnahme haben die Studierenden die folgenden Lernergebnisse erreicht		
<b>Fachkompetenz</b>			
<i>Wissen</i>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Die Studierenden sind in der Lage, ausgewählte Spezialgebiete des Schiffbaus und der Meerestechnik zu verorten.</li> <li>• Die Studierenden können in ausgewählten Teilbereichen grundlegende Modelle und Verfahren erklären.</li> <li>• Die Studierenden können forschungsbezogenes und technologisches Wissen miteinander in Beziehung setzen.</li> </ul>		
<i>Fertigkeiten</i>	Die Studierenden können in ausgewählten ingenieurtechnischen Teilbereichen grundlegende Methoden anwenden.		
<b>Personale Kompetenzen</b>			
<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.		
<b>Arbeitsaufwand in Stunden</b>	Abhängig von der Wahl der Lehrveranstaltungen		
<b>Leistungspunkte</b>	6		
<b>Zuordnung zu folgenden Curricula</b>	Schiffbau und Meerestechnik: Kernqualifikation: Wahlpflicht Theoretischer Maschinenbau: Vertiefung Maritime Technik: Wahlpflicht Theoretischer Maschinenbau: Technischer Ergänzungskurs: Wahlpflicht		

Lehrveranstaltung L1896: Ausrüstung und Betrieb von Offshore-Spezialschiffen	
<b>Typ</b>	Vorlesung
<b>SWS</b>	2
<b>LP</b>	3
<b>Arbeitsaufwand in Stunden</b>	Eigenstudium 62, Präsenzstudium 28
<b>Prüfungsart</b>	Mündliche Prüfung
<b>Prüfungsdauer und -umfang</b>	30 min
<b>Dozenten</b>	Prof. Sören Ehlers, Dr. Hendrik Vorhölter
<b>Sprachen</b>	DE
<b>Zeitraum</b>	SoSe
<b>Inhalt</b>	<p>Die Vorlesung soll vom Aufbau her zweigeteilt werden. Im ersten Teil sollen notwendige 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"> <li>- Ankerziehschlepper und Plattformversorgungsschiffe</li> <li>- Kabel- und Rohrverlegeschiffe</li> <li>- Jack-Up Schiffe</li> <li>- Kranschiffe und „Offshore Construction“ Schiffe</li> <li>- Schwimmbagger und „Rock-Dumping“ Schiffe</li> <li>- Taucherbasisschiffe</li> <li>- FPSO und Halbttaucher</li> </ul>
<b>Literatur</b>	<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	
<b>Typ</b>	Vorlesung
<b>SWS</b>	2
<b>LP</b>	3
<b>Arbeitsaufwand in Stunden</b>	Eigenstudium 62, Präsenzstudium 28
<b>Prüfungsart</b>	Mündliche Prüfung
<b>Prüfungsdauer und -umfang</b>	30 min
<b>Dozenten</b>	Peter Hauschildt
<b>Sprachen</b>	DE
<b>Zeitraum</b>	SoSe
<b>Inhalt</b>	<p>Die Wahlpflichtvorlesung führt in das Entwerfen von Unterwasserfahrzeugen ein, die Themen sind:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Besondere Anforderungen an den Entwurf von modernen, konventionell angetriebenen Ubooten</li> <li>2. Entwicklungsgeschichte</li> <li>3. Typenmerkmale und allgemeine Beschreibung eines Unterseebootes</li> <li>4. Zivile Tauchfahrzeuge</li> <li>5. Tauchen, Trimm und Stabilität</li> <li>6. Ruderanordnungen und Propulsionssysteme</li> <li>7. Außenluftunabhängige Antriebe</li> <li>8. Signaturen</li> <li>9. Hydrodynamik, CFD</li> <li>10. Waffen- und Führungssysteme</li> <li>11. Sicherheit und Rettung</li> <li>12. Festigkeit und Ansprengsicherheit</li> <li>13. Schiffstechnische Systeme</li> <li>14. Fahranlage, Bordnetz und Automation</li> <li>15. Logistische Anforderungen</li> <li>16. Einrichtung und Ausrüstung</li> </ol> <p>Die Vorlesung findet teilweise als Blockvorlesung mit Exkursion bei ThyssenKrupp Marine Systems in Kiel statt.</p>
<b>Literatur</b>	Gabler, Ubootsbau

Lehrveranstaltung L2066: Lattice-Boltzmann-Methoden für die Simulation von Strömungen mit freien Oberflächen	
<b>Typ</b>	Vorlesung
<b>SWS</b>	2
<b>LP</b>	3
<b>Arbeitsaufwand in Stunden</b>	Eigenstudium 62, Präsenzstudium 28
<b>Prüfungsart</b>	Mündliche Prüfung
<b>Prüfungsdauer und -umfang</b>	30 min
<b>Dozenten</b>	Dr. Christian F. Janßen
<b>Sprachen</b>	DE/EN
<b>Zeitraum</b>	WiSe
<b>Inhalt</b>	<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>
<b>Literatur</b>	<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 L2013: Modellierung und Simulation maritimer Systeme	
<b>Typ</b>	Projekt-/problembasierte Lehrveranstaltung
<b>SWS</b>	2
<b>LP</b>	3
<b>Arbeitsaufwand in Stunden</b>	Eigenstudium 62, Präsenzstudium 28
<b>Prüfungsart</b>	Mündliche Prüfung
<b>Prüfungsdauer und -umfang</b>	30 min
<b>Dozenten</b>	Dr. Christian F. Janßen
<b>Sprachen</b>	DE/EN
<b>Zeitraum</b>	SoSe
<b>Inhalt</b>	<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>
<b>Literatur</b>	<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	
<b>Typ</b>	Vorlesung
<b>SWS</b>	2
<b>LP</b>	3
<b>Arbeitsaufwand in Stunden</b>	Eigenstudium 62, Präsenzstudium 28
<b>Prüfungsart</b>	Mündliche Prüfung
<b>Prüfungsdauer und -umfang</b>	45 min
<b>Dozenten</b>	Dr. Alexander Mitzlaff
<b>Sprachen</b>	DE
<b>Zeitraum</b>	WiSe
<b>Inhalt</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Nichtlineare Wellen: Stabilität, Strukturbildung, solitäre Zustände</li> <li>• Bodengrenzschicht: Wellengrenzschichten, Scour, Hangstabilität</li> <li>• Wechselwirkung zwischen Meereis und Offshore-Strukturen</li> <li>• Wellen- und Strömungsenergiekonversion</li> </ul>
<b>Literatur</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Chakrabarti, S., Handbook of Offshore Engineering, vol. I&amp;II, Elsevier 2005.</li> <li>• Mc Cormick, M.E., Ocean Wave Energy Conversion, Dover 2007.</li> <li>• Infeld, E., Rowlands, G., Nonlinear Waves, Solitons and Chaos, Cambridge 2000.</li> <li>• Johnson, R.S., A Modern Introduction to the Mathematical Theory of Water Waves, Cambridge 1997.</li> <li>• Lykousis, V. et al., Submarine Mass Movements and Their Consequences, Springer 2007.</li> <li>• Nielsen, P., Coastal Bottom Boundary Layers and Sediment Transport, World Scientific 2005.</li> <li>• Research Articles.</li> </ul>

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

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

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

Lehrveranstaltung L0873: Technik und Strömungsmechanik von Segelschiffen	
<b>Typ</b>	Vorlesung
<b>SWS</b>	2
<b>LP</b>	3
<b>Arbeitsaufwand in Stunden</b>	Eigenstudium 62, Präsenzstudium 28
<b>Prüfungsart</b>	Mündliche Prüfung
<b>Prüfungsdauer und -umfang</b>	30 min
<b>Dozenten</b>	Prof. Thomas Rung, Dipl.-Ing. Peter Schenzle
<b>Sprachen</b>	DE/EN
<b>Zeitraum</b>	WiSe
<b>Inhalt</b>	Grundlagen der Segelmechanik: <ul style="list-style-type: none"> <li>- Segeln: Vortrieb aus Relativbewegung</li> <li>- Quertriebsflächen: Segel, Flügel, Ruder, Flossen, Kiele</li> <li>- Windklima: global, saisonal, meteorologisch, lokal</li> <li>- Aerodynamik von Segeln und Segelriggs</li> <li>- Hydrodynamik von Rumpf und Flossen</li> </ul> Elemente der Segelschiffs-Technik: <ul style="list-style-type: none"> <li>- Traditionelle und Moderne Segelformen</li> <li>- Moderne und Unkonventionelle Windvortriebs-Organen</li> <li>- Rumpfformen und Kiel-Ruder-Konfigurationen</li> <li>- Segel-Fahrtleistungs-Abschätzungen</li> <li>- Wind-Hilfsvortrieb: Motorsegeln</li> </ul> Konfiguration von Segelschiffen: <ul style="list-style-type: none"> <li>- Abstimmung von Rumpf und Segelrigg</li> <li>- Segel-Boote und -Yachten</li> <li>- Traditionelle Großsegler</li> <li>- Moderne Großsegler</li> </ul>
<b>Literatur</b>	- 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	
<b>Typ</b>	Vorlesung
<b>SWS</b>	2
<b>LP</b>	3
<b>Arbeitsaufwand in Stunden</b>	Eigenstudium 62, Präsenzstudium 28
<b>Prüfungsart</b>	Mündliche Prüfung
<b>Prüfungsdauer und -umfang</b>	30 min
<b>Dozenten</b>	Dr. Martin Schöttelndreyer
<b>Sprachen</b>	DE
<b>Zeitraum</b>	WiSe
<b>Inhalt</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Einsatzszenarien, Aufgaben, Fähigkeiten, Anforderungen</li> <li>• Produkt- und Prozessmodelle, Vorschriften</li> <li>• Überlebensfähigkeit: Bedrohungen, Signaturen, Abwehrmaßnahmen</li> <li>• Entwurfs- und Konstruktionsmerkmale</li> <li>• Energie- und Antriebssysteme</li> <li>• Führungs- und Einsatzsysteme</li> <li>• Verwundbarkeit: Restfestigkeit, Restfunktionalität</li> </ul>
<b>Literatur</b>	<p>Th. Christensen, H.-D. Ehrenberg, H. Götte, J. Wessel: Entwurf von Fregatten und Korvetten, in: H. Keil (Hrsg.), Handbuch der Werften, Bd. XXV, Schiffahrts-Verlag "Hansa" C. Schroedter &amp; 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			
<b>Lehrveranstaltungen</b>			
<b>Titel</b>	<b>Typ</b>	<b>SWS</b>	<b>LP</b>
Eistechnik (L1607)	Vorlesung	2	2
Eistechnik (L1615)	Gruppenübung	1	2
Schiffskonstruktionen für die Polarregionen (L1575)	Projekt-/problembasierte Lehrveranstaltung	2	2
<b>Modulverantwortlicher</b>	Prof. Sören Ehlers		
<b>Zulassungsvoraussetzungen</b>	Keine		
<b>Empfohlene Vorkenntnisse</b>	keine		
<b>Modulziele/ angestrebte Lernergebnisse</b>	Nach erfolgreicher Teilnahme haben die Studierenden die folgenden Lernergebnisse erreicht		
<b>Fachkompetenz</b>			
<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.		
<b>Personale Kompetenzen</b>			
<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 Präsentation wird die Vortragsfähigkeit verbessert und die erlernten Fähigkeiten können verteidigt werden.		
<b>Arbeitsaufwand in Stunden</b>	Eigenstudium 110, Präsenzstudium 70		
<b>Leistungspunkte</b>	6		
<b>Studienleistung</b>	Keine		
<b>Prüfung</b>	Mündliche Prüfung		
<b>Prüfungsdauer und -umfang</b>	30 min		
<b>Zuordnung zu folgenden Curricula</b>	Schiffbau und Meerestechnik: Kernqualifikation: Wahlpflicht Ship and Offshore Technology: Kernqualifikation: Wahlpflicht Theoretischer Maschinenbau: Technischer Ergänzungskurs: Wahlpflicht Theoretischer Maschinenbau: Vertiefung Maritime Technik: Wahlpflicht		

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

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

Lehrveranstaltung L1575: Schiffskonstruktionen für die Polarregionen	
<b>Typ</b>	Projekt-/problembasierte Lehrveranstaltung
<b>SWS</b>	2
<b>LP</b>	2
<b>Arbeitsaufwand in Stunden</b>	Eigenstudium 32, Präsenzstudium 28
<b>Dozenten</b>	Prof. Sören Ehlers
<b>Sprachen</b>	DE/EN
<b>Zeitraum</b>	WiSe
<b>Inhalt</b>	Die Strukturauslegung unter Eislasten wird mit einer individuellen Aufgabe erarbeitet
<b>Literatur</b>	FSICR, IACS PC and assorted publications

Modul M1165: Schiffssicherheit			
<b>Lehrveranstaltungen</b>			
<b>Titel</b>	<b>Typ</b>	<b>SWS</b>	<b>LP</b>
Schiffssicherheit (L1267)	Vorlesung	2	4
Schiffssicherheit (L1268)	Hörsaalübung	2	2
<b>Modulverantwortlicher</b>	Prof. Stefan Krüger		
<b>Zulassungsvoraussetzungen</b>	Keine		
<b>Empfohlene Vorkenntnisse</b>	Schiffsentwurf, Hydrostatik, Statistik und Stochastik		
<b>Modulziele/ angestrebte Lernergebnisse</b>	Nach erfolgreicher Teilnahme haben die Studierenden die folgenden Lernergebnisse erreicht		
<b>Fachkompetenz</b>	<p><i>Wissen</i></p> <p>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.</p> <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 und 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"> <li>- Freibord, wetterdichte Aufbauten, Flutpunkte</li> <li>- alle Aspekte der Intakstabilität einschl. Sonderprobleme wie Getreidestabilität</li> <li>- Leckrechnung für Passagierschiffe einschl. Stockholmer Abkommen</li> <li>- Leckrechnung für Trockenfrachter</li> <li>- Stabilitätsnachweise und Stabilitätsbuch</li> <li>- Manövrieren</li> </ul>		
<b>Personale Kompetenzen</b>	<p><i>Sozialkompetenz</i> Der Student lernt, Sicherheitsverantwortung für seinen Entwurf zu übernehmen.</p> <p><i>Selbstständigkeit</i> Übernehmen von Verantwortung für das Zertifizieren von Konstruktionen.</p>		
<b>Arbeitsaufwand in Stunden</b>	Eigenstudium 124, Präsenzstudium 56		
<b>Leistungspunkte</b>	6		
<b>Studienleistung</b>	Keine		
<b>Prüfung</b>	Klausur		
<b>Prüfungsdauer und -umfang</b>	180 min		
<b>Zuordnung zu folgenden Curricula</b>	Schiffbau und Meerestechnik: Kernqualifikation: Pflicht Theoretischer Maschinenbau: Technischer Ergänzungskurs: Wahlpflicht Theoretischer Maschinenbau: Vertiefung Maritime Technik: Wahlpflicht		

Lehrveranstaltung L1267: Schiffssicherheit	
<b>Typ</b>	Vorlesung
<b>SWS</b>	2
<b>LP</b>	4
<b>Arbeitsaufwand in Stunden</b>	Eigenstudium 92, Präsenzstudium 28
<b>Dozenten</b>	Prof. Stefan Krüger
<b>Sprachen</b>	DE
<b>Zeitraum</b>	WiSe
<b>Inhalt</b>	<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"> <li>- Freibord, wetterdichte Aufbauten, Flutpunkte</li> <li>- alle Aspekte der Intakstabilität einschl. Sonderprobleme wie Getreidestabilität</li> <li>- Leckrechnung für Passagierschiffe einschl. Stockholmer Abkommen</li> <li>- Leckrechnung für Trockenfrachter</li> <li>- Stabilitätsnachweise und Stabilitätsbuch</li> <li>- Manövrieren</li> </ul>
<b>Literatur</b>	SOLAS, LOAD LINES, CODE ON INTACT STABILITY. Alle IMO, London.

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

<b>Modul M1178: Manövrierfähigkeit und Schiffshydrodynamik beschränkter Gewässer</b>			
<b>Lehrveranstaltungen</b>			
<b>Titel</b>	<b>Typ</b>	<b>SWS</b>	<b>LP</b>
Manövrierfähigkeit von Schiffen (L1597)	Vorlesung	2	3
Schiffshydrodynamik beschränkter Gewässer (L1598)	Vorlesung	2	3
<b>Modulverantwortlicher</b>	Prof. Moustafa Abdel-Maksoud		
<b>Zulassungsvoraussetzungen</b>	Keine		
<b>Empfohlene Vorkenntnisse</b>	B.Sc. Schiffbau		
<b>Modulziele/ angestrebte Lernergebnisse</b>	Nach erfolgreicher Teilnahme haben die Studierenden die folgenden Lernergebnisse erreicht		
<b>Fachkompetenz</b>	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.		
<i>Wissen</i>	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.		
<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.		
<b>Personale Kompetenzen</b>			
<i>Sozialkompetenz</i>	Die Studierenden können in Gruppen zusammenarbeiten, zu Arbeitsergebnissen kommen und diese dokumentieren.		
<i>Selbstständigkeit</i>	Die Studierenden werden befähigt mithilfe von Hinweisen eigenständig Aufgaben zu bearbeiten und ihren eigenen Lernstand konkret zu beurteilen.		
<b>Arbeitsaufwand in Stunden</b>	Eigenstudium 124, Präsenzstudium 56		
<b>Leistungspunkte</b>	6		
<b>Studienleistung</b>	Keine		
<b>Prüfung</b>	Klausur		
<b>Prüfungsdauer und -umfang</b>	180 min		
<b>Zuordnung zu folgenden Curricula</b>	Schiffbau und Meerestechnik: Kernqualifikation: Wahlpflicht Ship and Offshore Technology: Kernqualifikation: Wahlpflicht Theoretischer Maschinenbau: Technischer Ergänzungskurs: Wahlpflicht Theoretischer Maschinenbau: Vertiefung Maritime Technik: Wahlpflicht		

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

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

## Fachmodule der Vertiefung Numerik und Informatik

Im Vordergrund der Vertiefung Numerik und Informatik steht der Erwerb von vertiefenden Kenntnissen und Fähigkeiten in ingenieursrelevanten Fachgebieten der Informatik und Numerik. Im Wahlpflichtbereich wird dies ermöglicht durch Module zu den Themen verteilte oder effiziente Algorithmen oder Algorithmen der Strukturmechanik, Prozessautomatisierungstechnik, Digitale Bildanalyse, Mustererkennung und Datenkompression, Approximation und Stabilität, Maschinelles Lernen und Data Mining, Matrixalgorithmen, Numerische Mathematik sowie Realzeitsysteme. Diese Querschnittstechnologien sind heute weitgehend im modernen Forschungs- und Entwicklungsprozess maschinenbaulicher Systeme fest verankert. Zusätzlich sind Fächer aus dem Technischen Ergänzungskurs für TMBMS (laut FSPO) frei wählbar.

Modul M0633: Industrial Process Automation			
<b>Lehrveranstaltungen</b>			
<b>Titel</b>	<b>Typ</b>	<b>SWS</b>	<b>LP</b>
Prozessautomatisierungstechnik (L0344)	Vorlesung	2	3
Prozessautomatisierungstechnik (L0345)	Gruppenübung	2	3
<b>Modulverantwortlicher</b>	Prof. Alexander Schlaefer		
<b>Zulassungsvoraussetzungen</b>	None		
<b>Empfohlene Vorkenntnisse</b>	mathematics and optimization methods principles of automata principles of algorithms and data structures programming skills		
<b>Modulziele/ angestrebte Lernergebnisse</b>	Nach erfolgreicher Teilnahme haben die Studierenden die folgenden Lernergebnisse erreicht		
<b>Fachkompetenz</b>	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.		
<b>Personale Kompetenzen</b>			
<i>Sozialkompetenz</i>	The students work in teams to solve problems.		
<i>Selbstständigkeit</i>	The students can reflect their knowledge and document the results of their work.		
<b>Arbeitsaufwand in Stunden</b>	Eigenstudium 124, Präsenzstudium 56		
<b>Leistungspunkte</b>	6		
<b>Studienleistung</b>	<b>Verpflichten</b>	<b>Bonus</b>	<b>Art der Studienleistung</b> <b>Beschreibung</b>
	Ja	10 %	Übungsaufgaben
<b>Prüfung</b>	Klausur		
<b>Prüfungsdauer und -umfang</b>	90 Minuten		
<b>Zuordnung zu folgenden Curricula</b>	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 Intelligence Engineering: Wahlpflicht Elektrotechnik: Vertiefung Regelungs- und Energietechnik: Wahlpflicht Flugzeug-Systemtechnik: Vertiefung Kabinensysteme: Wahlpflicht Informatik-Ingenieurwesen: Vertiefung Systemtechnik - Robotik: Wahlpflicht International Production Management: Vertiefung Produktionstechnik: Wahlpflicht Internationales Wirtschaftsingenieurwesen: Vertiefung II. Mechatronik: Wahlpflicht Mechanical Engineering and Management: Vertiefung Mechatronik: Wahlpflicht Mechatronics: Vertiefung Intelligente Systeme und Robotik: Wahlpflicht Theoretischer Maschinenbau: Vertiefung Numerik und Informatik: Wahlpflicht Theoretischer Maschinenbau: Technischer Ergänzungskurs: Wahlpflicht Verfahrenstechnik: Vertiefung Chemische Verfahrenstechnik: Wahlpflicht Verfahrenstechnik: Vertiefung Allgemeine Verfahrenstechnik: Wahlpflicht		

Lehrveranstaltung L0344: Industrial Process Automation	
<b>Typ</b>	Vorlesung
<b>SWS</b>	2
<b>LP</b>	3
<b>Arbeitsaufwand in Stunden</b>	Eigenstudium 62, Präsenzstudium 28
<b>Dozenten</b>	Prof. Alexander Schläefer
<b>Sprachen</b>	EN
<b>Zeitraum</b>	WiSe
<b>Inhalt</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- foundations of problem solving and system modeling, discrete event systems</li> <li>- properties of processes, modeling using automata and Petri-nets</li> <li>- design considerations for processes (mutex, deadlock avoidance, liveness)</li> <li>- optimal scheduling for processes</li> <li>- optimal decisions when planning manufacturing systems, decisions under uncertainty</li> <li>- software design and software architectures for automation, PLCs</li> </ul>
<b>Literatur</b>	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	
<b>Typ</b>	Gruppenübung
<b>SWS</b>	2
<b>LP</b>	3
<b>Arbeitsaufwand in Stunden</b>	Eigenstudium 62, Präsenzstudium 28
<b>Dozenten</b>	Prof. Alexander Schläefer
<b>Sprachen</b>	EN
<b>Zeitraum</b>	WiSe
<b>Inhalt</b>	Siehe korrespondierende Vorlesung
<b>Literatur</b>	Siehe korrespondierende Vorlesung

Modul M1222: Design and Implementation of Software Systems			
<b>Lehrveranstaltungen</b>			
<b>Titel</b>	<b>Typ</b>	<b>SWS</b>	<b>LP</b>
Entwurf und Implementierung von Software-Systemen (L1657)	Vorlesung	2	3
Entwurf und Implementierung von Software-Systemen (L1658)	Laborpraktikum	2	3
<b>Modulverantwortlicher</b>	Prof. Bernd-Christian Renner		
<b>Zulassungsvoraussetzungen</b>	None		
<b>Empfohlene Vorkenntnisse</b>	- Imperativ programming languages (C, Pascal, Fortran or similar) - Simple data types (integer, double, char, boolean), arrays, if-then-else, for, while, procedure and function calls		
<b>Modulziele/ angestrebte Lernergebnisse</b>	Nach erfolgreicher Teilnahme haben die Studierenden die folgenden Lernergebnisse erreicht		
<b>Fachkompetenz</b>	<i>Wissen</i> Students are able to describe mechatronic systems and define requirements. <i>Fertigkeiten</i> Students are able to design and implement mechatronic systems. They are able to argue the combination of Hard- and Software and the interfaces.		
<b>Personale Kompetenzen</b>	<i>Sozialkompetenz</i> Students are able to work goal-oriented in small mixed groups, learning and broadening teamwork abilities and define task within the team. <i>Selbstständigkeit</i> Students are able to solve individually exercises related to this lecture with instructional direction. Students are able to plan, execute and summarize a mechatronic experiment.		
<b>Arbeitsaufwand in Stunden</b>	Eigenstudium 124, Präsenzstudium 56		
<b>Leistungspunkte</b>	6		
<b>Studienleistung</b>	Keine		
<b>Prüfung</b>	Klausur		
<b>Prüfungsdauer und -umfang</b>	90 min		
<b>Zuordnung zu folgenden Curricula</b>	Mechatronics: Kernqualifikation: Pflicht Theoretischer Maschinenbau: Vertiefung Numerik und Informatik: Wahlpflicht Theoretischer Maschinenbau: Technischer Ergänzungskurs: Wahlpflicht		

Lehrveranstaltung L1657: Design and Implementation of Software Systems	
<b>Typ</b>	Vorlesung
<b>SWS</b>	2
<b>LP</b>	3
<b>Arbeitsaufwand in Stunden</b>	Eigenstudium 62, Präsenzstudium 28
<b>Dozenten</b>	Prof. Bernd-Christian Renner
<b>Sprachen</b>	EN
<b>Zeitraum</b>	WiSe
<b>Inhalt</b>	This course covers software design and implementation of mechatronic systems, tools for automation in Java. Content: <ul style="list-style-type: none"> <li>• Introduction to software techniques</li> <li>• Procedural Programming</li> <li>• Object oriented software design</li> <li>• Java</li> <li>• Event based programming</li> <li>• Formal methods</li> </ul>
<b>Literatur</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• "The Pragmatic Programmer: From Journeyman to Master" Andrew Hunt, David Thomas, Ward Cunningham</li> <li>• "Core LEGO MINDSTORMS Programming: Unleash the Power of the Java Platform" Brian Bagnall Prentice Hall PTR, 1st edition (March, 2002) ISBN 0130093645</li> <li>• "Objects First with Java: A Practical Introduction using BlueJ" David J. Barnes &amp; Michael Kölling Prentice Hall/ Pearson Education; 2003, ISBN 0-13-044929-6</li> </ul>

Lehrveranstaltung L1658: Design and Implementation of Software Systems	
<b>Typ</b>	Laborpraktikum
<b>SWS</b>	2
<b>LP</b>	3
<b>Arbeitsaufwand in Stunden</b>	Eigenstudium 62, Präsenzstudium 28
<b>Dozenten</b>	Prof. Bernd-Christian Renner
<b>Sprachen</b>	EN
<b>Zeitraum</b>	WiSe
<b>Inhalt</b>	Siehe korrespondierende Vorlesung
<b>Literatur</b>	Siehe korrespondierende Vorlesung

<b>Modul M0551: Pattern Recognition and Data Compression</b>			
<b>Lehrveranstaltungen</b>			
<b>Titel</b>		<b>Typ</b>	
Mustererkennung und Datenkompression (L0128)		Vorlesung	
		<b>SWS</b>	<b>LP</b>
		4	6
<b>Modulverantwortlicher</b>	Prof. Rolf-Rainer Grigat		
<b>Zulassungsvoraussetzungen</b>	None		
<b>Empfohlene Vorkenntnisse</b>	Linear algebra (including PCA, unitary transforms), stochastics and statistics, binary arithmetics		
<b>Modulziele/ angestrebte Lernergebnisse</b>	Nach erfolgreicher Teilnahme haben die Studierenden die folgenden Lernergebnisse erreicht		
<b>Fachkompetenz</b>	Students can name the basic concepts of pattern recognition and data compression.		
<i>Wissen</i>	Students are able to discuss logical connections between the concepts covered in the course and to explain them by means of examples.		
<i>Fertigkeiten</i>	Students can apply statistical methods to classification problems in pattern recognition and to prediction in data compression. On a sound theoretical and methodical basis they can analyze characteristic value assignments and classifications and describe data compression and video signal coding. They are able to use highly sophisticated methods and processes of the subject area. Students are capable of assessing different solution approaches in multidimensional decision-making areas.		
<b>Personale Kompetenzen</b>			
<i>Sozialkompetenz</i>	k.A.		
<i>Selbstständigkeit</i>	Students are capable of identifying problems independently and of solving them scientifically, using the methods they have learnt.		
<b>Arbeitsaufwand in Stunden</b>	Eigenstudium 124, Präsenzstudium 56		
<b>Leistungspunkte</b>	6		
<b>Studienleistung</b>	Keine		
<b>Prüfung</b>	Klausur		
<b>Prüfungsdauer und -umfang</b>	60 Minuten, Umfang Vorlesung und Materialien im StudIP		
<b>Zuordnung zu folgenden Curricula</b>	Computer Science: Vertiefung Intelligence Engineering: Wahlpflicht Elektrotechnik: Vertiefung Nachrichten- und Kommunikationstechnik: Wahlpflicht Informatik-Ingenieurwesen: Vertiefung Systemtechnik - Robotik: Wahlpflicht Informatik-Ingenieurwesen: Vertiefung Informations- und Kommunikationstechnik: 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 Internationales Wirtschaftsingenieurwesen: Vertiefung II. Elektrotechnik: Wahlpflicht Theoretischer Maschinenbau: Vertiefung Numerik und Informatik: Wahlpflicht Theoretischer Maschinenbau: Technischer Ergänzungskurs: Wahlpflicht		

Lehrveranstaltung L0128: Pattern Recognition and Data Compression	
<b>Typ</b>	Vorlesung
<b>SWS</b>	4
<b>LP</b>	6
<b>Arbeitsaufwand in Stunden</b>	Eigenstudium 124, Präsenzstudium 56
<b>Dozenten</b>	Prof. Rolf-Rainer Grigat
<b>Sprachen</b>	EN
<b>Zeitraum</b>	SoSe
<b>Inhalt</b>	<p>Structure of a pattern recognition system, statistical decision theory, classification based on statistical models, polynomial regression, dimension reduction, multilayer perceptron regression, radial basis functions, support vector machines, unsupervised learning and clustering, algorithm-independent machine learning, mixture models and EM, adaptive basis function models and boosting, Markov random fields</p> <p>Information, entropy, redundancy, mutual information, Markov processes, basic coding schemes (code length, run length coding, prefix-free codes), entropy coding (Huffman, arithmetic coding), dictionary coding (LZ77/Deflate/LZMA2, LZ78/LZW), prediction, DPCM, CALIC, quantization (scalar and vector quantization), transform coding, prediction, decorrelation (DPCM, DCT, hybrid DCT, JPEG, JPEG-LS), motion estimation, subband coding, wavelets, HEVC (H.265, MPEG-H)</p>
<b>Literatur</b>	<p>Schürmann: Pattern Classification, Wiley 1996                      Murphy, Machine Learning, MIT Press, 2012                      Barber, Bayesian Reasoning and Machine Learning, Cambridge, 2012                      Duda, Hart, Stork: Pattern Classification, Wiley, 2001                      Bishop: Pattern Recognition and Machine Learning, Springer 2006</p> <p>Salomon, Data Compression, the Complete Reference, Springer, 2000                      Sayood, Introduction to Data Compression, Morgan Kaufmann, 2006                      Ohm, Multimedia Communication Technology, Springer, 2004                      Solari, Digital video and audio compression, McGraw-Hill, 1997                      Tekalp, Digital Video Processing, Prentice Hall, 1995</p>

<b>Modul M0627: Machine Learning and Data Mining</b>			
<b>Lehrveranstaltungen</b>			
<b>Titel</b>	<b>Typ</b>	<b>SWS</b>	<b>LP</b>
Maschinelles Lernen und Data Mining (L0340)	Vorlesung	2	4
Maschinelles Lernen und Data Mining (L0510)	Gruppenübung	2	2
<b>Modulverantwortlicher</b>	NN		
<b>Zulassungsvoraussetzungen</b>	None		
<b>Empfohlene Vorkenntnisse</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Calculus</li> <li>Stochastics</li> </ul>		
<b>Modulziele/ angestrebte Lernergebnisse</b>	Nach erfolgreicher Teilnahme haben die Studierenden die folgenden Lernergebnisse erreicht		
<b>Fachkompetenz</b>	<p><i>Wissen</i></p> <p>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></p> <p>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>		
<b>Personale Kompetenzen</b>	<p><i>Sozialkompetenz</i></p> <p><i>Selbstständigkeit</i></p>		
<b>Arbeitsaufwand in Stunden</b>	Eigenstudium 124, Präsenzstudium 56		
<b>Leistungspunkte</b>	6		
<b>Studienleistung</b>	Keine		
<b>Prüfung</b>	Klausur		
<b>Prüfungsdauer und -umfang</b>	90 Minuten		
<b>Zuordnung zu folgenden Curricula</b>	Computer Science: Vertiefung Intelligence Engineering: Wahlpflicht Informatik-Ingenieurwesen: Vertiefung Systemtechnik - Robotik: Wahlpflicht Internationales Wirtschaftsingenieurwesen: Vertiefung II. Informationstechnologie: Wahlpflicht Theoretischer Maschinenbau: Vertiefung Numerik und Informatik: Wahlpflicht Theoretischer Maschinenbau: Technischer Ergänzungskurs: Wahlpflicht		

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

Lehrveranstaltung L0510: Machine Learning and Data Mining	
<b>Typ</b>	Gruppenübung
<b>SWS</b>	2
<b>LP</b>	2
<b>Arbeitsaufwand in Stunden</b>	Eigenstudium 32, Präsenzstudium 28
<b>Dozenten</b>	Rainer Marrone
<b>Sprachen</b>	EN
<b>Zeitraum</b>	SoSe
<b>Inhalt</b>	Siehe korrespondierende Vorlesung
<b>Literatur</b>	Siehe korrespondierende Vorlesung

Modul M182: Technischer Ergänzungskurs für TMBMS (laut FSPO)			
Lehrveranstaltungen			
Titel	Typ	SWS	LP
<b>Modulverantwortlicher</b>	Prof. Robert Seifried		
<b>Zulassungsvoraussetzungen</b>	Keine		
<b>Empfohlene Vorkenntnisse</b>	Siehe gewähltes Modul laut FSPO		
<b>Modulziele/ angestrebte Lernergebnisse</b>	Nach erfolgreicher Teilnahme haben die Studierenden die folgenden Lernergebnisse erreicht		
<b>Fachkompetenz</b>			
<i>Wissen</i>	Siehe gewähltes Modul laut FSPO		
<i>Fertigkeiten</i>	Siehe gewähltes Modul laut FSPO		
<b>Personale Kompetenzen</b>			
<i>Sozialkompetenz</i>	Siehe gewähltes Modul laut FSPO		
<i>Selbstständigkeit</i>	Siehe gewähltes Modul laut FSPO		
<b>Arbeitsaufwand in Stunden</b>	Abhängig von der Wahl der Lehrveranstaltungen		
<b>Leistungspunkte</b>	6		
<b>Zuordnung zu folgenden Curricula</b>	Theoretischer Maschinenbau: Vertiefung Produktentwicklung und Produktion: Wahlpflicht Theoretischer Maschinenbau: Vertiefung Flugzeug-Systemtechnik: Wahlpflicht Theoretischer Maschinenbau: Vertiefung Werkstofftechnik: Wahlpflicht Theoretischer Maschinenbau: Vertiefung Maritime Technik: Wahlpflicht Theoretischer Maschinenbau: Vertiefung Energietechnik: Wahlpflicht Theoretischer Maschinenbau: Vertiefung Numerik und Informatik: Wahlpflicht Theoretischer Maschinenbau: Vertiefung Bio- und Medizintechnik: Wahlpflicht		

Modul M0653: Hochleistungsrechnen			
<b>Lehrveranstaltungen</b>			
<b>Titel</b>		<b>Typ</b>	<b>SWS</b> <b>LP</b>
Grundlagen des Hochleistungsrechnens (L0242)		Vorlesung	2              3
Grundlagen des Hochleistungsrechnens (L1416)		Projekt-/problembasierte Lehrveranstaltung	2              3
<b>Modulverantwortlicher</b>	Prof. Thomas Rung		
<b>Zulassungsvoraussetzungen</b>	Keine		
<b>Empfohlene Vorkenntnisse</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Allgemeine Grundlagen der angewandten Informationstechnik</li> <li>• Programmierkenntnisse in einer höheren Programmiersprache</li> </ul>		
<b>Modulziele/ angestrebte Lernergebnisse</b>	Nach erfolgreicher Teilnahme haben die Studierenden die folgenden Lernergebnisse erreicht		
<b>Fachkompetenz</b>	<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>		
<b>Personale Kompetenzen</b>	<p><i>Sozialkompetenz</i> Studierende sind befähigt im Team Algorithmen zu entwickeln und zu kodieren.</p> <p><i>Selbstständigkeit</i></p>		
<b>Arbeitsaufwand in Stunden</b>	Eigenstudium 124, Präsenzstudium 56		
<b>Leistungspunkte</b>	6		
<b>Studienleistung</b>	Keine		
<b>Prüfung</b>	Klausur		
<b>Prüfungsdauer und -umfang</b>	1.5h		
<b>Zuordnung zu folgenden Curricula</b>	Elektrotechnik: Vertiefung Modellierung und Simulation: Wahlpflicht Informatik-Ingenieurwesen: Vertiefung Wissenschaftliches Rechnen: Wahlpflicht Schiffbau und Meerestechnik: Kernqualifikation: Wahlpflicht Theoretischer Maschinenbau: Vertiefung Numerik und Informatik: Wahlpflicht Theoretischer Maschinenbau: Technischer Ergänzungskurs: Wahlpflicht		

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

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

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

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

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

<b>Modul M0711: Numerische Mathematik II</b>			
<b>Lehrveranstaltungen</b>			
<b>Titel</b>	<b>Typ</b>	<b>SWS</b>	<b>LP</b>
Numerische Mathematik II (L0568)	Vorlesung	2	3
Numerische Mathematik II (L0569)	Gruppenübung	2	3
<b>Modulverantwortlicher</b>	Prof. Sabine Le Borne		
<b>Zulassungsvoraussetzungen</b>	Keine		
<b>Empfohlene Vorkenntnisse</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Numerische Mathematik I</li> <li>• MATLAB Kenntnisse</li> </ul>		
<b>Modulziele/ angestrebte Lernergebnisse</b>	Nach erfolgreicher Teilnahme haben die Studierenden die folgenden Lernergebnisse erreicht		
<b>Fachkompetenz</b>	<p>Studierende können</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• weiterführende numerische Verfahren zur Interpolation, Integration, Lösung von Ausgleichproblemen, Lösung von Eigenwertproblemen und nichtlinearen Nullstellenproblemen benennen und deren Kernideen erläutern,</li> <li>• Konvergenzaussagen zu den numerischen Methoden wiedergeben,</li> <li>• Konvergenzbeweise skizzieren,</li> <li>• Aspekte der praktischen Durchführung numerischer Verfahren im Hinblick auf Rechenzeit und Speicherbedarf erklären.</li> </ul>		
<i>Wissen</i>			
<b>Fertigkeiten</b>	<p>Studierende sind in der Lage,</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• vertiefende numerische Methoden in MATLAB zu implementieren, anzuwenden und zu vergleichen,</li> <li>• das Konvergenzverhalten numerischer Methoden in Abhängigkeit vom gestellten Problem und des verwendeten Lösungsalgorithmus zu begründen und auf verwandte Problemstellungen zu übertragen</li> <li>• zu gegebener Problemstellung einen geeigneten Lösungsansatz zu entwickeln, gegebenenfalls durch Zusammensetzen mehrerer Algorithmen, diesen durchzuführen und die Ergebnisse kritisch auszuwerten.</li> </ul>		
<i>Fertigkeiten</i>			
<b>Personale Kompetenzen</b>	<p>Studierende können</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• 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.</li> </ul>		
<i>Sozialkompetenz</i>			
<b>Selbstständigkeit</b>	<p>Studierende sind fähig,</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• selbst einzuschätzen, ob sie die begleitenden theoretischen und praktischen Übungsaufgaben besser allein oder im Team lösen,</li> <li>• ihren Lernstand konkret zu beurteilen und gegebenenfalls gezielt Fragen zu stellen und Hilfe zu suchen.</li> </ul>		
<i>Selbstständigkeit</i>			
<b>Arbeitsaufwand in Stunden</b>	Eigenstudium 124, Präsenzstudium 56		
<b>Leistungspunkte</b>	6		
<b>Studienleistung</b>	Keine		
<b>Prüfung</b>	Mündliche Prüfung		
<b>Prüfungsdauer und -umfang</b>	25 min		
<b>Zuordnung zu folgenden Curricula</b>	Computer Science: Vertiefung Intelligence Engineering: Wahlpflicht Computer Science: Vertiefung Computer and Software Engineering: Wahlpflicht Informatik-Ingenieurwesen: Vertiefung Systemtechnik - Robotik: Wahlpflicht Informatik-Ingenieurwesen: Vertiefung Wissenschaftliches Rechnen: Wahlpflicht Informatik-Ingenieurwesen (Weiterentwicklung): Vertiefung Kernfächer Mathematik (2 Kurse): Wahlpflicht Technomathematik: Vertiefung I. Mathematik: Wahlpflicht Theoretischer Maschinenbau: Vertiefung Numerik und Informatik: Wahlpflicht Theoretischer Maschinenbau: Technischer Ergänzungskurs: Wahlpflicht		

Lehrveranstaltung L0568: Numerische Mathematik II	
<b>Typ</b>	Vorlesung
<b>SWS</b>	2
<b>LP</b>	3
<b>Arbeitsaufwand in Stunden</b>	Eigenstudium 62, Präsenzstudium 28
<b>Dozenten</b>	Prof. Sabine Le Borne, Dr. Patricio Farrell
<b>Sprachen</b>	DE/EN
<b>Zeitraum</b>	SoSe
<b>Inhalt</b>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Fehler und Stabilität: Begriffe und Abschätzungen</li> <li>2. Interpolation: Rationale und trigonometrische Interpolation</li> <li>3. Quadratur: Gauß-Quadratur, Orthogonalpolynome</li> <li>4. Lineare Systeme: Perturbationstheorie von Zerlegungen, strukturierte Matrizen</li> <li>5. Eigenwertaufgaben: LR-, QD-, QR-Algorithmus</li> <li>6. Krylovraum-Verfahren: Arnoldi-, Lanczos-Verfahren</li> </ol>
<b>Literatur</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Stoer/Bulirsch: Numerische Mathematik 1, Springer</li> <li>• Dahmen, Reusken: Numerik für Ingenieure und Naturwissenschaftler, Springer</li> </ul>

Lehrveranstaltung L0569: Numerische Mathematik II	
<b>Typ</b>	Gruppenübung
<b>SWS</b>	2
<b>LP</b>	3
<b>Arbeitsaufwand in Stunden</b>	Eigenstudium 62, Präsenzstudium 28
<b>Dozenten</b>	Prof. Sabine Le Borne, Dr. Patricio Farrell
<b>Sprachen</b>	DE/EN
<b>Zeitraum</b>	SoSe
<b>Inhalt</b>	Siehe korrespondierende Vorlesung
<b>Literatur</b>	Siehe korrespondierende Vorlesung



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

<b>Modul M1248: Compiler für Eingebettete Systeme</b>			
<b>Lehrveranstaltungen</b>			
<b>Titel</b>		<b>Typ</b>	<b>SWS</b>
Compiler für Eingebettete Systeme (L1692)		Vorlesung	3
Compiler für Eingebettete Systeme (L1693)		Projekt-/problembasierte Lehrveranstaltung	1 2
<b>Modulverantwortlicher</b>	Prof. Heiko Falk		
<b>Zulassungsvoraussetzungen</b>	Keine		
<b>Empfohlene Vorkenntnisse</b>	Modul "Eingebettete Systeme" C/C++ Programmierkenntnisse		
<b>Modulziele/ angestrebte Lernergebnisse</b>	Nach erfolgreicher Teilnahme haben die Studierenden die folgenden Lernergebnisse erreicht		
<b>Fachkompetenz</b>	<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"> <li>Struktur und Aufbau derartiger Compiler aufzuzeigen,</li> <li>interne Zwischendarstellungen auf verschiedenen Abstraktionsniveaus zu unterscheiden und zu erklären, und</li> <li>Probleme und Optimierungen in allen Compilerphasen zu beurteilen.</li> </ul> <p><i>Wissen</i></p> <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"> <li>welche Arten von Optimierungen es auf Quellcode-Niveau gibt,</li> <li>wie die Übersetzung von der Quellsprache nach Assembler abläuft,</li> <li>welche Arten von Optimierungen auf Assembler-Niveau durchzuführen sind,</li> <li>wie die Registerallokation vonstatten geht, und</li> <li>wie Speicherhierarchien effizient ausgenutzt werden.</li> </ul> <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>		
<b>Personale Kompetenzen</b>			
<i>Sozialkompetenz</i>	Die Studierenden sind nach Abschluss des Moduls in der Lage, ähnliche Aufgaben alleine oder in einer Gruppe zu bearbeiten und die Resultate geeignet zu präsentieren.		
<i>Selbstständigkeit</i>	Die Studierenden sind nach Abschluss des Moduls in der Lage, sich Teilbereiche des Fachgebietes anhand von Fachliteratur selbständig zu erarbeiten, das erworbene Wissen zusammenzufassen, zu präsentieren und es mit den Inhalten anderer Lehrveranstaltungen zu verknüpfen.		
<b>Arbeitsaufwand in Stunden</b>	Eigenstudium 124, Präsenzstudium 56		
<b>Leistungspunkte</b>	6		
<b>Studienleistung</b>	Keine		
<b>Prüfung</b>	Mündliche Prüfung		
<b>Prüfungsdauer und -umfang</b>	30 min		
<b>Zuordnung zu folgenden Curricula</b>	Computer Science: Vertiefung Computer and Software Engineering: Wahlpflicht Elektrotechnik: Vertiefung Nachrichten- und Kommunikationstechnik: Wahlpflicht Informatik-Ingenieurwesen: Vertiefung Informations- und Kommunikationstechnik: Wahlpflicht Mechatronics: Vertiefung Intelligente Systeme und Robotik: Wahlpflicht Mechatronics: Vertiefung Systementwurf: Wahlpflicht Mechatronics: Technischer Ergänzungskurs: Wahlpflicht Theoretischer Maschinenbau: Vertiefung Numerik und Informatik: Wahlpflicht Theoretischer Maschinenbau: Technischer Ergänzungskurs: Wahlpflicht		

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

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

<b>Modul M0881: Mathematische Bildverarbeitung</b>			
<b>Lehrveranstaltungen</b>			
<b>Titel</b>	<b>Typ</b>	<b>SWS</b>	<b>LP</b>
Mathematische Bildverarbeitung (L0991)	Vorlesung	3	4
Mathematische Bildverarbeitung (L0992)	Gruppenübung	1	2
<b>Modulverantwortlicher</b>	Prof. Marko Lindner		
<b>Zulassungsvoraussetzungen</b>	Keine		
<b>Empfohlene Vorkenntnisse</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Analysis: partielle Ableitungen, Gradient, Richtungsableitung</li> <li>Lineare Algebra: Eigenwerte, lineares Ausgleichsproblem</li> </ul>		
<b>Modulziele/ angestrebte Lernergebnisse</b>	Nach erfolgreicher Teilnahme haben die Studierenden die folgenden Lernergebnisse erreicht		
<b>Fachkompetenz</b>	<p>Die Studierenden können</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Klassen von Diffusionsgleichungen charakterisieren und vergleichen</li> <li>elementare Methoden der Bildverarbeitung erklären</li> <li>Methoden zur Segmentierung und Registrierung erläutern</li> <li>funktionalanalytische Grundlagen skizzieren und gegenüberstellen</li> </ul>		
<i>Wissen</i>			
<b>Fertigkeiten</b>	<p>Die Studierenden können</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>elementare Methoden der Bildverarbeitung implementieren und anwenden</li> <li>moderne Methoden der Bildverarbeitung erklären und anwenden</li> </ul>		
<i>Fertigkeiten</i>			
<b>Personale Kompetenzen</b>	<p>Studierende können in heterogen zusammengesetzten Teams (d.h. aus unterschiedlichen Studiengängen und mit unterschiedlichem Hintergrundwissen) zusammenarbeiten und sich theoretische Grundlagen erklären.</p>		
<i>Sozialkompetenz</i>			
<b>Selbstständigkeit</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Studierende können eigenständig ihr Verständnis mathematischer Konzepte überprüfen, noch offene Fragen auf den Punkt bringen und sich gegebenenfalls gezielt Hilfe holen.</li> <li>Studierende haben eine genügend hohe Ausdauer entwickelt, um auch über längere Zeiträume an schwierigen Problemstellungen zu arbeiten.</li> </ul>		
<i>Selbstständigkeit</i>			
<b>Arbeitsaufwand in Stunden</b>	Eigenstudium 124, Präsenzstudium 56		
<b>Leistungspunkte</b>	6		
<b>Studienleistung</b>	Keine		
<b>Prüfung</b>	Mündliche Prüfung		
<b>Prüfungsdauer und -umfang</b>	20 min		
<b>Zuordnung zu folgenden Curricula</b>	Bioverfahrenstechnik: Vertiefung A - Allgemeine Bioverfahrenstechnik: Wahlpflicht Computer Science: Vertiefung Intelligence Engineering: Wahlpflicht Elektrotechnik: Vertiefung Modellierung und Simulation: Wahlpflicht Informatik-Ingenieurwesen: Vertiefung Systemtechnik - Robotik: Wahlpflicht Informatik-Ingenieurwesen (Weiterentwicklung): Vertiefung Kernfächer Mathematik (2 Kurse): Wahlpflicht Mechatronics: Technischer Ergänzungskurs: Wahlpflicht Technomathematik: Vertiefung I. Mathematik: Wahlpflicht Theoretischer Maschinenbau: Vertiefung Numerik und Informatik: Wahlpflicht Theoretischer Maschinenbau: Technischer Ergänzungskurs: Wahlpflicht Verfahrenstechnik: Vertiefung Allgemeine Verfahrenstechnik: Wahlpflicht		

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

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

Modul M0716: Hierarchische Algorithmen			
<b>Lehrveranstaltungen</b>			
<b>Titel</b>	<b>Typ</b>	<b>SWS</b>	<b>LP</b>
Hierarchische Algorithmen (L0585)	Vorlesung	2	3
Hierarchische Algorithmen (L0586)	Gruppenübung	2	3
<b>Modulverantwortlicher</b>	Prof. Sabine Le Borne		
<b>Zulassungsvoraussetzungen</b>	Keine		
<b>Empfohlene Vorkenntnisse</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Mathematik I, II, III für Ingenieurstudierende (deutsch oder englisch) oder Analysis &amp; Lineare Algebra I + II sowie Analysis III für Technomathematiker</li> <li>• Programmierkenntnisse in C</li> </ul>		
<b>Modulziele/ angestrebte Lernergebnisse</b>	Nach erfolgreicher Teilnahme haben die Studierenden die folgenden Lernergebnisse erreicht		
<b>Fachkompetenz</b>	Studierende können		
<i>Wissen</i>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Vertreter hierarchischer Algorithmen benennen und ihre grundlegenden Merkmale herausstellen,</li> <li>• Konstruktionstechniken hierarchischer Algorithmen erklären,</li> <li>• Aspekte der effizienten Implementierung von hierarchischen Algorithmen diskutieren.</li> </ul>		
<i>Fertigkeiten</i>	Studierende sind in der Lage, <ul style="list-style-type: none"> <li>• die in der Vorlesung behandelten hierarchischen Algorithmen zu implementieren,</li> <li>• den Speicherbedarf und die Rechenzeitkomplexität der Algorithmen zu analysieren,</li> <li>• die Algorithmen an Problemstellungen unterschiedlicher Anwendungen anzupassen und somit problemadaptierte Varianten zu entwickeln.</li> </ul>		
<b>Personale Kompetenzen</b>	Studierende können		
<i>Sozialkompetenz</i>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 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.</li> </ul>		
<i>Selbstständigkeit</i>	Studierende sind fähig, <ul style="list-style-type: none"> <li>• selbst einzuschätzen, ob sie die begleitenden theoretischen und praktischen Übungsaufgaben besser allein oder im Team lösen,</li> <li>• mit ausreichender Ausdauer komplexe Problemstellungen über längere Zeiträume zu bearbeiten,</li> <li>• ihren Lernstand konkret zu beurteilen und gegebenenfalls gezielt Fragen zu stellen und Hilfe zu suchen.</li> </ul>		
<b>Arbeitsaufwand in Stunden</b>	Eigenstudium 124, Präsenzstudium 56		
<b>Leistungspunkte</b>	6		
<b>Studienleistung</b>	Keine		
<b>Prüfung</b>	Mündliche Prüfung		
<b>Prüfungsdauer und -umfang</b>	20 min		
<b>Zuordnung zu folgenden Curricula</b>	Elektrotechnik: Vertiefung Modellierung und Simulation: Wahlpflicht Informatik-Ingenieurwesen: Vertiefung Wissenschaftliches Rechnen: Wahlpflicht Informatik-Ingenieurwesen (Weiterentwicklung): Vertiefung Kernfächer Mathematik (2 Kurse): Wahlpflicht Mathematical Modelling in Engineering: Theory, Numerics, Applications: Vertiefung II. Modelling and Simulation of Complex Systems (TUHH): Wahlpflicht Technomathematik: Vertiefung I. Mathematik: Wahlpflicht Theoretischer Maschinenbau: Vertiefung Numerik und Informatik: Wahlpflicht Theoretischer Maschinenbau: Technischer Ergänzungskurs: Wahlpflicht		

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

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

Modul M0550: Digital Image Analysis			
<b>Lehrveranstaltungen</b>			
<b>Titel</b>	<b>Typ</b>	<b>SWS</b>	<b>LP</b>
Digitale Bildanalyse (L0126)	Vorlesung	4	6
<b>Modulverantwortlicher</b>	Prof. Rolf-Rainer Grigat		
<b>Zulassungsvoraussetzungen</b>	None		
<b>Empfohlene Vorkenntnisse</b>	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		
<b>Modulziele/ angestrebte Lernergebnisse</b>	Nach erfolgreicher Teilnahme haben die Studierenden die folgenden Lernergebnisse erreicht		
<b>Fachkompetenz</b>	<p>Students can</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Describe imaging processes</li> <li>Depict the physics of sensorics</li> <li>Explain linear and non-linear filtering of signals</li> <li>Establish interdisciplinary connections in the subject area and arrange them in their context</li> <li>Interpret effects of the most important classes of imaging sensors and displays using mathematical methods and physical models.</li> </ul> <p>Students are able to</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Use highly sophisticated methods and procedures of the subject area</li> <li>Identify problems and develop and implement creative solutions.</li> </ul> <p>Students can solve simple arithmetical problems relating to the specification and design of image processing and image analysis systems.</p> <p>Students are able to assess different solution approaches in multidimensional decision-making areas.</p> <p>Students can undertake a prototypical analysis of processes in Matlab.</p>		
<b>Personale Kompetenzen</b>	<p><i>Wissen</i></p> <p><i>Fertigkeiten</i></p> <p><i>Sozialkompetenz</i></p> <p><i>Selbstständigkeit</i></p>		
<b>Arbeitsaufwand in Stunden</b>	Eigenstudium 124, Präsenzstudium 56		
<b>Leistungspunkte</b>	6		
<b>Studienleistung</b>	Keine		
<b>Prüfung</b>	Klausur		
<b>Prüfungsdauer und -umfang</b>	60 Minuten, Umfang Vorlesung und Materialien im StudIP		
<b>Zuordnung zu folgenden Curricula</b>	Computer Science: Vertiefung Intelligence Engineering: Wahlpflicht Elektrotechnik: Vertiefung Nachrichten- und Kommunikationstechnik: Wahlpflicht Elektrotechnik: Vertiefung Medizintechnik: Wahlpflicht Informatik-Ingenieurwesen: Vertiefung Systemtechnik - Robotik: 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: Technischer Ergänzungskurs: Wahlpflicht Theoretischer Maschinenbau: Vertiefung Numerik und Informatik: Wahlpflicht		

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

Modul M0586: Effiziente Algorithmen			
<b>Lehrveranstaltungen</b>			
<b>Titel</b>	<b>Typ</b>	<b>SWS</b>	<b>LP</b>
Effiziente Algorithmen (L0120)	Vorlesung	2	3
Effiziente Algorithmen (L1207)	Gruppenübung	2	3
<b>Modulverantwortlicher</b>	Prof. Siegfried Rump		
<b>Zulassungsvoraussetzungen</b>	Keine		
<b>Empfohlene Vorkenntnisse</b>	Programmieren in Matlab und/oder C Grundkenntnisse in diskreter Mathematik		
<b>Modulziele/ angestrebte Lernergebnisse</b>	Nach erfolgreicher Teilnahme haben die Studierenden die folgenden Lernergebnisse erreicht		
<b>Fachkompetenz</b>	Die Studierenden können die grundlegenden Theorien, Zusammenhänge und Methoden der Netzwerkalgorithmen und insbesondere deren Datenstrukturen erklären.		
<i>Wissen</i>	Sie können das Rechenzeitverhalten wesentlicher Netzwerkalgorithmen beschreiben und analysieren. Die Studierenden können insbesondere zwischen effizient lösbaren und NP-harten Aufgabenstellungen diskriminieren.		
<i>Fertigkeiten</i>	Die Studenten können komplexe Problemstellungen analysieren und die Möglichkeiten der Transformation in Netzwerkalgorithmen bestimmen. Sie können grundlegende Algorithmen und Datenstrukturen der linearen Optimierung und Netzwerktheorie effizient implementieren und mögliche Schwachstellen identifizieren. Sie können die Auswirkung der Nutzung verschiedener effizienter Datenstrukturen selbständig analysieren und jene gegebenenfalls einsetzen.		
<b>Personale Kompetenzen</b>	Die Studierenden können in kleinen Gruppen fachspezifische Aufgaben gemeinsam bearbeiten und Ergebnisse in geeigneter Weise präsentieren, zum Beispiel während Kleingruppenübungen.		
<i>Sozialkompetenz</i>			
<i>Selbstständigkeit</i>	Die Studierenden sind in der Lage, die notwendigen Informationen aus den angegebenen Literaturquellen zu beschaffen und in den Kontext der Vorlesung zu setzen. Sie können ihren Wissensstand mit Hilfe vorlesungsbegleitender Maßnahmen (Quiz-Fragen in den Vorlesungen, klausurnahe Aufgaben) kontinuierlich überprüfen und auf dieser Basis ihre Lernprozesse steuern.		
<b>Arbeitsaufwand in Stunden</b>	Eigenstudium 124, Präsenzstudium 56		
<b>Leistungspunkte</b>	6		
<b>Studienleistung</b>	Keine		
<b>Prüfung</b>	Klausur		
<b>Prüfungsdauer und -umfang</b>	90 min		
<b>Zuordnung zu folgenden Curricula</b>	Computer Science: Vertiefung Computer and Software Engineering: Wahlpflicht Elektrotechnik: Vertiefung Modellierung und Simulation: Wahlpflicht Informatik-Ingenieurwesen: Vertiefung Informations- und Kommunikationstechnik: Wahlpflicht Informatik-Ingenieurwesen: Vertiefung Systemtechnik - Robotik: Wahlpflicht Informatik-Ingenieurwesen: Vertiefung Wissenschaftliches Rechnen: Wahlpflicht Theoretischer Maschinenbau: Technischer Ergänzungskurs: Wahlpflicht Theoretischer Maschinenbau: Vertiefung Numerik und Informatik: Wahlpflicht		

Lehrveranstaltung L0120: Effiziente Algorithmen	
<b>Typ</b>	Vorlesung
<b>SWS</b>	2
<b>LP</b>	3
<b>Arbeitsaufwand in Stunden</b>	Eigenstudium 62, Präsenzstudium 28
<b>Dozenten</b>	Prof. Siegfried Rump
<b>Sprachen</b>	DE
<b>Zeitraum</b>	WiSe
<b>Inhalt</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Lineare Optimierung</li> <li>- Datenstrukturen</li> <li>- Leftist heaps</li> <li>- Minimum spanning tree</li> <li>- Shortest path</li> <li>- Maximum flow</li> <li>- NP-harte Probleme via max-cut</li> </ul>
<b>Literatur</b>	<p>R. E. Tarjan: Data Structures and Network Algorithms. CBMS 44, Society for Industrial and Applied Mathematics, Philadelphia, PA, 1983.</p> <p>Wesley, 2011 <a href="http://algs4.cs.princeton.edu/home/">http://algs4.cs.princeton.edu/home/</a></p> <p>V. Chvátal, "Linear Programming", Freeman, New York, 1983.</p>

Lehrveranstaltung L1207: Effiziente Algorithmen	
<b>Typ</b>	Gruppenübung
<b>SWS</b>	2
<b>LP</b>	3
<b>Arbeitsaufwand in Stunden</b>	Eigenstudium 62, Präsenzstudium 28
<b>Dozenten</b>	Prof. Siegfried Rump
<b>Sprachen</b>	DE
<b>Zeitraum</b>	WiSe
<b>Inhalt</b>	Siehe korrespondierende Vorlesung
<b>Literatur</b>	Siehe korrespondierende Vorlesung

Modul M1020: Numerik partieller Differentialgleichungen			
<b>Lehrveranstaltungen</b>			
<b>Titel</b>	<b>Typ</b>	<b>SWS</b>	<b>LP</b>
Numerik partieller Differentialgleichungen (L1247)	Vorlesung	2	3
Numerik partieller Differentialgleichungen (L1248)	Gruppenübung	2	3
<b>Modulverantwortlicher</b>	Prof. Sabine Le Borne		
<b>Zulassungsvoraussetzungen</b>	Keine		
<b>Empfohlene Vorkenntnisse</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Mathematik I - IV (für Ingenieurstudierende) <b>oder</b> Analysis &amp; Lineare Algebra I + II für Technomathematiker</li> <li>• Numerische Mathematik 1</li> <li>• Numerik gewöhnlicher Differentialgleichungen</li> </ul>		
<b>Modulziele/ angestrebte Lernergebnisse</b>	Nach erfolgreicher Teilnahme haben die Studierenden die folgenden Lernergebnisse erreicht		
<b>Fachkompetenz</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Die Studierenden können partielle Differentialgleichungen den drei Grundtypen zuordnen.</li> <li>• Sie kennen für jeden Typ die passenden numerischen Zugänge.</li> <li>• Sie kennen das Konvergenzverhalten dieser Verfahren.</li> </ul>		
<i>Wissen</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.		
<i>Fertigkeiten</i>			
<b>Personale Kompetenzen</b>	Studierende können in heterogen zusammengesetzten Teams (d.h. aus unterschiedlichen Studiengängen und mit unterschiedlichem Hintergrundwissen) zusammenarbeiten und sich theoretische Grundlagen erklären.		
<i>Sozialkompetenz</i>			
<i>Selbstständigkeit</i>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Studierende können eigenständig ihr Verständnis mathematischer Konzepte überprüfen, noch offene Fragen auf den Punkt bringen und sich gegebenenfalls gezielt Hilfe holen.</li> <li>• Studierende haben eine genügend hohe Ausdauer entwickelt, um auch über längere Zeiträume an schwierigen Problemstellungen zu arbeiten.</li> </ul>		
<b>Arbeitsaufwand in Stunden</b>	Eigenstudium 124, Präsenzstudium 56		
<b>Leistungspunkte</b>	6		
<b>Studienleistung</b>	Keine		
<b>Prüfung</b>	Mündliche Prüfung		
<b>Prüfungsdauer und -umfang</b>	25 min		
<b>Zuordnung zu folgenden Curricula</b>	Informatik-Ingenieurwesen: Vertiefung Wissenschaftliches Rechnen: Wahlpflicht Technomathematik: Vertiefung I. Mathematik: Wahlpflicht Technomathematik: Kernqualifikation: Wahlpflicht Theoretischer Maschinenbau: Technischer Ergänzungskurs: Wahlpflicht Theoretischer Maschinenbau: Vertiefung Numerik und Informatik: Wahlpflicht		

Lehrveranstaltung L1247: Numerik partieller Differentialgleichungen	
<b>Typ</b>	Vorlesung
<b>SWS</b>	2
<b>LP</b>	3
<b>Arbeitsaufwand in Stunden</b>	Eigenstudium 62, Präsenzstudium 28
<b>Dozenten</b>	Prof. Sabine Le Borne, Dr. Patricio Farrell
<b>Sprachen</b>	DE/EN
<b>Zeitraum</b>	WiSe
<b>Inhalt</b>	Elementare Theorie und Numerik Partielle Diferentialgleichungen: <ul style="list-style-type: none"> <li>• Typen partieller Differentialgleichungen</li> <li>• wohlgestellte Probleme</li> <li>• Finite Differenzen</li> <li>• Finite Elemente</li> <li>• Finite Volumen</li> <li>• Anwendungen</li> </ul>
<b>Literatur</b>	Dietrich Braess: Finite Elemente: Theorie, schnelle Löser und Anwendungen in der Elastizitätstheorie, Berlin u.a., Springer 2007 Susanne Brenner, Ridgway Scott: The Mathematical Theory of Finite Element Methods, Springer, 2008 Peter Deuffhard, Martin Weiser: Numerische Mathematik 3

Lehrveranstaltung L1248: Numerik partieller Differentialgleichungen	
<b>Typ</b>	Gruppenübung
<b>SWS</b>	2
<b>LP</b>	3
<b>Arbeitsaufwand in Stunden</b>	Eigenstudium 62, Präsenzstudium 28
<b>Dozenten</b>	Prof. Sabine Le Borne, Dr. Patricio Farrell
<b>Sprachen</b>	DE/EN
<b>Zeitraum</b>	WiSe
<b>Inhalt</b>	Siehe korrespondierende Vorlesung
<b>Literatur</b>	Siehe korrespondierende Vorlesung

Modul M0677: Digital Signal Processing and Digital Filters			
<b>Lehrveranstaltungen</b>			
<b>Titel</b>	<b>Typ</b>	<b>SWS</b>	<b>LP</b>
Digitale Signalverarbeitung und Digitale Filter (L0446)	Vorlesung	3	4
Digitale Signalverarbeitung und Digitale Filter (L0447)	Hörsaalübung	1	2
<b>Modulverantwortlicher</b>	Prof. Gerhard Bauch		
<b>Zulassungsvoraussetzungen</b>	None		
<b>Empfohlene Vorkenntnisse</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Mathematics 1-3</li> <li>• Signals and Systems</li> <li>• Fundamentals of signal and system theory as well as random processes.</li> <li>• Fundamentals of spectral transforms (Fourier series, Fourier transform, Laplace transform)</li> </ul>		
<b>Modulziele/ angestrebte Lernergebnisse</b>	Nach erfolgreicher Teilnahme haben die Studierenden die folgenden Lernergebnisse erreicht		
<b>Fachkompetenz</b>	<p>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 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>		
<i>Wissen</i>			
<i>Fertigkeiten</i>			
<b>Personale Kompetenzen</b>			
<i>Sozialkompetenz</i>	The students can jointly solve specific problems.		
<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.		
<b>Arbeitsaufwand in Stunden</b>	Eigenstudium 124, Präsenzstudium 56		
<b>Leistungspunkte</b>	6		
<b>Studienleistung</b>	Keine		
<b>Prüfung</b>	Klausur		
<b>Prüfungsdauer und -umfang</b>	90 min		
<b>Zuordnung zu folgenden Curricula</b>	Computer Science: Vertiefung Intelligence Engineering: Wahlpflicht Elektrotechnik: Vertiefung Nachrichten- und Kommunikationstechnik: Wahlpflicht Elektrotechnik: Vertiefung Regelungs- und Energietechnik: Wahlpflicht Informatik-Ingenieurwesen: Vertiefung Systemtechnik - Robotik: Wahlpflicht Informatik-Ingenieurwesen (Weiterentwicklung): Vertiefung Kernfächer Ingenieurwissenschaften (2 Kurse): 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 Microelectronics Complements: Wahlpflicht Microelectronics and Microsystems: Vertiefung Communication and Signal Processing: Wahlpflicht Theoretischer Maschinenbau: Vertiefung Numerik und Informatik: Wahlpflicht Theoretischer Maschinenbau: Technischer Ergänzungskurs: Wahlpflicht		

Lehrveranstaltung L0446: Digital Signal Processing and Digital Filters	
<b>Typ</b>	Vorlesung
<b>SWS</b>	3
<b>LP</b>	4
<b>Arbeitsaufwand in Stunden</b>	Eigenstudium 78, Präsenzstudium 42
<b>Dozenten</b>	Prof. Gerhard Bauch
<b>Sprachen</b>	EN
<b>Zeitraum</b>	WiSe
<b>Inhalt</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Transforms of discrete-time signals:                             <ul style="list-style-type: none"> <li>◦ Discrete-time Fourier Transform (DTFT)</li> <li>◦ Discrete Fourier-Transform (DFT), Fast Fourier Transform (FFT)</li> <li>◦ Z-Transform</li> </ul> </li> <li>• Correspondence of continuous-time and discrete-time signals, sampling, sampling theorem</li> <li>• Fast convolution, Overlap-Add-Method, Overlap-Save-Method</li> <li>• Fundamental structures and basic types of digital filters</li> <li>• Characterization of digital filters using pole-zero plots, important properties of digital filters</li> <li>• Quantization effects</li> <li>• Design of linear-phase filters</li> <li>• Fundamentals of stochastic signal processing and adaptive filters                             <ul style="list-style-type: none"> <li>◦ MMSE criterion</li> <li>◦ Wiener Filter</li> <li>◦ LMS- and RLS-algorithm</li> </ul> </li> <li>• Traditional and parametric methods of spectrum estimation</li> </ul>
<b>Literatur</b>	K.-D. Kammeyer, K. Kroschel: Digitale Signalverarbeitung. Vieweg Teubner. V. Oppenheim, R. W. Schafer, J. R. Buck: Zeitdiskrete Signalverarbeitung. Pearson StudiumA. V. W. Hess: Digitale Filter. Teubner. Oppenheim, R. W. Schafer: 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	
<b>Typ</b>	Hörsaalübung
<b>SWS</b>	1
<b>LP</b>	2
<b>Arbeitsaufwand in Stunden</b>	Eigenstudium 46, Präsenzstudium 14
<b>Dozenten</b>	Prof. Gerhard Bauch
<b>Sprachen</b>	EN
<b>Zeitraum</b>	WiSe
<b>Inhalt</b>	Siehe korrespondierende Vorlesung
<b>Literatur</b>	Siehe korrespondierende Vorlesung

<b>Modul M0549: Wissenschaftliches Rechnen und Genauigkeit</b>			
<b>Lehrveranstaltungen</b>			
<b>Titel</b>	<b>Typ</b>	<b>SWS</b>	<b>LP</b>
Einschließungsmethoden (L0122)	Vorlesung	2	3
Einschließungsmethoden (L1208)	Gruppenübung	2	3
<b>Modulverantwortlicher</b>	Prof. Siegfried Rump		
<b>Zulassungsvoraussetzungen</b>	Keine		
<b>Empfohlene Vorkenntnisse</b>	Grundkenntnisse in numerischer Mathematik		
<b>Modulziele/ angestrebte Lernergebnisse</b>	Nach erfolgreicher Teilnahme haben die Studierenden die folgenden Lernergebnisse erreicht		
<b>Fachkompetenz</b>	Die Studenten haben vertiefte Kenntnisse von numerischen und seminumerischen Methoden mit dem Ziel, prinzipiell exakte und genaue Fehlerschranken zu berechnen. Für diverse, grundlegende Problemstellungen kennen sie Algorithmen mit der Verifikation der Korrektheit des Resultats.		
<i>Wissen</i>			
<i>Fertigkeiten</i>	Die Studenten können für grundlegende Probleme Algorithmen entwerfen, die korrekte Fehlerschranken für die Lösung berechnen und gleichzeitig die Empfindlichkeit in bezug auf Variation der Eingabedaten analysieren.		
<b>Personale Kompetenzen</b>			
<i>Sozialkompetenz</i>	Die Studierenden können in kleinen Gruppen fachspezifische Aufgaben gemeinsam bearbeiten und Ergebnisse in geeigneter Weise präsentieren, zum Beispiel während Kleingruppenübungen.		
<i>Selbstständigkeit</i>	Die Studierenden sind in der Lage, die notwendigen Informationen aus den angegebenen Literaturquellen zu beschaffen und in den Kontext der Vorlesung zu setzen. Sie können ihren Wissensstand mit Hilfe vorlesungsbegleitender Maßnahmen (Quiz-Fragen in den Vorlesungen, klausurnahe Aufgaben) kontinuierlich überprüfen und auf dieser Basis ihre Lernprozesse steuern.		
<b>Arbeitsaufwand in Stunden</b>	Eigenstudium 124, Präsenzstudium 56		
<b>Leistungspunkte</b>	6		
<b>Studienleistung</b>	Keine		
<b>Prüfung</b>	Mündliche Prüfung		
<b>Prüfungsdauer und -umfang</b>	30 min		
<b>Zuordnung zu folgenden Curricula</b>	Bioverfahrenstechnik: Vertiefung A - Allgemeine Bioverfahrenstechnik: Wahlpflicht Computer Science: Vertiefung Intelligence Engineering: Wahlpflicht Computer Science: Vertiefung Computer and Software Engineering: Wahlpflicht Informatik-Ingenieurwesen: Vertiefung Systemtechnik - Robotik: Wahlpflicht Informatik-Ingenieurwesen: Vertiefung Wissenschaftliches Rechnen: Wahlpflicht Technomathematik: Vertiefung II. Informatik: Wahlpflicht Theoretischer Maschinenbau: Vertiefung Numerik und Informatik: Wahlpflicht Theoretischer Maschinenbau: Technischer Ergänzungskurs: Wahlpflicht Verfahrenstechnik: Vertiefung Allgemeine Verfahrenstechnik: Wahlpflicht Verfahrenstechnik: Vertiefung Chemische Verfahrenstechnik: Wahlpflicht		

Lehrveranstaltung L0122: Einschließungsmethoden	
<b>Typ</b>	Vorlesung
<b>SWS</b>	2
<b>LP</b>	3
<b>Arbeitsaufwand in Stunden</b>	Eigenstudium 62, Präsenzstudium 28
<b>Dozenten</b>	Prof. Siegfried Rump
<b>Sprachen</b>	DE
<b>Zeitraum</b>	WiSe
<b>Inhalt</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Schnelle und optimale Intervallarithmetik</li> <li>• Fehlerfreie Transformationen</li> <li>• Verifikationsmethoden für lineare und nichtlineare Gleichungssysteme</li> <li>• Verifikationsmethoden für bestimmte Integrale</li> <li>• Behandlung mehrfacher Nullstellen</li> <li>• Automatische Differentiation</li> <li>• Implementierung in Matlab/INTLAB</li> <li>• Praktische Anwendungen</li> </ul>
<b>Literatur</b>	<p>Neumaier: Interval Methods for Systems of Equations. In: Encyclopedia of Mathematics and its Applications. Cambridge University Press, 1990</p> <p>S.M. Rump. Verification methods: Rigorous results using floating-point arithmetic. Acta Numerica, 19:287-449, 2010.</p>

Lehrveranstaltung L1208: Einschließungsmethoden	
<b>Typ</b>	Gruppenübung
<b>SWS</b>	2
<b>LP</b>	3
<b>Arbeitsaufwand in Stunden</b>	Eigenstudium 62, Präsenzstudium 28
<b>Dozenten</b>	Prof. Siegfried Rump
<b>Sprachen</b>	DE
<b>Zeitraum</b>	WiSe
<b>Inhalt</b>	Siehe korrespondierende Vorlesung
<b>Literatur</b>	Siehe korrespondierende Vorlesung

Modul M1336: Soft-Computing			
<b>Lehrveranstaltungen</b>			
<b>Titel</b>	<b>Typ</b>	<b>SWS</b>	<b>LP</b>
Soft-Computing (L1869)	Vorlesung	4	6
<b>Modulverantwortlicher</b>	Prof. Karl-Heinz Zimmermann		
<b>Zulassungsvoraussetzungen</b>	Keine		
<b>Empfohlene Vorkenntnisse</b>	Bachelor-Informatik. Grundlagen in Analysis, Linearer Algebra, Graphentheorie und Optimierung.		
<b>Modulziele/ angestrebte Lernergebnisse</b>	Nach erfolgreicher Teilnahme haben die Studierenden die folgenden Lernergebnisse erreicht		
<b>Fachkompetenz</b>	Die Studierenden kennen		
<i>Wissen</i>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• den Aufbau von Bayesschen Netzen,</li> <li>• Inferenz- (Viterbi) und Lernverfahren (EM, Baum-Welch) im Hidden-Markov-Modells,</li> <li>• Inferenz- (Felsenstein) und Parameterschätzung (PAM) im Hidden-Tree-Markov-Model (Abstammungsbäume),</li> <li>• Inferenzverfahren (Needleman-Wunsch) und parametrisierte Verallgemeinerung (Polytope-Propagation) im Pair-Hidden-Markov-Model (Sequenzalignment),</li> <li>• Inferenz-, Strukturerkennungs- und Lernverfahren in allgemeinen Bayesschen Netzen,</li> <li>• Aufbau und Arbeitsweise des Multiplayer-Perceptrons und zugehöriges überwachtes Lernverfahren (Backpropagation),</li> <li>• Aufbau von Kolmogorov-Netzwerken,</li> <li>• Aufbau und Arbeitsweise von Hopfieldnetzen und das physikalische Isingmodell,</li> <li>• Aufbau und Arbeitsweise von selbstorganisierenden Netzen,</li> <li>• Aufbau und Wirkungsweise von Boltzmann-Maschinen,</li> <li>• die Theorie der triangularen Normen,</li> <li>• Fuzzysets, Fuzzylogik sowie Aufbau und Konstruktion von Fuzzyreglern.</li> </ul>		
<i>Fertigkeiten</i>	Die Studierenden können		
<b>Personale Kompetenzen</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• die einschlägigen Algorithmen anwenden und deren Komplexität berechnen,</li> <li>• die Statistik-Sprache R auf spezifische Aufgaben anwenden.</li> </ul>		
<i>Sozialkompetenz</i>	Die Studierenden sind nach Abschluss des Moduls in der Lage, fachspezifische Aufgaben alleine oder in einer Gruppe zu bearbeiten und die Resultate geeignet zu präsentieren.		
<i>Selbstständigkeit</i>	Die Studierenden sind nach Abschluss des Moduls in der Lage, sich Teilbereiche des Fachgebietes anhand von einschlägiger Fachliteratur selbständig zu erarbeiten, das erworbene Wissen zusammenzufassen, zu präsentieren und es mit den Inhalten anderer Lehrveranstaltungen zu verknüpfen.		
<b>Arbeitsaufwand in Stunden</b>	Eigenstudium 124, Präsenzstudium 56		
<b>Leistungspunkte</b>	6		
<b>Studienleistung</b>	Keine		
<b>Prüfung</b>	Mündliche Prüfung		
<b>Prüfungsdauer und -umfang</b>	25 min		
<b>Zuordnung zu folgenden Curricula</b>	Bioverfahrenstechnik: Vertiefung A - Allgemeine Bioverfahrenstechnik: Wahlpflicht Chemical and Bioprocess Engineering: Vertiefung Allgemeine Verfahrenstechnik: Wahlpflicht Chemical and Bioprocess Engineering: Vertiefung Bioverfahrenstechnik: Wahlpflicht Computer Science: Vertiefung Intelligence Engineering: Wahlpflicht Informatik-Ingenieurwesen: Vertiefung Informations- und Kommunikationstechnik: Wahlpflicht Informatik-Ingenieurwesen: Vertiefung Systemtechnik - Robotik: Wahlpflicht Internationales Wirtschaftsingenieurwesen: Vertiefung II. Informationstechnologie: Wahlpflicht Theoretischer Maschinenbau: Technischer Ergänzungskurs: Wahlpflicht Theoretischer Maschinenbau: Vertiefung Numerik und Informatik: Wahlpflicht		

Lehrveranstaltung L1869: Soft-Computing	
<b>Typ</b>	Vorlesung
<b>SWS</b>	4
<b>LP</b>	6
<b>Arbeitsaufwand in Stunden</b>	Eigenstudium 124, Präsenzstudium 56
<b>Dozenten</b>	Prof. Karl-Heinz Zimmermann
<b>Sprachen</b>	DE/EN
<b>Zeitraum</b>	WiSe
<b>Inhalt</b>	<p>Die Studierenden kennen</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• den Aufbau von Bayesschen Netzen,</li> <li>• Inferenz- (Viterbi) und Lernverfahren (EM, Baum-Welch) im Hidden-Markov-Modells,</li> <li>• Inferenz- (Felsenstein) und Parameterschätzung (PAM) im Hidden-Tree-Markov-Model (Abstammungsbäume),</li> <li>• Inferenzverfahren (Needleman-Wunsch) und parametrisierte Verallgemeinerung (Polytope-Propagation) im Pair-Hidden-Markov-Model (Sequenzalignment),</li> <li>• Inferenz-, Strukturerkennungs- und Lernverfahren in allgemeinen Bayesschen Netzen,</li> <li>• Aufbau und Arbeitsweise des Multiplayer-Perceptrons und zugehöriges überwachtes Lernverfahren (Backpropagation),</li> <li>• Aufbau von Kolmogorov-Netzwerken,</li> <li>• Aufbau und Arbeitsweise von Hopfieldnetzen und das physikalische Isingmodell,</li> <li>• Aufbau und Arbeitsweise von selbstorganisierenden Netzen,</li> <li>• Aufbau und Wirkungsweise von Boltzmann-Maschinen,</li> <li>• die Theorie der triangularen Normen,</li> <li>• Fuzzysets, Fuzzylogik sowie Aufbau und Konstruktion von Fuzzyreglern.</li> </ul> <p>Die Studierenden können</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• die einschlägigen Algorithmen anwenden und deren Komplexität berechnen,</li> <li>• die Statistik-Sprache R auf spezifische Aufgaben anwenden.</li> </ul>
<b>Literatur</b>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. David Barber, Bayes Reasoning and Machine Learning, Cambridge Univ. Press, Cambridge, 2012.</li> <li>2. Volker Claus, Stochastische Automaten, Teubner, Stuttgart, 1971.</li> <li>3. Ernst Klement, Radko Mesiar, Endre Pap, Triangular Norms, Kluwer, Dordrecht, 2000.</li> <li>4. Timo Koski, John M. Noble, Bayesian Networks, Wiley, New York, 2009.</li> <li>5. Dimitris Margaritis, Learning Bayesian Network Model Structure from Data, PhD thesis, Carnegie Mellon University, Pittsburgh, 2003.</li> <li>6. Hidetoshi Nishimori, Statistical Physics of Spin Glasses and Information Processing, Oxford Univ. Press, London, 2001.</li> <li>7. James R. Norris, Markov Chains, Cambridge Univ. Press, Cambridge, 1996.</li> <li>8. Maria Rizzo, Statistical Computing with R, Chapman &amp; Hall/CRC, Boca Raton, 2008.</li> <li>9. Peter Spirtes, Clark Glymour, Richard Scheines, Causation, Prediction, and Search, Springer, New York, 1993.</li> <li>10. Raul Rojas, Neural Networks, Springer, Berlin, 1996.</li> <li>11. Lior Pachter, Bernd Sturmfels, Algebraic Statistics for Computational Biology, Cambridge Univ. Press, Cambridge, 2005.</li> <li>12. David A. Sprecher, From Algebra to Computational Algorithms, Docent Press, Boston, 2017.</li> <li>13. Karl-Heinz Zimmermann, Algebraic Statistics, TubDok, Hamburg, 2016.</li> </ol>

Modul M0552: 3D Computer Vision			
<b>Lehrveranstaltungen</b>			
<b>Titel</b>	<b>Typ</b>	<b>SWS</b>	<b>LP</b>
3D Computer Vision (L0129)	Vorlesung	2	3
3D Computer Vision (L0130)	Gruppenübung	2	3
<b>Modulverantwortlicher</b>	Prof. Rolf-Rainer Grigat		
<b>Zulassungsvoraussetzungen</b>	None		
<b>Empfohlene Vorkenntnisse</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Knowledge of the modules Digital Image Analysis and Pattern Recognition and Data Compression are used in the practical task</li> <li>• Linear Algebra (including PCA, SVD), nonlinear optimization (Levenberg-Marquardt), basics of stochastics and basics of Matlab are required and cannot be explained in detail during the lecture.</li> </ul>		
<b>Modulziele/ angestrebte Lernergebnisse</b>	Nach erfolgreicher Teilnahme haben die Studierenden die folgenden Lernergebnisse erreicht		
<b>Fachkompetenz</b>	<p><i>Wissen</i> Students can explain and describe the field of projective geometry.</p> <p>Students are capable of</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Implementing an exemplary 3D or volumetric analysis task</li> <li>• Using highly sophisticated methods and procedures of the subject area</li> <li>• Identifying problems and</li> <li>• Developing and implementing creative solution suggestions.</li> </ul> <p><i>Fertigkeiten</i> With assistance from the teacher students are able to link the contents of the three subject areas (modules)</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Digital Image Analysis</li> <li>• Pattern Recognition and Data Compression and</li> <li>• 3D Computer Vision</li> </ul> <p>in practical assignments.</p>		
<b>Personale Kompetenzen</b>	<p><i>Sozialkompetenz</i> Students can collaborate in a small team on the practical realization and testing of a system to reconstruct a three-dimensional scene or to evaluate volume data sets.</p> <p><i>Selbstständigkeit</i> Students are able to solve simple tasks independently with reference to the contents of the lectures and the exercise sets.</p> <p>Students are able to solve detailed problems independently with the aid of the tutorial's programming task.</p>		
<b>Arbeitsaufwand in Stunden</b>	Eigenstudium 124, Präsenzstudium 56		
<b>Leistungspunkte</b>	6		
<b>Studienleistung</b>	Keine		
<b>Prüfung</b>	Klausur		
<b>Prüfungsdauer und -umfang</b>	60 Minuten, Umfang Vorlesung und Materialien im StudIP		
<b>Zuordnung zu folgenden Curricula</b>	Computer Science: Vertiefung Intelligence Engineering: Wahlpflicht Informatik-Ingenieurwesen: Vertiefung Systemtechnik - Robotik: 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 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: Technischer Ergänzungskurs: Wahlpflicht Theoretischer Maschinenbau: Vertiefung Numerik und Informatik: Wahlpflicht		

Lehrveranstaltung L0129: 3D Computer Vision	
<b>Typ</b>	Vorlesung
<b>SWS</b>	2
<b>LP</b>	3
<b>Arbeitsaufwand in Stunden</b>	Eigenstudium 62, Präsenzstudium 28
<b>Dozenten</b>	Prof. Rolf-Rainer Grigat
<b>Sprachen</b>	EN
<b>Zeitraum</b>	WiSe
<b>Inhalt</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Projective Geometry and Transformations in 2D und 3D in homogeneous coordinates</li> <li>• Projection matrix, calibration</li> <li>• Epipolar Geometry, fundamental and essential matrices, weak calibration, 5 point algorithm</li> <li>• Homographies 2D and 3D</li> <li>• Trifocal Tensor</li> <li>• Correspondence search</li> </ul>
<b>Literatur</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Skriptum Grigat/Wenzel</li> <li>• Hartley, Zisserman: Multiple View Geometry in Computer Vision. Cambridge 2003.</li> </ul>

Lehrveranstaltung L0130: 3D Computer Vision	
<b>Typ</b>	Gruppenübung
<b>SWS</b>	2
<b>LP</b>	3
<b>Arbeitsaufwand in Stunden</b>	Eigenstudium 62, Präsenzstudium 28
<b>Dozenten</b>	Prof. Rolf-Rainer Grigat
<b>Sprachen</b>	EN
<b>Zeitraum</b>	WiSe
<b>Inhalt</b>	Siehe korrespondierende Vorlesung
<b>Literatur</b>	Siehe korrespondierende Vorlesung

Modul M0720: Matrixalgorithmen			
<b>Lehrveranstaltungen</b>			
<b>Titel</b>	<b>Typ</b>	<b>SWS</b>	<b>LP</b>
Matrixalgorithmen (L0984)	Vorlesung	2	3
Matrixalgorithmen (L0985)	Gruppenübung	2	3
<b>Modulverantwortlicher</b>	Dr. Jens-Peter Zemke		
<b>Zulassungsvoraussetzungen</b>	Keine		
<b>Empfohlene Vorkenntnisse</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Mathematik I - III</li> <li>• Numerische Mathematik 1/ Numerik</li> <li>• Grundkenntnisse der Programmiersprachen Matlab und C</li> </ul>		
<b>Modulziele/ angestrebte Lernergebnisse</b>	Nach erfolgreicher Teilnahme haben die Studierenden die folgenden Lernergebnisse erreicht		
<b>Fachkompetenz</b>	Studierende können		
<i>Wissen</i>	<ol style="list-style-type: none"> <li>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;</li> <li>2. Ansätze zur Lösung von Matrixgleichungen (Sylvester, Lyapunov, Riccati) benennen.</li> </ol>		
<i>Fertigkeiten</i>	Studierende sind in der Lage, <ol style="list-style-type: none"> <li>1. grundlegende Krylov-Raum-Verfahren zur Lösung des Eigenwertproblems, linearer Gleichungssysteme und zur Modellreduktion zu implementieren und zu bewerten;</li> <li>2. die in moderner Software verwendeten Verfahren bezüglich der Rechenzeit, Stabilität und ihrer Grenzen einzuschätzen;</li> <li>3. die gelernten Verfahren an neue, unbekannte Problemstellungen zu adaptieren.</li> </ol>		
<b>Personale Kompetenzen</b>	Studierende können		
<i>Sozialkompetenz</i>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• in kleinen Gruppen Lösungen erarbeiten und dokumentieren;</li> <li>• in Gruppen Ideen weiterentwickeln und auf anderen Kontext übertragen;</li> <li>• im Team eine Software-Bibliothek entwickeln, aufbauen und weiterentwickeln.</li> </ul>		
<i>Selbstständigkeit</i>	Studierende sind fähig <ul style="list-style-type: none"> <li>• den Aufwand und Umfang selbst definierter Aufgaben korrekt einzuschätzen;</li> <li>• selbst einzuschätzen, ob sie die begleitenden theoretischen und praktischen Übungsaufgaben besser allein oder im Team lösen;</li> <li>• sich eigenständig Aufgaben zum Test und zum Ausbau der Verfahren auszudenken;</li> <li>• ihren Lernstand konkret zu beurteilen und gegebenenfalls gezielt Fragen zu stellen und Hilfe zu suchen.</li> </ul>		
<b>Arbeitsaufwand in Stunden</b>	Eigenstudium 124, Präsenzstudium 56		
<b>Leistungspunkte</b>	6		
<b>Studienleistung</b>	Keine		
<b>Prüfung</b>	Mündliche Prüfung		
<b>Prüfungsdauer und -umfang</b>	30 min		
<b>Zuordnung zu folgenden Curricula</b>	Elektrotechnik: Vertiefung Modellierung und Simulation: Wahlpflicht Informatik-Ingenieurwesen: Vertiefung Wissenschaftliches Rechnen: Wahlpflicht Mathematical Modelling in Engineering: Theory, Numerics, Applications: Vertiefung II. Modelling and Simulation of Complex Systems (TUHH): Wahlpflicht Technomathematik: Vertiefung I. Mathematik: Wahlpflicht Theoretischer Maschinenbau: Technischer Ergänzungskurs: Wahlpflicht Theoretischer Maschinenbau: Vertiefung Numerik und Informatik: Wahlpflicht		

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

Lehrveranstaltung L0985: Matrixalgorithmen	
<b>Typ</b>	Gruppenübung
<b>SWS</b>	2
<b>LP</b>	3
<b>Arbeitsaufwand in Stunden</b>	Eigenstudium 62, Präsenzstudium 28
<b>Dozenten</b>	Dr. Jens-Peter Zemke
<b>Sprachen</b>	DE
<b>Zeitraum</b>	WiSe
<b>Inhalt</b>	Siehe korrespondierende Vorlesung
<b>Literatur</b>	Siehe korrespondierende Vorlesung

<b>Modul M0629: Intelligent Autonomous Agents and Cognitive Robotics</b>			
<b>Lehrveranstaltungen</b>			
<b>Titel</b>	<b>Typ</b>	<b>SWS</b>	<b>LP</b>
Intelligente Autonome Agenten und kognitive Robotik (L0341)	Vorlesung	2	4
Intelligente Autonome Agenten und kognitive Robotik (L0512)	Gruppenübung	2	2
<b>Modulverantwortlicher</b>	Rainer Marrone		
<b>Zulassungsvoraussetzungen</b>	None		
<b>Empfohlene Vorkenntnisse</b>	Vectors, matrices, Calculus		
<b>Modulziele/ angestrebte Lernergebnisse</b>	Nach erfolgreicher Teilnahme haben die Studierenden die folgenden Lernergebnisse erreicht		
<b>Fachkompetenz</b>	<p>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.</p>		
<i>Wissen</i>			
<b>Fertigkeiten</b>	<p>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.</p>		
<i>Fertigkeiten</i>			
<b>Personale Kompetenzen</b>			
<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 variants of concrete problems		
<b>Arbeitsaufwand in Stunden</b>	Eigenstudium 124, Präsenzstudium 56		
<b>Leistungspunkte</b>	6		
<b>Studienleistung</b>	Keine		
<b>Prüfung</b>	Klausur		
<b>Prüfungsdauer und -umfang</b>	90 Minuten		
<b>Zuordnung zu folgenden Curricula</b>	Computer Science: Vertiefung Intelligence Engineering: Wahlpflicht Informatik-Ingenieurwesen: Vertiefung Systemtechnik - Robotik: Wahlpflicht International Production Management: Vertiefung Produktionstechnik: Wahlpflicht Internationales Wirtschaftsingenieurwesen: Vertiefung II. Informationstechnologie: 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 Theoretischer Maschinenbau: Technischer Ergänzungskurs: Wahlpflicht Theoretischer Maschinenbau: Vertiefung Numerik und Informatik: Wahlpflicht		

Lehrveranstaltung L0341: Intelligent Autonomous Agents and Cognitive Robotics	
<b>Typ</b>	Vorlesung
<b>SWS</b>	2
<b>LP</b>	4
<b>Arbeitsaufwand in Stunden</b>	Eigenstudium 92, Präsenzstudium 28
<b>Dozenten</b>	Rainer Marrone
<b>Sprachen</b>	EN
<b>Zeitraum</b>	WiSe
<b>Inhalt</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Definition of agents, rational behavior, goals, utilities, environment types</li> <li>• Adversarial agent cooperation: Agents with complete access to the state(s) of the environment, games, Minimax algorithm, alpha-beta pruning, elements of chance</li> <li>• 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</li> <li>• 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).</li> <li>• 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</li> <li>• 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</li> <li>• Simultaneous Localization and Mapping</li> <li>• Planning</li> <li>• Game theory (Golden Balls: Split or Share) Decisions with multiple agents, Nash equilibrium, Bayes-Nash equilibrium</li> <li>• Social Choice Voting protocols, preferences, paradoxes, Arrow's Theorem,</li> <li>• 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</li> </ul>
<b>Literatur</b>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Artificial Intelligence: A Modern Approach (Third Edition), Stuart Russell, Peter Norvig, Prentice Hall, 2010, Chapters 2-5, 10-11, 13-17</li> <li>2. Probabilistic Robotics, Thrun, S., Burgard, W., Fox, D. MIT Press 2005</li> <li>3. Multiagent Systems: Algorithmic, Game-Theoretic, and Logical Foundations, Yoav Shoham, Kevin Leyton-Brown, Cambridge University Press, 2009</li> </ol>

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

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

Lehrveranstaltung L0851: Product Planning	
<b>Typ</b>	Projekt-/problembasierte LehrveranstaltungLehrveranstaltung
<b>SWS</b>	3
<b>LP</b>	3
<b>Arbeitsaufwand in Stunden</b>	Eigenstudium 48, Präsenzstudium 42
<b>Dozenten</b>	Prof. Cornelius Herstatt
<b>Sprachen</b>	EN
<b>Zeitraum</b>	WiSe
<b>Inhalt</b>	<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"> <li>• Systematic scanning of markets for innovation opportunities</li> <li>• Understanding strengths/weakness and specific core competences of a firm as platforms for innovation</li> <li>• Exploring relevant sources for innovation (customers, suppliers, Lead Users, etc.)</li> <li>• Developing ideas for radical innovation, relying on the creativeness of employees, using techniques to stimulate creativity and creating a stimulating environment</li> <li>• Transferring ideas for innovation into feasible concepts which have a high market attractively</li> </ul>
<b>Literatur</b>	Ulrich, K./Eppinger, S.: Product Design and Development, 2nd. Edition, McGraw-Hill 2010

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

Modul M0867: Produktionsplanung und -steuerung und Digitales Unternehmen			
<b>Lehrveranstaltungen</b>			
<b>Titel</b>	<b>Typ</b>	<b>SWS</b>	<b>LP</b>
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
<b>Modulverantwortlicher</b>	Prof. Hermann Lödging		
<b>Zulassungsvoraussetzungen</b>	Keine		
<b>Empfohlene Vorkenntnisse</b>	Grundlagen des Produktions- und Qualitätsmanagements		
<b>Modulziele/ angestrebte Lernergebnisse</b>	Nach erfolgreicher Teilnahme haben die Studierenden die folgenden Lernergebnisse erreicht		
<b>Fachkompetenz</b>			
<i>Wissen</i>	Studierende können die Inhalte des Moduls detailliert erläutern und dazu Stellung beziehen.		
<i>Fertigkeiten</i>	Studierende sind in der Lage, Modelle und Methoden des Moduls für industrielle Problemstellungen auszuwählen und anzuwenden.		
<b>Personale Kompetenzen</b>			
<i>Sozialkompetenz</i>	Studierende können in fachlich gemischten Teams gemeinsame Lösungen entwickeln und diese vor anderen vertreten.		
<i>Selbstständigkeit</i>	-		
<b>Arbeitsaufwand in Stunden</b>	Eigenstudium 96, Präsenzstudium 84		
<b>Leistungspunkte</b>	6		
<b>Studienleistung</b>	Keine		
<b>Prüfung</b>	Klausur		
<b>Prüfungsdauer und -umfang</b>	180 Minuten		
<b>Zuordnung zu folgenden Curricula</b>	Internationales Wirtschaftsingenieurwesen: Vertiefung II. Produktentwicklung und Produktion: Wahlpflicht Logistik, Infrastruktur und Mobilität: Vertiefung Produktion und Logistik: 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: 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 Theoretischer Maschinenbau: Technischer Ergänzungskurs: Wahlpflicht		

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

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

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

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

Modul M1182: Technischer Ergänzungskurs für TMBMS (laut FSPO)			
Lehrveranstaltungen			
Titel	Typ	SWS	LP
<b>Modulverantwortlicher</b>	Prof. Robert Seifried		
<b>Zulassungsvoraussetzungen</b>	Keine		
<b>Empfohlene Vorkenntnisse</b>	Siehe gewähltes Modul laut FSPO		
<b>Modulziele/ angestrebte Lernergebnisse</b>	Nach erfolgreicher Teilnahme haben die Studierenden die folgenden Lernergebnisse erreicht		
<b>Fachkompetenz</b>			
<i>Wissen</i>	Siehe gewähltes Modul laut FSPO		
<i>Fertigkeiten</i>	Siehe gewähltes Modul laut FSPO		
<b>Personale Kompetenzen</b>			
<i>Sozialkompetenz</i>	Siehe gewähltes Modul laut FSPO		
<i>Selbstständigkeit</i>	Siehe gewähltes Modul laut FSPO		
<b>Arbeitsaufwand in Stunden</b>	Abhängig von der Wahl der Lehrveranstaltungen		
<b>Leistungspunkte</b>	6		
<b>Zuordnung zu folgenden Curricula</b>	Theoretischer Maschinenbau: Vertiefung Produktentwicklung und Produktion: Wahlpflicht Theoretischer Maschinenbau: Vertiefung Flugzeug-Systemtechnik: Wahlpflicht Theoretischer Maschinenbau: Vertiefung Werkstofftechnik: Wahlpflicht Theoretischer Maschinenbau: Vertiefung Maritime Technik: Wahlpflicht Theoretischer Maschinenbau: Vertiefung Energietechnik: Wahlpflicht Theoretischer Maschinenbau: Vertiefung Numerik und Informatik: Wahlpflicht Theoretischer Maschinenbau: Vertiefung Bio- und Medizintechnik: Wahlpflicht		

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

Lehrveranstaltung L1254: Integrierte Produktentwicklung II	
<b>Typ</b>	Vorlesung
<b>SWS</b>	3
<b>LP</b>	3
<b>Arbeitsaufwand in Stunden</b>	Eigenstudium 48, Präsenzstudium 42
<b>Dozenten</b>	Prof. Dieter Krause
<b>Sprachen</b>	DE
<b>Zeitraum</b>	WiSe
<b>Inhalt</b>	<p><b>Vorlesung</b></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"> <li>• Methoden der Produktentwicklung,</li> <li>• Moderationstechniken,</li> <li>• Industrial Design,</li> <li>• variantengerechte Produktgestaltung,</li> <li>• Modularisierungsmethoden,</li> <li>• Konstruktionskataloge,</li> <li>• angepasste QFD-Matrix,</li> <li>• systematische Werkstoffauswahl,</li> <li>• montagegerechtes Konstruieren,</li> </ul> <p>Konstruktionsmanagement</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• CE-Kennzeichnung, Konformitätserklärung inkl. Gefährdungsbeurteilung,</li> <li>• Patentwesen, Patentrechte, Patentüberwachung</li> <li>• Projektmanagement (Kosten, Zeit, Qualität) und Eskalationsprinzipien,</li> <li>• Entwicklungsmanagement Mechatronik,</li> <li>• Technisches Supply Chain Management.</li> </ul> <p><b>Übung (PBL)</b></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>
<b>Literatur</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Andreasen, M.M., Design for Assembly, Berlin, Springer 1985.</li> <li>• Ashby, M. F.: Materials Selection in Mechanical Design, München, Spektrum 2007.</li> <li>• Beckmann, H.: Supply Chain Management, Berlin, Springer 2004.</li> <li>• Hartmann, M., Rieger, M., Funk, R., Rath, U.: Zielgerichtet moderieren. Ein Handbuch für Führungskräfte, Berater und Trainer, Weinheim, Beltz 2007.</li> <li>• Pahl, G., Beitz, W.: Konstruktionslehre, Berlin, Springer 2006.</li> <li>• Roth, K.H.: Konstruieren mit Konstruktionskatalogen, Band 1-3, Berlin, Springer 2000.</li> <li>• Simpson, T.W., Siddique, Z., Jiao, R.J.: Product Platform and Product Family Design. Methods and Applications, New York, Springer 2013.</li> </ul>

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

<b>Modul M1143: Methodisches Konstruieren</b>			
<b>Lehrveranstaltungen</b>			
<b>Titel</b>	<b>Typ</b>	<b>SWS</b>	<b>LP</b>
Methodisches Konstruieren (L1523)	Vorlesung	3	4
Methodisches Konstruieren (L1524)	Gruppenübung	1	2
<b>Modulverantwortlicher</b>	Prof. Josef Schlattmann		
<b>Zulassungsvoraussetzungen</b>	Keine		
<b>Empfohlene Vorkenntnisse</b>	Grundlagenkenntnisse des Konstruierens		
<b>Modulziele/ angestrebte Lernergebnisse</b>	Nach erfolgreicher Teilnahme haben die Studierenden die folgenden Lernergebnisse erreicht		
<b>Fachkompetenz</b>	<p><i>Wissen</i> Die Studierenden können spezifische Produktentwicklungsmethoden erläutern und kausale Zusammenhänge zwischen Mensch - Technik -Organisation darstellen.</p> <p><i>Fertigkeiten</i> Die Studierenden können                      - wissenschaftlich fundiert arbeiten in der Produktentwicklung unter gezielter Anwendung von Produktentwicklungsmethoden,                      - Kreativ mit den Prozessen des wissenschaftlichen Aufbereiten und Formalisierens von komplexen Produktentwicklungsaufgaben umgehen,                      - diverse Produktentwicklungsmethoden theoriegeleitet anwenden,                      - in Funktionen bzw. Funktionsstrukturen denken und arbeiten                      - die Theorie des erfinderischen Problemlösens (TRIZ) anwenden.</p> <p><b>Personale Kompetenzen</b></p> <p><i>Sozialkompetenz</i> Die Studierenden können technisch-wissenschaftliche Aufgabenstellungen aus dem industriellen Bereich in kleinen Übungsteams lösen sowie gemeinschaftlich schöpferisch unter Nutzung von Kreativitätstechniken handeln.</p> <p><i>Selbstständigkeit</i> Die Studierenden sind zur gezielten Konstruktionsprozessoptimierung fähig.</p>		
<b>Arbeitsaufwand in Stunden</b>	Eigenstudium 124, Präsenzstudium 56		
<b>Leistungspunkte</b>	6		
<b>Studienleistung</b>	Keine		
<b>Prüfung</b>	Mündliche Prüfung		
<b>Prüfungsdauer und -umfang</b>	30 min		
<b>Zuordnung zu folgenden Curricula</b>	Internationales Wirtschaftsingenieurwesen: Vertiefung II. 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 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 Theoretischer Maschinenbau: Technischer Ergänzungskurs: Wahlpflicht		

Lehrveranstaltung L1523: Methodisches Konstruieren	
<b>Typ</b>	Vorlesung
<b>SWS</b>	3
<b>LP</b>	4
<b>Arbeitsaufwand in Stunden</b>	Eigenstudium 78, Präsenzstudium 42
<b>Dozenten</b>	Prof. Josef Schlattmann
<b>Sprachen</b>	DE
<b>Zeitraum</b>	SoSe
<b>Inhalt</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Systematische Betrachtung und Analyse des Konstruktionsprozesses</li> <li>• Strukturierung des Prozesses nach Abschnitten (Aufgabenstellung, Funktionen, Wirkprinzipien, Konstruktionselemente und Gesamtkonstruktion) sowie Ebenen (Bearbeiten, Steuern und Entscheiden)</li> <li>• Kreativitätstechniken (Grundlagen, Methoden, Anwendung am Beispiel Mechatronik)</li> <li>• Diverse Methoden als Werkzeuge (Funktionsstrukturen, GALFMOS, AEIOU-Methode, GAMPFT, Simulationswerkzeuge, TRIZ)</li> <li>• Bewertung und Auswahl von Lösungen (technisch-wirtschaftliche Bewertung, Präferenzmatrix)</li> <li>• Wertanalyse / Nutzwertanalyse</li> <li>• Entwickeln von Baureihen und Baukästen</li> <li>• Lärmarmes Gestalten von Produkten</li> <li>• Projektverfolgung und -führung (Projekte leiten / Führen von Mitarbeitern, Organisation im Bereich Produktentwicklung, Ideen gewinnen / Verantwortung und Kommunikation)</li> <li>• Ästhetische Produktgestaltung (Industrial Design, Farbgestaltung, konkrete Beispiele / Übungsaufgaben)</li> </ul>
<b>Literatur</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Pahl, G.; Beitz, W.; Feldhusen, J.; Grote, K.-H.: Konstruktionslehre: Grundlage erfolgreicher Produktentwicklung, Methoden und Anwendung, 7. Auflage, Springer Verlag, Berlin 2007</li> <li>• VDI-Richtlinien: 2206; 2221ff</li> </ul>

Lehrveranstaltung L1524: Methodisches Konstruieren	
<b>Typ</b>	Gruppenübung
<b>SWS</b>	1
<b>LP</b>	2
<b>Arbeitsaufwand in Stunden</b>	Eigenstudium 46, Präsenzstudium 14
<b>Dozenten</b>	Prof. Josef Schlattmann
<b>Sprachen</b>	DE
<b>Zeitraum</b>	SoSe
<b>Inhalt</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Systematische Betrachtung und Analyse des Konstruktionsprozesses</li> <li>• Strukturierung des Prozesses nach Abschnitten (Aufgabenstellung, Funktionen, Wirkprinzipien, Konstruktionselemente und Gesamtkonstruktion) sowie Ebenen (Bearbeiten, Steuern und Entscheiden)</li> <li>• Kreativitätstechniken (Grundlagen, Methoden, Anwendung am Beispiel Mechatronik)</li> <li>• Diverse Methoden als Werkzeuge (Funktionsstrukturen, GALFMOS, AEIOU-Methode, GAMPFT, Simulationswerkzeuge, TRIZ)</li> <li>• Bewertung und Auswahl von Lösungen (technisch-wirtschaftliche Bewertung, Präferenzmatrix)</li> <li>• Wertanalyse / Nutzwertanalyse</li> <li>• Entwickeln von Baureihen und Baukästen</li> <li>• Lärmarmes Gestalten von Produkten</li> <li>• Projektverfolgung und -führung (Projekte leiten / Führen von Mitarbeitern, Organisation im Bereich Produktentwicklung, Ideen gewinnen / Verantwortung und Kommunikation)</li> <li>• Ästhetische Produktgestaltung (Industrial Design, Farbgestaltung, konkrete Beispiele / Übungsaufgaben)</li> </ul>
<b>Literatur</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Pahl, G.; Beitz, W.; Feldhusen, J.; Grote, K.-H.: Konstruktionslehre: Grundlage erfolgreicher Produktentwicklung, Methoden und Anwendung, 7. Auflage, Springer Verlag, Berlin 2007</li> <li>• VDI-Richtlinien: 2206; 2221ff</li> </ul>

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

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

Modul M0805: Technical Acoustics I (Acoustic Waves, Noise Protection, Psycho Acoustics )			
<b>Lehrveranstaltungen</b>			
<b>Titel</b>	<b>Typ</b>	<b>SWS</b>	<b>LP</b>
Technische Akustik I (Akustische Wellen, Lärmschutz, Psychoakustik) (L0516)	Vorlesung	2	3
Technische Akustik I (Akustische Wellen, Lärmschutz, Psychoakustik) (L0518)	Hörsaalübung	2	3
<b>Modulverantwortlicher</b>	Prof. Otto von Estorff		
<b>Zulassungsvoraussetzungen</b>	None		
<b>Empfohlene Vorkenntnisse</b>	Mechanics I (Statics, Mechanics of Materials) and Mechanics II (Hydrostatics, Kinematics, Dynamics) Mathematics I, II, III (in particular differential equations)		
<b>Modulziele/ angestrebte Lernergebnisse</b>	Nach erfolgreicher Teilnahme haben die Studierenden die folgenden Lernergebnisse erreicht		
<b>Fachkompetenz</b>	The students possess an in-depth knowledge in acoustics regarding acoustic waves, noise protection, and psycho acoustics and are able to give an overview of the corresponding theoretical and methodical basis.		
<i>Wissen</i>	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.		
<i>Fertigkeiten</i>			
<b>Personale Kompetenzen</b>	Students can work in small groups on specific problems to arrive at joint solutions.		
<i>Sozialkompetenz</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.		
<i>Selbstständigkeit</i>			
<b>Arbeitsaufwand in Stunden</b>	Eigenstudium 124, Präsenzstudium 56		
<b>Leistungspunkte</b>	6		
<b>Studienleistung</b>	Keine		
<b>Prüfung</b>	Klausur		
<b>Prüfungsdauer und -umfang</b>	90 min		
<b>Zuordnung zu folgenden Curricula</b>	Energietechnik: Kernqualifikation: Wahlpflicht Flugzeug-Systemtechnik: Vertiefung Kabinensysteme: Wahlpflicht Internationales Wirtschaftsingenieurwesen: Vertiefung II. Luftfahrtsysteme: Wahlpflicht Mechatronik: Vertiefung Systementwurf: Wahlpflicht Produktentwicklung, Werkstoffe und Produktion: Kernqualifikation: Wahlpflicht Technomathematik: Kernqualifikation: Wahlpflicht Technomathematik: Vertiefung III. Ingenieurwissenschaften: Wahlpflicht Theoretischer Maschinenbau: Technischer Ergänzungskurs: Wahlpflicht Theoretischer Maschinenbau: Technischer Ergänzungskurs: Wahlpflicht Theoretischer Maschinenbau: Vertiefung Produktentwicklung und Produktion: Wahlpflicht		

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

<b>Lehrveranstaltung L0518: Technical Acoustics I (Acoustic Waves, Noise Protection, Psycho Acoustics )</b>	
<b>Typ</b>	Hörsaalübung
<b>SWS</b>	2
<b>LP</b>	3
<b>Arbeitsaufwand in Stunden</b>	Eigenstudium 62, Präsenzstudium 28
<b>Dozenten</b>	Prof. Otto von Estorff
<b>Sprachen</b>	EN
<b>Zeitraum</b>	SoSe
<b>Inhalt</b>	Siehe korrespondierende Vorlesung
<b>Literatur</b>	Siehe korrespondierende Vorlesung

Modul M0563: Robotics			
<b>Lehrveranstaltungen</b>			
<b>Titel</b>	<b>Typ</b>	<b>SWS</b>	<b>LP</b>
Robotik: Modellierung und Regelung (L0168)	Vorlesung	3	3
Robotik: Modellierung und Regelung (L1305)	Gruppenübung	2	3
<b>Modulverantwortlicher</b>	Prof. Uwe Weltin		
<b>Zulassungsvoraussetzungen</b>	None		
<b>Empfohlene Vorkenntnisse</b>	Fundamentals of electrical engineering Broad knowledge of mechanics Fundamentals of control theory		
<b>Modulziele/ angestrebte Lernergebnisse</b>	Nach erfolgreicher Teilnahme haben die Studierenden die folgenden Lernergebnisse erreicht		
<b>Fachkompetenz</b>	<p><i>Wissen</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.</p> <p><i>Fertigkeiten</i> Students can generate trajectories in various coordinate systems. Students can design linear and partially nonlinear controllers for robotic manipulators.</p>		
<b>Personale Kompetenzen</b>	<p><i>Sozialkompetenz</i> Students are able to work goal-oriented in small mixed groups. Students are able to recognize and improve knowledge deficits independently.</p> <p><i>Selbstständigkeit</i> With instructor assistance, students are able to evaluate their own knowledge level and define a further course of study.</p>		
<b>Arbeitsaufwand in Stunden</b>	Eigenstudium 110, Präsenzstudium 70		
<b>Leistungspunkte</b>	6		
<b>Studienleistung</b>	Keine		
<b>Prüfung</b>	Klausur		
<b>Prüfungsdauer und -umfang</b>	120 min		
<b>Zuordnung zu folgenden Curricula</b>	Computer Science: Vertiefung Intelligence Engineering: Wahlpflicht Flugzeug-Systemtechnik: Vertiefung Flugzeugsysteme: Wahlpflicht Informatik-Ingenieurwesen: Vertiefung Systemtechnik - Robotik: Wahlpflicht International Production Management: Vertiefung Produktionstechnik: 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 Produktentwicklung und Produktion: Wahlpflicht Theoretischer Maschinenbau: Technischer Ergänzungskurs: Wahlpflicht		

Lehrveranstaltung L0168: Robotics: Modelling and Control	
<b>Typ</b>	Vorlesung
<b>SWS</b>	3
<b>LP</b>	3
<b>Arbeitsaufwand in Stunden</b>	Eigenstudium 48, Präsenzstudium 42
<b>Dozenten</b>	Prof. Uwe Weltin
<b>Sprachen</b>	EN
<b>Zeitraum</b>	WiSe
<b>Inhalt</b>	Fundamental kinematics of rigid body systems Newton-Euler equations for manipulators Trajectory generation Linear and nonlinear control of robots
<b>Literatur</b>	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	
<b>Typ</b>	Gruppenübung
<b>SWS</b>	2
<b>LP</b>	3
<b>Arbeitsaufwand in Stunden</b>	Eigenstudium 62, Präsenzstudium 28
<b>Dozenten</b>	Prof. Uwe Weltin
<b>Sprachen</b>	EN
<b>Zeitraum</b>	WiSe
<b>Inhalt</b>	Siehe korrespondierende Vorlesung
<b>Literatur</b>	Siehe korrespondierende Vorlesung

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

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

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

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

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

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

Lehrveranstaltung L0876: Methoden der Fertigungsprozessanalyse	
<b>Typ</b>	Vorlesung
<b>SWS</b>	2
<b>LP</b>	3
<b>Arbeitsaufwand in Stunden</b>	Eigenstudium 62, Präsenzstudium 28
<b>Dozenten</b>	Prof. Wolfgang Hintze
<b>Sprachen</b>	DE
<b>Zeitraum</b>	WiSe
<b>Inhalt</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Modellbildung und Simulation mechanischer Fertigungsprozesse</li> <li>• Numerische Simulation von Kräften, Temperaturen, Verformungen in Fertigungsprozessen</li> <li>• Analyse von Schwingungsproblemen in der Zerspanung (Rattern, Modalanalyse,..)</li> <li>• Wissensgestützte Prozeßplanung</li> <li>• Statistische Versuchsplanung</li> <li>• Zerspanbarkeit nichtmetallischer Werkstoffe</li> <li>• Analyse von Wechselwirkungen zwischen Prozess und Werkzeugmaschine in bezug auf Prozeßstabilität und Werkstückqualität</li> <li>• Simulation von Fertigungsprozessen mittels Virtual Reality Methoden</li> </ul>
<b>Literatur</b>	<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)			
<b>Lehrveranstaltungen</b>			
<b>Titel</b>	<b>Typ</b>	<b>SWS</b>	<b>LP</b>
Technische Akustik II (Raumakustik, Berechnungsverfahren) (L0519)	Vorlesung	2	3
Technische Akustik II (Raumakustik, Berechnungsverfahren) (L0521)	Hörsaalübung	2	3
<b>Modulverantwortlicher</b>	Prof. Otto von Estorff		
<b>Zulassungsvoraussetzungen</b>	None		
<b>Empfohlene Vorkenntnisse</b>	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)		
<b>Modulziele/ angestrebte Lernergebnisse</b>	Nach erfolgreicher Teilnahme haben die Studierenden die folgenden Lernergebnisse erreicht		
<b>Fachkompetenz</b>	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.		
<b>Personale Kompetenzen</b>	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.		
<b>Arbeitsaufwand in Stunden</b>	Eigenstudium 124, Präsenzstudium 56		
<b>Leistungspunkte</b>	6		
<b>Studienleistung</b>	Keine		
<b>Prüfung</b>	Mündliche Prüfung		
<b>Prüfungsdauer und -umfang</b>	20-30 Minuten		
<b>Zuordnung zu folgenden Curricula</b>	Flugzeug-Systemtechnik: Vertiefung Kabinensysteme: Wahlpflicht Mechatronics: Vertiefung Systementwurf: Wahlpflicht Produktentwicklung, Werkstoffe und Produktion: Kernqualifikation: Wahlpflicht Theoretischer Maschinenbau: Technischer Ergänzungskurs: Wahlpflicht Theoretischer Maschinenbau: Vertiefung Produktentwicklung und Produktion: Wahlpflicht		

Lehrveranstaltung L0519: Technical Acoustics II (Room Acoustics, Computational Methods)	
<b>Typ</b>	Vorlesung
<b>SWS</b>	2
<b>LP</b>	3
<b>Arbeitsaufwand in Stunden</b>	Eigenstudium 62, Präsenzstudium 28
<b>Dozenten</b>	Prof. Otto von Estorff
<b>Sprachen</b>	EN
<b>Zeitraum</b>	WiSe
<b>Inhalt</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Room acoustics</li> <li>- Sound absorber</li> <li>- Standard computations</li> <li>- Statistical Energy Approaches</li> <li>- Finite Element Methods</li> <li>- Boundary Element Methods</li> <li>- Geometrical acoustics</li> <li>- Special formulations</li> <li>- Practical applications</li> <li>- Hands-on Sessions: Programming of elements (Matlab)</li> </ul>
<b>Literatur</b>	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

<b>Lehrveranstaltung L0521: Technical Acoustics II (Room Acoustics, Computational Methods)</b>	
<b>Typ</b>	Hörsaalübung
<b>SWS</b>	2
<b>LP</b>	3
<b>Arbeitsaufwand in Stunden</b>	Eigenstudium 62, Präsenzstudium 28
<b>Dozenten</b>	Prof. Otto von Estorff
<b>Sprachen</b>	EN
<b>Zeitraum</b>	WiSe
<b>Inhalt</b>	Siehe korrespondierende Vorlesung
<b>Literatur</b>	Siehe korrespondierende Vorlesung

<b>Modul M1174: Automatisierungstechnik und -systeme</b>			
<b>Lehrveranstaltungen</b>			
<b>Titel</b>	<b>Typ</b>	<b>SWS</b>	<b>LP</b>
Handhabungs- und Montagetechnik (L1591)	Vorlesung	2	2
Handhabungs- und Montagetechnik (L1738)	Gruppenübung	1	1
Produktionsautomatisierung (L1590)	Vorlesung	2	2
Produktionsautomatisierung (L1739)	Gruppenübung	1	1
<b>Modulverantwortlicher</b>	Prof. Thorsten Schüppstuhl		
<b>Zulassungsvoraussetzungen</b>	Keine		
<b>Empfohlene Vorkenntnisse</b>	keine Leistungsnachweise erforderlich		
<b>Modulziele/ angestrebte Lernergebnisse</b>	Nach erfolgreicher Teilnahme haben die Studierenden die folgenden Lernergebnisse erreicht		
<b>Fachkompetenz</b>	Studierende können...		
<i>Wissen</i>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• typische Komponenten der Automatisierungstechnik benennen und ihr Zusammenspiel erklären</li> <li>• Methoden zur systematischen Analyse von Automatisierungsaufgaben erläutern und anwenden</li> <li>• industrieroboterbasierten Automatisierungssysteme erläutern</li> </ul>		
<i>Fertigkeiten</i>	Studierende sind in der Lage ... <ul style="list-style-type: none"> <li>• komplexe Automatisierungsaufgaben zu analysieren</li> <li>• anwendungsorientierte Lösungskonzepte zu entwickeln.</li> <li>• Teilsysteme auszulegen und zu einem Gesamtsystem zusammenzuführen</li> <li>• Anlagen hinsichtlich der Grundlagen der Maschinensicherheit zu untersuchen und zu bewerten</li> <li>• Einfache Programme für Roboter und speicherprogrammierbare Steuerungen zu schreiben</li> <li>• Schaltpläne für einfache Pneumatikanwendungen zu lesen und zu erstellen</li> </ul>		
<b>Personale Kompetenzen</b>	Studierende können, ...		
<i>Sozialkompetenz</i>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• in Gruppen Lösungen für Aufgaben der Prozessautomatisierung und Handhabungstechnik erarbeiten.</li> <li>• im Produktionsumfeld mit Fachpersonal auf fachlicher Ebene Lösungen entwickeln und Entscheidungen vertreten.</li> </ul>		
<i>Selbstständigkeit</i>	Studierende sind fähig, ... <ul style="list-style-type: none"> <li>• mit Hilfe von Hinweisen eigenständig Aufgaben der Automatisierung zu analysieren.</li> <li>• eigenständig Programme für Roboter oder speicherprogrammierbare Steuerungen zu erstellen.</li> <li>• mit Hilfe von Hinweisen eigenständig Lösungen für praktische Aufgaben der Automatisierung zu finden</li> <li>• eigenständig Sicherheitskonzepte für Automatisierungsanlagen zu entwickeln.</li> <li>• mögliche Konsequenzen ihres beruflichen Handelns und ihre Verantwortung einzuschätzen.</li> </ul>		
<b>Arbeitsaufwand in Stunden</b>	Eigenstudium 96, Präsenzstudium 84		
<b>Leistungspunkte</b>	6		
<b>Studienleistung</b>	Keine		
<b>Prüfung</b>	Klausur		
<b>Prüfungsdauer und -umfang</b>	120 min		
<b>Zuordnung zu folgenden Curricula</b>	Produktentwicklung, Werkstoffe und Produktion: Vertiefung Produktentwicklung: Wahlpflicht Produktentwicklung, Werkstoffe und Produktion: Vertiefung Produktion: Pflicht Produktentwicklung, Werkstoffe und Produktion: Vertiefung Werkstoffe: Wahlpflicht Theoretischer Maschinenbau: Technischer Ergänzungskurs: Wahlpflicht Theoretischer Maschinenbau: Vertiefung Produktentwicklung und Produktion: Wahlpflicht		

Lehrveranstaltung L1591: Handhabungs- und Montagetechnik	
<b>Typ</b>	Vorlesung
<b>SWS</b>	2
<b>LP</b>	2
<b>Arbeitsaufwand in Stunden</b>	Eigenstudium 32, Präsenzstudium 28
<b>Dozenten</b>	Prof. Thorsten Schüppstuhl
<b>Sprachen</b>	DE
<b>Zeitraum</b>	WiSe
<b>Inhalt</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>-Grundlagen und Begriffe der Handhabungs- und Montagetechnik</li> <li>-Analyse von Bauteilen und Handhabungsaufgaben</li> <li>-Zuführ- und Transfersysteme</li> <li>-Greifer</li> <li>-Industrieroboter: Aufbau, Steuerung und Programmierung</li> <li>-Maschinensicherheit</li> </ul>
<b>Literatur</b>	Stefan Hesse Grundlagen der Handhabungstechnik ISBN: 3446418725 München Hanser, 2010

Lehrveranstaltung L1738: Handhabungs- und Montagetechnik	
<b>Typ</b>	Gruppenübung
<b>SWS</b>	1
<b>LP</b>	1
<b>Arbeitsaufwand in Stunden</b>	Eigenstudium 16, Präsenzstudium 14
<b>Dozenten</b>	Prof. Thorsten Schüppstuhl
<b>Sprachen</b>	DE
<b>Zeitraum</b>	WiSe
<b>Inhalt</b>	Siehe korrespondierende Vorlesung
<b>Literatur</b>	Siehe korrespondierende Vorlesung

Lehrveranstaltung L1590: Produktionsautomatisierung	
<b>Typ</b>	Vorlesung
<b>SWS</b>	2
<b>LP</b>	2
<b>Arbeitsaufwand in Stunden</b>	Eigenstudium 32, Präsenzstudium 28
<b>Dozenten</b>	Prof. Thorsten Schüppstuhl
<b>Sprachen</b>	DE
<b>Zeitraum</b>	SoSe
<b>Inhalt</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>-Einführung in die Automatisierungstechnik einschließlich ihrer Anwendungsfelder, wichtiger Begriffe, historischer Entwicklung und Trends</li> <li>-Überblick über die verschiedenen Aktorgruppen mit deren Wirkprinzipien</li> <li>-Entwurf von Pneumatikschaltplänen</li> <li>-Betrachtung der Energieeffizienz in der Produktion</li> <li>-Einblick in automatische Identifikationssystemen mit Fokus auf Barcodes und RFID-Systemen</li> <li>-Übersicht des Aufbaus, der verschiedenen Komponenten und der Algorithmen eines Bildverarbeitungssystems</li> <li>-Einführung in die Buskommunikation und der verschiedenen Ausführungen eines Bussystems</li> <li>-Vergleich von verbindungsprogrammierten und speicherprogrammierbaren Steuerungen inklusive der Trends</li> </ul>
<b>Literatur</b>	Reinhard Langmann: Taschenbuch der Automatisierung  Holger Watter: Hydraulik und Pneumatik  Horst Walter Grollius: Grundlagen der Pneumatik  Hubertus Murrenhoff: Grundlagen der Fluidtechnik  Christian Demant: Industrielle Bildverarbeitung  Michael ten Hompel: Identifikationssysteme und Automatisierung  Hans-Jürgen Gevatter, Ulrich Grünhaupt: Handbuch der Mess- und Automatisierungstechnik in der Produktion

Lehrveranstaltung L1739: Produktionsautomatisierung	
<b>Typ</b>	Gruppenübung
<b>SWS</b>	1
<b>LP</b>	1
<b>Arbeitsaufwand in Stunden</b>	Eigenstudium 16, Präsenzstudium 14
<b>Dozenten</b>	Prof. Thorsten Schüppstuhl
<b>Sprachen</b>	DE
<b>Zeitraum</b>	SoSe
<b>Inhalt</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>-Einführung in die Automatisierungstechnik einschließlich ihrer Anwendungsfelder, wichtiger Begriffe, historischer Entwicklung und Trends</li> <li>-Überblick über die verschiedenen Aktorgruppen mit deren Wirkprinzipien</li> <li>-Entwurf von Pneumatikschaltplänen</li> <li>-Betrachtung der Energieeffizienz in der Produktion</li> <li>-Einblick in automatische Identifikationssystemen mit Fokus auf Barcodes und RFID-Systemen</li> <li>-Übersicht des Aufbaus, der verschiedenen Komponenten und der Algorithmen eines Bildverarbeitungssystems</li> <li>-Einführung in die Buskommunikation und der verschiedenen Ausführungen eines Bussystems</li> <li>-Vergleich von verbindungsprogrammierten und speicherprogrammierbaren Steuerungen inklusive der Trends</li> </ul>
<b>Literatur</b>	<p>Reinhard Langmann: Taschenbuch der Automatisierung</p> <p>Holger Watter: Hydraulik und Pneumatik</p> <p>Horst Walter Grollius: Grundlagen der Pneumatik</p> <p>Hubertus Murrenhoff: Grundlagen der Fluidtechnik</p> <p>Christian Demant: Industrielle Bildverarbeitung</p> <p>Michael ten Hompel: Identifikationssysteme und Automatisierung</p> <p>Hans-Jürgen Gevatter, Ulrich Grünhaupt: Handbuch der Mess- und Automatisierungstechnik in der Produktion</p>

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

Lehrveranstaltung L1445: Fabrikplanung	
<b>Typ</b>	Vorlesung
<b>SWS</b>	3
<b>LP</b>	3
<b>Arbeitsaufwand in Stunden</b>	Eigenstudium 48, Präsenzstudium 42
<b>Dozenten</b>	Prof. Jochen Kreuzfeldt
<b>Sprachen</b>	DE
<b>Zeitraum</b>	WiSe
<b>Inhalt</b>	<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. Aktuelle Trends und Fragestellungen in der Fabrikplanung runden die Vorlesung ab.</p>
<b>Literatur</b>	<p>Bracht, Uwe; Wenzel, Sigrid; Geckler, Dieter (2011): Digitale Fabrik: Methoden und Praxisbeispiele. 1. 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, rationelle 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 (2009): Handbuch Fabrikplanung: Konzept, Gestaltung und Umsetzung wandlungsfähiger Produktionsstätten. Carl Hanser Verlag.</p>

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

## Fachmodule der Vertiefung Werkstofftechnik

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

Lehrveranstaltung L0389: Aufbau und Eigenschaften der Kunststoffe	
<b>Typ</b>	Vorlesung
<b>SWS</b>	2
<b>LP</b>	3
<b>Arbeitsaufwand in Stunden</b>	Eigenstudium 62, Präsenzstudium 28
<b>Dozenten</b>	Dr. Hans Wittich
<b>Sprachen</b>	DE
<b>Zeitraum</b>	WiSe
<b>Inhalt</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Struktur und Eigenschaften der Kunststoffe</li> <li>- Aufbau des Makromoleküls</li> <li style="padding-left: 20px;">Konstitution, Konfiguration, Konformation, Bindungen, Polyreaktionen, Molekulargewichtsverteilung</li> <li>- Morphologie</li> <li style="padding-left: 20px;">Amorph, Kristallisation, Mischungen</li> <li>- Eigenschaften</li> <li style="padding-left: 20px;">Elastizität, Plastizität, Wechselbelastungen,</li> <li>- Thermische Eigenschaften,</li> <li>- Elektrische Eigenschaften</li> <li>- Theoretische Modelle zur Vorhersage der Eigenschaften</li> <li>- Anwendungsbeispiele</li> </ul>
<b>Literatur</b>	Ehrenstein: Polymer-Werkstoffe, Carl Hanser Verlag

Lehrveranstaltung L1892: Verarbeitung und Konstruieren mit Kunststoffen	
<b>Typ</b>	Vorlesung
<b>SWS</b>	2
<b>LP</b>	3
<b>Arbeitsaufwand in Stunden</b>	Eigenstudium 62, Präsenzstudium 28
<b>Dozenten</b>	Prof. Bodo Fiedler, Dr. Hans Wittich
<b>Sprachen</b>	DE/EN
<b>Zeitraum</b>	WiSe
<b>Inhalt</b>	<p>Verarbeitung der Kunststoffe: Eigenschaften; Kalandrieren; Extrusion; Spritzgießen; Thermoformen; Schäumen; Fügen</p> <p>Designing with Polymers: Materials Selection; Structural Design; Dimensioning</p>
<b>Literatur</b>	<p>Osswald, 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
<b>Modulverantwortlicher</b>	Prof. Robert Seifried		
<b>Zulassungsvoraussetzungen</b>	Keine		
<b>Empfohlene Vorkenntnisse</b>	Siehe gewähltes Modul laut FSPO		
<b>Modulziele/ angestrebte Lernergebnisse</b>	Nach erfolgreicher Teilnahme haben die Studierenden die folgenden Lernergebnisse erreicht		
<b>Fachkompetenz</b>			
<i>Wissen</i>	Siehe gewähltes Modul laut FSPO		
<i>Fertigkeiten</i>	Siehe gewähltes Modul laut FSPO		
<b>Personale Kompetenzen</b>			
<i>Sozialkompetenz</i>	Siehe gewähltes Modul laut FSPO		
<i>Selbstständigkeit</i>	Siehe gewähltes Modul laut FSPO		
<b>Arbeitsaufwand in Stunden</b>	Abhängig von der Wahl der Lehrveranstaltungen		
<b>Leistungspunkte</b>	6		
<b>Zuordnung zu folgenden Curricula</b>	Theoretischer Maschinenbau: Vertiefung Produktentwicklung und Produktion: Wahlpflicht Theoretischer Maschinenbau: Vertiefung Flugzeug-Systemtechnik: Wahlpflicht Theoretischer Maschinenbau: Vertiefung Werkstofftechnik: Wahlpflicht Theoretischer Maschinenbau: Vertiefung Maritime Technik: Wahlpflicht Theoretischer Maschinenbau: Vertiefung Energietechnik: Wahlpflicht Theoretischer Maschinenbau: Vertiefung Numerik und Informatik: Wahlpflicht Theoretischer Maschinenbau: Vertiefung Bio- und Medizintechnik: Wahlpflicht		

Modul M1170: Phänomene und Methoden der Materialwissenschaften			
<b>Lehrveranstaltungen</b>			
<b>Titel</b>	<b>Typ</b>	<b>SWS</b>	<b>LP</b>
Experimentelle Methoden der Materialcharakterisierung (L1580)	Vorlesung	2	3
Phasengleichgewichte und Umwandlungen (L1579)	Vorlesung	2	3
<b>Modulverantwortlicher</b>	Prof. Patrick Huber		
<b>Zulassungsvoraussetzungen</b>	Keine		
<b>Empfohlene Vorkenntnisse</b>	Kenntnisse in Werkstoffwissenschaften, z.B. aus den Modulen Werkstoffwissenschaft I/II		
<b>Modulziele/ angestrebte Lernergebnisse</b>	Nach erfolgreicher Teilnahme haben die Studierenden die folgenden Lernergebnisse erreicht		
<b>Fachkompetenz</b>	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>Wissen</i>			
<b>Fertigkeiten</b>	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.		
<i>Fertigkeiten</i>			
<b>Personale Kompetenzen</b>	Die Studierenden können Lösungen gegenüber Spezialisten präsentieren und Ideen weiterentwickeln.		
<i>Sozialkompetenz</i>			
<b>Selbstständigkeit</b>	Die Studierenden können ...		
<i>Selbstständigkeit</i>	<ul style="list-style-type: none"> <li>ihre eigenen Stärken und Schwächen ermitteln.</li> <li>benötigtes Wissen aneignen.</li> </ul>		
<b>Arbeitsaufwand in Stunden</b>	Eigenstudium 124, Präsenzstudium 56		
<b>Leistungspunkte</b>	6		
<b>Studienleistung</b>	Keine		
<b>Prüfung</b>	Klausur		
<b>Prüfungsdauer und -umfang</b>	90 min		
<b>Zuordnung zu folgenden Curricula</b>	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: Technischer Ergänzungskurs: Wahlpflicht Theoretischer Maschinenbau: Vertiefung Werkstofftechnik: Wahlpflicht Theoretischer Maschinenbau: Technischer Ergänzungskurs: Wahlpflicht		

Lehrveranstaltung L1580: Experimentelle Methoden der Materialcharakterisierung	
<b>Typ</b>	Vorlesung
<b>SWS</b>	2
<b>LP</b>	3
<b>Arbeitsaufwand in Stunden</b>	Eigenstudium 62, Präsenzstudium 28
<b>Dozenten</b>	Prof. Patrick Huber
<b>Sprachen</b>	DE/EN
<b>Zeitraum</b>	SoSe
<b>Inhalt</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Strukturelle Charakterisierungsmethoden mit Photonen, Neutronen und Elektronen (insbesondere Röntgen- und Neutronenbeugung, Elektronenmikroskopie, Tomographietechniken, grenzflächensensitive Methoden)</li> <li>Mechanische und thermodynamische Charakterisierungsmethoden (Indentermessungen)</li> <li>Charakterisierung von optischen, elektrischen und magnetischen Eigenschaften (Spektroskopie, elektrische Leitfähigkeit, Magnetometrie)</li> </ul>
<b>Literatur</b>	William D. Callister und 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	
<b>Typ</b>	Vorlesung
<b>SWS</b>	2
<b>LP</b>	3
<b>Arbeitsaufwand in Stunden</b>	Eigenstudium 62, Präsenzstudium 28
<b>Dozenten</b>	Prof. Jörg Weißmüller
<b>Sprachen</b>	DE
<b>Zeitraum</b>	SoSe
<b>Inhalt</b>	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.
<b>Literatur</b>	Wird im Rahmen der Lehrveranstaltung bekannt gegeben.

<b>Modul M1343: Fibre-polymer-composites</b>			
<b>Lehrveranstaltungen</b>			
<b>Titel</b>	<b>Typ</b>	<b>SWS</b>	<b>LP</b>
Aufbau und Eigenschaften der Faser-Kunststoff-Verbunde (L1894)	Vorlesung	2	3
Konstruieren mit Faser-Kunststoff-Verbunden (L1893)	Vorlesung	2	3
<b>Modulverantwortlicher</b>	Prof. Bodo Fiedler		
<b>Zulassungsvoraussetzungen</b>	None		
<b>Empfohlene Vorkenntnisse</b>	Basics: chemistry / physics / materials science		
<b>Modulziele/ angestrebte Lernergebnisse</b>	Nach erfolgreicher Teilnahme haben die Studierenden die folgenden Lernergebnisse erreicht		
<b>Fachkompetenz</b>	<p>Students can use the knowledge of fiber-reinforced composites (FRP) and its constituents to play (fiber / matrix) and define the necessary testing and analysis.</p> <p><i>Wissen</i> They can explain the complex relationships structure-property relationship and the interactions of chemical structure of the polymers, their processing with the different fiber types, including to explain neighboring contexts (e.g. sustainability, environmental protection).</p> <p><i>Fertigkeiten</i> Students are capable of</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• using standardized calculation methods in a given context to mechanical properties (modulus, strength) to calculate and evaluate the different materials.</li> <li>• approximate sizing using the network theory of the structural elements implement and evaluate.</li> <li>• selecting appropriate solutions for mechanical recycling problems and sizing example stiffness, corrosion resistance.</li> </ul>		
<b>Personale Kompetenzen</b>	<p><i>Sozialkompetenz</i> Students can</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• arrive at funded work results in heterogenius groups and document them.</li> <li>• provide appropriate feedback and handle feedback on their own performance constructively.</li> </ul> <p><i>Selbstständigkeit</i> Students are able to</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- assess their own strengths and weaknesses.</li> <li>- assess their own state of learning in specific terms and to define further work steps on this basis.</li> <li>- assess possible consequences of their professional activity.</li> </ul>		
<b>Arbeitsaufwand in Stunden</b>	Eigenstudium 124, Präsenzstudium 56		
<b>Leistungspunkte</b>	6		
<b>Studienleistung</b>	Keine		
<b>Prüfung</b>	Klausur		
<b>Prüfungsdauer und -umfang</b>	180 min		
<b>Zuordnung zu folgenden Curricula</b>	Energietechnik: Kernqualifikation: Wahlpflicht Flugzeug-Systemtechnik: Vertiefung Kabinensysteme: Wahlpflicht Flugzeug-Systemtechnik: Vertiefung Lufttransportsysteme und Flugzeugvorentwurf: 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 Werkstofftechnik: Wahlpflicht Theoretischer Maschinenbau: Technischer Ergänzungskurs: Wahlpflicht		

Lehrveranstaltung L1894: Structure and properties of fibre-polymer-composites	
<b>Typ</b>	Vorlesung
<b>SWS</b>	2
<b>LP</b>	3
<b>Arbeitsaufwand in Stunden</b>	Eigenstudium 62, Präsenzstudium 28
<b>Dozenten</b>	Prof. Bodo Fiedler
<b>Sprachen</b>	EN
<b>Zeitraum</b>	SoSe
<b>Inhalt</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Microstructure and properties of the matrix and reinforcing materials and their interaction</li> <li>- Development of composite materials</li> <li>- Mechanical and physical properties</li> <li>- Mechanics of Composite Materials</li> <li>- Laminate theory</li> <li>- Test methods</li> <li>- Non destructive testing</li> <li>- Failure mechanisms</li> <li>- Theoretical models for the prediction of properties</li> <li>- Application</li> </ul>
<b>Literatur</b>	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 L1893: Design with fibre-polymer-composites	
<b>Typ</b>	Vorlesung
<b>SWS</b>	2
<b>LP</b>	3
<b>Arbeitsaufwand in Stunden</b>	Eigenstudium 62, Präsenzstudium 28
<b>Dozenten</b>	Prof. Bodo Fiedler
<b>Sprachen</b>	EN
<b>Zeitraum</b>	SoSe
<b>Inhalt</b>	Designing with Composites: Laminate Theory; Failure Criteria; Design of Pipes and Shafts; Sandwich Structures; Notches; Joining Techniques; Compression Loading; Examples
<b>Literatur</b>	Konstruieren mit Kunststoffen, Gunter Erhard , Hanser Verlag

Modul M1226: Mechanische Eigenschaften			
<b>Lehrveranstaltungen</b>			
<b>Titel</b>	<b>Typ</b>	<b>SWS</b>	<b>LP</b>
Mechanisches Verhalten spröder Materialien (L1661)	Vorlesung	2	3
Theorie der Versetzungsplastizität (L1662)	Vorlesung	2	3
<b>Modulverantwortlicher</b>	Dr. Erica Lilleodden		
<b>Zulassungsvoraussetzungen</b>	Keine		
<b>Empfohlene Vorkenntnisse</b>	Grundlagen der Werkstoffwissenschaften I/II		
<b>Modulziele/ angestrebte Lernergebnisse</b>	Nach erfolgreicher Teilnahme haben die Studierenden die folgenden Lernergebnisse erreicht		
<b>Fachkompetenz</b>	<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>		
<b>Personale Kompetenzen</b>	<p><i>Sozialkompetenz</i> Studierende können: - angemessen Feedback geben und mit Rückmeldungen zu ihren eigenen Leistungen konstruktiv umgehen.</p> <p>Studierende sind fähig: - eigene Stärken und Schwächen allgemein einzuschätzen</p> <p><i>Selbstständigkeit</i> - 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</p>		
<b>Arbeitsaufwand in Stunden</b>	Eigenstudium 124, Präsenzstudium 56		
<b>Leistungspunkte</b>	6		
<b>Studienleistung</b>	Keine		
<b>Prüfung</b>	Klausur		
<b>Prüfungsdauer und -umfang</b>	90 min		
<b>Zuordnung zu folgenden Curricula</b>	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 Werkstofftechnik: Wahlpflicht Theoretischer Maschinenbau: Technischer Ergänzungskurs: Wahlpflicht		

Lehrveranstaltung L1661: Mechanisches Verhalten spröder Materialien	
<b>Typ</b>	Vorlesung
<b>SWS</b>	2
<b>LP</b>	3
<b>Arbeitsaufwand in Stunden</b>	Eigenstudium 62, Präsenzstudium 28
<b>Dozenten</b>	Prof. Gerold Schneider
<b>Sprachen</b>	DE/EN
<b>Zeitraum</b>	SoSe
<b>Inhalt</b>	<p><b>Theoretische Festigkeit</b> eines perfekten Materials, theoretische kritische Schubspannung</p> <p><b>Tatsächliche Festigkeit von spröden Materialien</b> Energiefreisetzungsrate, Spannungsintensitätsfaktor, Bruchkriterium</p> <p><b>Streuung der Festigkeit</b> Fehlerverteilung, Festigkeitsverteilung, Weibullverteilung</p> <p><b>Heterogene Materialien I</b> Innere Spannungen, Mikrorisse, Stoffgesetze (E-Modul parallel, senkrecht)</p> <p><b>Heterogene Materialien II</b> Verstärkungsmechanismen: Rissbrücken, Faser</p> <p><b>Heterogene Materialien III</b> Verstärkungsmechanismen: Prozesszone</p> <p><b>Messmethoden der zur Bestimmung der Bruchzähigkeit spröder Materialien</b></p> <p><b>R-Kurve, stabiles/ instabile Risswachstum, Fraktographie</b></p> <p><b>Thermoschock</b></p> <p><b>Unterkritisches Risswachstum</b> v-K-Kurve, Lebensdauerberechnung</p> <p><b>Kriechen</b></p> <p><b>Mechanische Eigenschaften von biologischen Materialien</b></p> <p><b>Anwendungsbeispiele zur mechanischen zuverlässigen Auslegung keramischer Bauteile</b></p>
<b>Literatur</b>	<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	
<b>Typ</b>	Vorlesung
<b>SWS</b>	2
<b>LP</b>	3
<b>Arbeitsaufwand in Stunden</b>	Eigenstudium 62, Präsenzstudium 28
<b>Dozenten</b>	Dr. Erica Lilleodden
<b>Sprachen</b>	DE/EN
<b>Zeitraum</b>	SoSe
<b>Inhalt</b>	<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>
<b>Literatur</b>	<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>

<b>Modul M1239: Experimentelle Mikro- und Nanomechanik</b>			
<b>Lehrveranstaltungen</b>			
<b>Titel</b>	<b>Typ</b>	<b>SWS</b>	<b>LP</b>
Experimentelle Mikro- und Nanomechanik (L1673)	Vorlesung	2	4
Experimentelle Mikro- und Nanomechanik (L1674)	Gruppenübung	1	2
<b>Modulverantwortlicher</b>	Dr. Erica Lilleodden		
<b>Zulassungsvoraussetzungen</b>	Keine		
<b>Empfohlene Vorkenntnisse</b>	Grundlagen der Werkstoffwissenschaften I/II, Mechanische Eigenschaften, Phänomene und Methoden der Materialwissenschaften		
<b>Modulziele/ angestrebte Lernergebnisse</b>	Nach erfolgreicher Teilnahme haben die Studierenden die folgenden Lernergebnisse erreicht		
<b>Fachkompetenz</b>	Studierende können die Prinzipien von mechanische Verhalten (z.B. Spannung, Dehnung, E-Modul, Festigkeit, Verfestigung, Versage, Bruch) beschreiben.		
<i>Wissen</i>	Studierende können Mikrostrukturen auf unterschiedliche Arten (z.B., REM, XRD) charakterisieren. Studierende können die komplexen Zusammenhänge der Struktur-Eigenschaftsbeziehung erklären.		
<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.		
<b>Personale Kompetenzen</b>	Studierende können:		
<i>Sozialkompetenz</i>	- angemessen Feedback geben und mit Rückmeldungen zu ihren eigenen Leistungen konstruktiv umgehen. Studierende sind fähig - eigene Stärken und Schwächen allgemein einzuschätzen		
<i>Selbstständigkeit</i>	- 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		
<b>Arbeitsaufwand in Stunden</b>	Eigenstudium 138, Präsenzstudium 42		
<b>Leistungspunkte</b>	6		
<b>Studienleistung</b>	Keine		
<b>Prüfung</b>	Klausur		
<b>Prüfungsdauer und -umfang</b>	60 min		
<b>Zuordnung zu folgenden Curricula</b>	Materialwissenschaft: Vertiefung Nano- und Hybridmaterialien: Wahlpflicht Theoretischer Maschinenbau: Vertiefung Werkstofftechnik: Wahlpflicht Theoretischer Maschinenbau: Technischer Ergänzungskurs: Wahlpflicht		

Lehrveranstaltung L1673: Experimentelle Mikro- und Nanomechanik	
<b>Typ</b>	Vorlesung
<b>SWS</b>	2
<b>LP</b>	4
<b>Arbeitsaufwand in Stunden</b>	Eigenstudium 92, Präsenzstudium 28
<b>Dozenten</b>	Dr. Erica Lilleodden
<b>Sprachen</b>	DE/EN
<b>Zeitraum</b>	SoSe
<b>Inhalt</b>	<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"> <li>• Prinzipien der Mikromechanik                         <ul style="list-style-type: none"> <li>◦ Motivation für kleinskalige Prüfverfahren</li> <li>◦ Methoden der Probevorbereitung</li> <li>◦ Experimentelle Artefakte und Auflösungen</li> </ul> </li> <li>• Komplementäre Strukturanalyseverfahren                         <ul style="list-style-type: none"> <li>◦ Electron back scattered diffraction</li> <li>◦ Transmissions-Elektronenmikroskopie</li> <li>◦ Mikro-Laue Diffraktion</li> </ul> </li> <li>• Nanoindentation-basierte Testing                         <ul style="list-style-type: none"> <li>◦ Prinzipien der Kontaktmechanik</li> <li>◦ Berkovich Indentation                                 <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Konfiguration der Belastung</li> <li>▪ Grundgleichungen der Spannungs-Dehnungsanalyse <span style="float: right;">Anwendungsbeispiel:</span> <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Indentation Grossen Effekten</li> </ul> </li> </ul> </li> <li>◦ Mikrodruckversuchen                                 <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Konfiguration der Belastung</li> <li>▪ Grundgleichungen der Spannungs-Dehnungsanalyse <span style="float: right;">Anwendungsbeispiel:</span> <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Grossen Effekten der Fließspannung</li> </ul> </li> </ul> </li> <li>◦ Mikrobiegebalkenversuchen                                 <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Konfiguration der Belastung</li> <li>▪ Grundgleichungen der Spannungs-Dehnungsanalyse <span style="float: right;">Anwendungsbeispiel:</span> <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Bruchverhalten</li> </ul> </li> </ul> </li> </ul> </li> </ul>
<b>Literatur</b>	<p>Vorlesungsskript</p> <p>Aktuelle Publikationen</p>

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

<b>Modul M1237: Methoden der theoretischen Materialphysik</b>				
<b>Lehrveranstaltungen</b>				
<b>Titel</b>		<b>Typ</b>	<b>SWS</b>	<b>LP</b>
Methoden der theoretischen Materialphysik (L1677)		Vorlesung	2	4
Methoden der theoretischen Materialphysik (L1678)		Gruppenübung	1	2
<b>Modulverantwortlicher</b>	Prof. Stefan Müller			
<b>Zulassungsvoraussetzungen</b>	Keine			
<b>Empfohlene Vorkenntnisse</b>	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			
<b>Modulziele/ angestrebte Lernergebnisse</b>	Nach erfolgreicher Teilnahme haben die Studierenden die folgenden Lernergebnisse erreicht			
<b>Fachkompetenz</b>	Die Studierenden können... ...die Funktionsweise unterschiedlicher Modellierungsmethoden erklären. ...das Anwendungsfeld individueller methodischer Zugänge erfassen. ...die Stärken und Schwächen verschiedener Methoden beurteilen. 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.			
<i>Wissen</i>				
<i>Fertigkeiten</i>	Nach Abschluss des Moduls sind die Studierenden in der Lage... ...als Funktion individueller Parameter, wie Längenskala, Zeitskala, Temperatur, Materialtyp, etc. die jeweils bestgeeignete Untersuchungsmethode auszuwählen.			
<b>Personale Kompetenzen</b>	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.			
<i>Sozialkompetenz</i>				
<i>Selbstständigkeit</i>	Die Studierenden können... ... ihre eigenen Stärken und Schwächen ermitteln. ...benötigtes Wissen selbstständig aneignen..			
<b>Arbeitsaufwand in Stunden</b>	Eigenstudium 138, Präsenzstudium 42			
<b>Leistungspunkte</b>	6			
<b>Studienleistung</b>	Keine			
<b>Prüfung</b>	Mündliche Prüfung			
<b>Prüfungsdauer und -umfang</b>				
<b>Zuordnung zu folgenden Curricula</b>	Materialwissenschaft: Vertiefung Modellierung: Wahlpflicht Theoretischer Maschinenbau: Vertiefung Werkstofftechnik: Wahlpflicht Theoretischer Maschinenbau: Technischer Ergänzungskurs: Wahlpflicht			

<b>Lehrveranstaltung L1677: Methoden der theoretischen Materialphysik</b>	
<b>Typ</b>	Vorlesung
<b>SWS</b>	2
<b>LP</b>	4
<b>Arbeitsaufwand in Stunden</b>	Eigenstudium 92, Präsenzstudium 28
<b>Dozenten</b>	Prof. Stefan Müller
<b>Sprachen</b>	DE/EN
<b>Zeitraum</b>	SoSe
<b>Inhalt</b>	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
<b>Literatur</b>	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

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

<b>Modul M1238: Quantenmechanik von Festkörpern</b>			
<b>Lehrveranstaltungen</b>			
<b>Titel</b>	<b>Typ</b>	<b>SWS</b>	<b>LP</b>
Quantenmechanik von Festkörpern (L1675)	Vorlesung	2	4
Quantenmechanik von Festkörpern (L1676)	Gruppenübung	1	2
<b>Modulverantwortlicher</b>	Prof. Stefan Müller		
<b>Zulassungsvoraussetzungen</b>	Keine		
<b>Empfohlene Vorkenntnisse</b>	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		
<b>Modulziele/ angestrebte Lernergebnisse</b>	Nach erfolgreicher Teilnahme haben die Studierenden die folgenden Lernergebnisse erreicht		
<b>Fachkompetenz</b>	Die Studierenden können... ...die Grundlagen der Quantenmechanik erklären. ...die Bedeutung der Quantenphysik für die Beschreibung von Materialeigenschaften einschätzen. ...Korrelationen zwischen quantenmechanischen Phänomenen und deren Konsequenzen für die makroskopischen Eigenschaften von Materialien analysieren.		
<i>Wissen</i>	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.		
<b>Fertigkeiten</b>	Nach Abschluss des Moduls sind die Studierenden in der Lage... ...Materialdesign auf quantenmechanischer Basis zu betreiben.		
<b>Personale Kompetenzen</b>	Die Studierenden können mit Experten aus Fachbereichen wie Physik und Werkstoffwissenschaften kompetent über Fragen mit quantenmechanischem Hintergrund diskutieren.		
<i>Sozialkompetenz</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.		
<i>Selbstständigkeit</i>			
<b>Arbeitsaufwand in Stunden</b>	Eigenstudium 138, Präsenzstudium 42		
<b>Leistungspunkte</b>	6		
<b>Studienleistung</b>	Keine		
<b>Prüfung</b>	Mündliche Prüfung		
<b>Prüfungsdauer und -umfang</b>			
<b>Zuordnung zu folgenden Curricula</b>	Materialwissenschaft: Vertiefung Nano- und Hybridmaterialien: Wahlpflicht Materialwissenschaft: Vertiefung Modellierung: Wahlpflicht Theoretischer Maschinenbau: Vertiefung Werkstofftechnik: Wahlpflicht Theoretischer Maschinenbau: Technischer Ergänzungskurs: Wahlpflicht		

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

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

Modul M152: Skalenübergreifende Modellierung			
<b>Lehrveranstaltungen</b>			
<b>Titel</b>	<b>Typ</b>	<b>SWS</b>	<b>LP</b>
Skalenübergreifende Modellierung (L1537)	Vorlesung	2	3
Skalenübergreifende Modellierung Übung (L1538)	Gruppenübung	2	3
<b>Modulverantwortlicher</b>	Prof. Christian Cyron		
<b>Zulassungsvoraussetzungen</b>	Keine		
<b>Empfohlene Vorkenntnisse</b>	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).		
<b>Modulziele/ angestrebte Lernergebnisse</b>	Nach erfolgreicher Teilnahme haben die Studierenden die folgenden Lernergebnisse erreicht		
<b>Fachkompetenz</b>	Die Studierenden können die Verformungsmechanismen auf den einzelnen Längenskalen beschreiben und geeignete Modellierungskonzepte für die Beschreibung benennen.		
<i>Wissen</i>			
<b>Fertigkeiten</b>	Die Studierende können erste Abschätzungen bzgl. des effektiven Materialverhaltens ausgehend von der vorliegenden Mikrostruktur treffen. Sie können das Schädigungsverhalten mit mikromechanischen Vorgängen korrelieren und diese beschreiben. Insbesondere können sie ihre Kenntnisse auf verschiedene Problemstellungen aus der Materialwissenschaft anwenden und Materialmodelle bewerten und implementieren.		
<i>Fertigkeiten</i>			
<b>Personale Kompetenzen</b>	Die Studierenden können Lösungen entwickeln, gegenüber Spezialisten präsentieren und Ideen weiterentwickeln.		
<i>Sozialkompetenz</i>			
<b>Selbstständigkeit</b>	Die Studierenden können ihre eigenen Stärken und Schwächen ermitteln. Sie können selbstständig und eigenverantwortlich Probleme im Bereich der skalenübergreifenden Modellierung identifizieren und lösen und sich dafür benötigtes Wissen aneignen.		
<i>Selbstständigkeit</i>			
<b>Arbeitsaufwand in Stunden</b>	Eigenstudium 124, Präsenzstudium 56		
<b>Leistungspunkte</b>	6		
<b>Studienleistung</b>	Keine		
<b>Prüfung</b>	Mündliche Prüfung		
<b>Prüfungsdauer und -umfang</b>	45 min		
<b>Zuordnung zu folgenden Curricula</b>	Informatik-Ingenieurwesen: Vertiefung Wissenschaftliches Rechnen: Wahlpflicht Materialwissenschaft: Vertiefung Modellierung: Wahlpflicht Theoretischer Maschinenbau: Technischer Ergänzungskurs: Wahlpflicht Theoretischer Maschinenbau: Vertiefung Werkstofftechnik: Wahlpflicht		

Lehrveranstaltung L1537: Skalenübergreifende Modellierung	
<b>Typ</b>	Vorlesung
<b>SWS</b>	2
<b>LP</b>	3
<b>Arbeitsaufwand in Stunden</b>	Eigenstudium 62, Präsenzstudium 28
<b>Dozenten</b>	Prof. Christian Cyron
<b>Sprachen</b>	DE/EN
<b>Zeitraum</b>	SoSe
<b>Inhalt</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Modellierung von Verformungsmechanismen in Werkstoffen auf verschiedenen Skalen (z.B. Molekulardynamik, Kristallplastizität, phänomenologische Modelle)</li> <li>• Zusammenhang der Mikrostruktur mit dem makroskopischen Verhalten</li> <li>• Eshelby Problem</li> <li>• Effektive Materialeigenschaften, RVE Konzept</li> <li>• Homogenisierungsmethoden, Skalenkopplung (Mikro-Meso-Makro)</li> <li>• Mikromechanische Konzepte für die Beschreibung des Schädigungs- und Versagensverhaltens</li> </ul>
<b>Literatur</b>	<p>D. Gross, T. Seelig, Bruchmechanik: Mit einer Einführung in die Mikromechanik, Springer</p> <p>T. Zohdi, P. Wriggers: An Introduction to Computational Micromechanics</p> <p>D. Raabe: Computational Materials Science, The Simulation of Materials, Microstructures and Properties, Wiley-Vch</p> <p>G. Gottstein., Physical Foundations of Materials Science, Springer</p>

Lehrveranstaltung L1538: Skalenübergreifende Modellierung Übung	
<b>Typ</b>	Gruppenübung
<b>SWS</b>	2
<b>LP</b>	3
<b>Arbeitsaufwand in Stunden</b>	Eigenstudium 62, Präsenzstudium 28
<b>Dozenten</b>	Prof. Christian Cyron
<b>Sprachen</b>	DE/EN
<b>Zeitraum</b>	SoSe
<b>Inhalt</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Modellierung von Verformungsmechanismen in Werkstoffen auf verschiedenen Skalen (z.B. Molekulardynamik, Kristallplastizität, phänomenologische Modelle)</li> <li>• Zusammenhang der Mikrostruktur mit dem makroskopischen Verhalten</li> <li>• Eshelby Problem</li> <li>• Effektive Materialeigenschaften, RVE Konzept</li> <li>• Homogenisierungsmethoden, Skalenkopplung (Mikro-Meso-Makro)</li> <li>• Mikromechanische Konzepte für die Beschreibung des Schädigungs- und Versagensverhaltens</li> </ul>
<b>Literatur</b>	<p>D. Gross, T. Seelig, Bruchmechanik: Mit einer Einführung in die Mikromechanik, Springer</p> <p>T. Zohdi, P. Wriggers: An Introduction to Computational Micromechanics</p> <p>D. Raabe: Computational Materials Science, The Simulation of Materials, Microstructures and Properties, Wiley-Vch</p> <p>G. Gottstein., Physical Foundations of Materials Science, Springer</p>

Modul M1199: Moderne Funktionsmaterialien			
<b>Lehrveranstaltungen</b>			
<b>Titel</b>	<b>Typ</b>	<b>SWS</b>	<b>LP</b>
Moderne Funktionsmaterialien (L1625)	Vorlesung	2	6
<b>Modulverantwortlicher</b>	Prof. Patrick Huber		
<b>Zulassungsvoraussetzungen</b>	Keine		
<b>Empfohlene Vorkenntnisse</b>	Kenntnisse in Werkstoffwissenschaften, z.B. aus den Modulen Werkstoffwissenschaft I/II		
<b>Modulziele/ angestrebte Lernergebnisse</b>	Nach erfolgreicher Teilnahme haben die Studierenden die folgenden Lernergebnisse erreicht		
<b>Fachkompetenz</b>	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>Wissen</i>			
<b>Fertigkeiten</b>	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.		
<i>Fertigkeiten</i>			
<b>Personale Kompetenzen</b>	Die Studierenden können Lösungen gegenüber Spezialisten präsentieren und Ideen weiterentwickeln.		
<i>Sozialkompetenz</i>			
<b>Selbstständigkeit</b>	Die Studierenden können ...		
<i>Selbstständigkeit</i>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• ihre eigenen Stärken und Schwächen ermitteln.</li> <li>• benötigtes Wissen aneignen.</li> </ul>		
<b>Arbeitsaufwand in Stunden</b>	Eigenstudium 152, Präsenzstudium 28		
<b>Leistungspunkte</b>	6		
<b>Studienleistung</b>	Keine		
<b>Prüfung</b>	Referat		
<b>Prüfungsdauer und -umfang</b>	30 min		
<b>Zuordnung zu folgenden Curricula</b>	Materialwissenschaft: Kernqualifikation: Pflicht 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 Theoretischer Maschinenbau: Technischer Ergänzungskurs: Wahlpflicht Theoretischer Maschinenbau: Vertiefung Werkstofftechnik: Wahlpflicht		

Lehrveranstaltung L1625: Moderne Funktionsmaterialien	
<b>Typ</b>	Vorlesung
<b>SWS</b>	2
<b>LP</b>	6
<b>Arbeitsaufwand in Stunden</b>	Eigenstudium 152, Präsenzstudium 28
<b>Dozenten</b>	Prof. Patrick Huber, Prof. Stefan Müller, Prof. Bodo Fiedler, Prof. Gerold Schneider, Prof. Jörg Weißmüller, Prof. Christian Cyron
<b>Sprachen</b>	DE/EN
<b>Zeitraum</b>	WiSe
<b>Inhalt</b>	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
<b>Literatur</b>	Wird in der Veranstaltung bekannt gegeben

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

Lehrveranstaltung L1672: Atomare Materialmodellierung	
<b>Typ</b>	Vorlesung
<b>SWS</b>	2
<b>LP</b>	2
<b>Arbeitsaufwand in Stunden</b>	Eigenstudium 32, Präsenzstudium 28
<b>Dozenten</b>	Prof. Robert Meißner
<b>Sprachen</b>	DE/EN
<b>Zeitraum</b>	WiSe
<b>Inhalt</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Warum atomare Materialmodellierung</li> <li>- Newtonsche Bewegungsgleichung und numerisches Lösen</li> <li>- Ergodizität</li> <li>- Atommodelle</li> <li>- Grundlagen der Quantenmechanik</li> <li>- Atomare &amp; Molekulare Mehrelektronensysteme</li> <li>- Hartree-Fock Ansatz und Dichtefunktionaltheorie</li> <li>- Monte-Carlo Verfahren</li> <li>- Molekulardynamiksimulationen</li> <li>- Phasenfeldsimulationen</li> </ul>
<b>Literatur</b>	Daan Frenkel & Berend Smit „Understanding Molecular Simulations“ Mark E. Tuckerman „Statistical Mechanics: Theory and Molecular Simulations“ Andrew R. Leach „Molecular Modelling: Principles and Applications“ Herman J. Berendsen „Simulating the Physical World“

Lehrveranstaltung L1624: Materialphysik	
<b>Typ</b>	Vorlesung
<b>SWS</b>	2
<b>LP</b>	2
<b>Arbeitsaufwand in Stunden</b>	Eigenstudium 32, Präsenzstudium 28
<b>Dozenten</b>	Prof. Patrick Huber
<b>Sprachen</b>	DE/EN
<b>Zeitraum</b>	WiSe
<b>Inhalt</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Motivation: „Atome im Maschinenbau?“</li> <li>• Grundbegriffe: Kraft und Energie</li> <li>• Die elektromagnetische Wechselwirkung</li> <li>• „Detour“: Mathematische Grundlagen (komplexe e-Funktion etc.)</li> <li>• Das Atom: Bohrsches Atommodell</li> <li>• Chemische Bindung</li> <li>• Das Vielteilchenproblem: Lösungsansätze und Strategien</li> <li>• Beschreibung von Nahordnungsphänomene mittels statistischer Thermodynamik</li> <li>• Elastizitätstheorie auf atomarer Basis</li> <li>• Konsequenzen des atomaren Verhaltens auf makroskopische Eigenschaften: Diskussion von Beispielen (Metalllegierungen, Halbleiter, Hybridsysteme)</li> </ul>
<b>Literatur</b>	Für den <b>Elektromagnetismus</b> : <ul style="list-style-type: none"> <li>• Bergmann-Schäfer: „Lehrbuch der Experimentalphysik“, Band 2: „Elektromagnetismus“, de Gruyter</li> </ul> Für die <b>Atomphysik</b> : <ul style="list-style-type: none"> <li>• Haken, Wolf: „Atom- und Quantenphysik“, Springer</li> </ul> Für die <b>Materialphysik und Elastizität</b> : <ul style="list-style-type: none"> <li>• Hornbogen, Warlimont: „Metallkunde“, Springer</li> </ul>

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

Modul M1218: Ringvorlesung: Multiskalenmaterialien			
<b>Lehrveranstaltungen</b>			
<b>Titel</b>	<b>Typ</b>	<b>SWS</b>	<b>LP</b>
Multiskalenmaterialien (L1659)	Vorlesung	6	6
<b>Modulverantwortlicher</b>	Prof. Gerold Schneider		
<b>Zulassungsvoraussetzungen</b>	Keine		
<b>Empfohlene Vorkenntnisse</b>	Grundlagen der Physik und Chemie, Grundlagen und vertiefende Grundlagen der Werkstoffwissenschaft, Höhere Mathematik, Grundlagen der Elastizitätstheorie		
<b>Modulziele/ angestrebte Lernergebnisse</b>	Nach erfolgreicher Teilnahme haben die Studierenden die folgenden Lernergebnisse erreicht		
<b>Fachkompetenz</b>	Die Studierenden können ...		
<i>Wissen</i>	<p>...die grundlegenden chemischen und physikalischen Eigenschaften von Metallen, Keramiken und Polymeren erklären.</p> <p>...Korrelationen von chemischen und physikalischen Phänomenen auf der atomaren, mesoskaligen und makroskopischen Ebene und deren Konsequenzen für die makroskopischen Eigenschaften von Materialien herstellen.</p> <p>Die Studenten sind damit in der Lage, die Abhängigkeit makroskopischer Materialeigenschaften von den darunter liegenden hierarchischen Ebenen zu verstehen.</p>		
<i>Fertigkeiten</i>	<p>Nach Abschluss des Moduls sind die Studierenden in der Lage</p> <p>...Materialdesign für multiskalige Materialien zu betreiben.</p>		
<b>Personale Kompetenzen</b>			
<i>Sozialkompetenz</i>	Die Studierenden besitzen ein interdisziplinäres Wissen des aktuellen Forschungsstandes auf dem Gebiet der Multiskalenmaterialien. Damit können sie sowohl mit Materialwissenschaftlern als auch mit Physikern, Chemikern, Maschinenbauern oder Verfahrenstechnikern kompetent und auf die entsprechende Zielgruppe angepasst diskutieren.		
<i>Selbstständigkeit</i>	<p>Die Studierenden können...</p> <p>... ihre eigenen Stärken und Schwächen ermitteln.</p> <p>...benötigtes Wissen selbstständig aneignen..</p>		
<b>Arbeitsaufwand in Stunden</b>	Eigenstudium 96, Präsenzstudium 84		
<b>Leistungspunkte</b>	6		
<b>Studienleistung</b>	Keine		
<b>Prüfung</b>	Referat		
<b>Prüfungsdauer und -umfang</b>	90 Minuten inklusive Diskussion, kurzer Bericht über ein wissenschaftliches Thema		
<b>Zuordnung zu folgenden Curricula</b>	Materialwissenschaft: Kernqualifikation: Pflicht Theoretischer Maschinenbau: Vertiefung Werkstofftechnik: Wahlpflicht		

Lehrveranstaltung L1659: Multiskalenmaterialien	
<b>Typ</b>	Vorlesung
<b>SWS</b>	6
<b>LP</b>	6
<b>Arbeitsaufwand in Stunden</b>	Eigenstudium 96, Präsenzstudium 84
<b>Dozenten</b>	Prof. Gerold Schneider, Prof. Norbert Huber, Prof. Stefan Müller, Prof. Patrick Huber, Prof. Manfred Eich, Prof. Bodo Fiedler, Dr. Erica Lilleodden, Prof. Karl Schulte, Prof. Jörg Weißmüller, Prof. Christian Cyron
<b>Sprachen</b>	DE
<b>Zeitraum</b>	WiSe
<b>Inhalt</b>	<p>Die in dieser Vorlesung behandelten Materialien unterscheiden sich von den „klassischen“ Werkstoffen durch ihre individuelle hierarchische Mikrostruktur. Beim klassischen Gefügedesign wird z.B. durch Wärmebehandlung und gleichzeitige mechanische Verformung die Morphologie des Gefüges eingestellt. Das Material wird schrittweise durch kleine Veränderungen der Struktur oder der chemischen Zusammensetzung auch unter Ausnutzung von Selbstorganisationsprozessen (Ausscheidungslegierungen, Glaskeramiken, eutektische Gefüge) kontinuierlich und stetig optimiert.</p> <p>Die vorgestellten Materialien bestehen aus funktionalisierten elementaren Funktionseinheiten basierend auf Polymer, Keramik, Metall und Carbon Nanotubes (CNT), aus denen makroskopische hierarchische Materialsysteme erzeugt werden, deren charakteristische Längen von der Nanometer- bis zur Zentimeterskala reichen. Diese elementaren Funktionseinheiten sind durch Kern-Schale-Strukturen oder durch in Metallen mittels Legierungskorrosion erzeugte, mit Polymeren gefüllte Hohlräume gegeben.</p> <p>Dabei werden drei Klassen von Materialsystemen vorgestellt:</p> <p>Zum einen handelt es sich um hierarchisch strukturierte Keramik/Metall-Polymer-Materialsysteme ähnlich den natürlichen Vorbildern Perlmutter (1 hierarchische Ebene), Zahnschmelz (3 hierarchische Ebenen) oder Knochen (5 hierarchische Ebenen). Ausgehend von einer elementaren Funktionseinheit bestehend aus einem von einer Polymerhülle umgebenen keramischen Nanoteilchen, resultiert ein Material, in dem auf allen hierarchischen Ebenen alternierend „harte“ Teilchen, bestehend aus der jeweils niedrigeren hierarchischen Ebene, von weichen Polymeren umgeben sind. Die dadurch auf jeder hierarchischen Ebene erzeugte Kern-Schale-Struktur ist der grundsätzliche Unterschied zu einem Verbundwerkstoff mit einem starren interpenetrierenden keramischen oder metallischen Netzwerk.</p> <p>Das zweite vorgestellte Materialsystem basiert auf nanoporösem Gold, das als Prototypmaterial für neuartige Bauteile im strukturellen Leichtbau mit gleichzeitig aktorischen Eigenschaften vorgestellt wird. Behandelt werden die Materialherstellung und die daraus resultierenden skalenspezifischen mechanischen Eigenschaften. Darüber hinaus wird in die damit verbundenen skalenübergreifende theoretischen Modelle zum mechanischen Verhalten eingeführt. Dies beinhaltet den gesamten Skalenbereich von der elektronischen Struktur auf atomarer Skala bis hin zu zentimetergroßen, makroskopischen Probekörpern.</p> <p>Neuartige hierarchische nanostrukturierte Materialsysteme auf der Basis von thermisch stabilen Keramiken und Metallen für die Photonik bei hohen Temperaturen mit Anwendungsperspektiven für thermophotovoltaische Systeme (TPV) und Thermal Barrier Coatings (TBC) sind der dritte Werkstoffbereich der Vorlesung. Insbesondere sind hier direkte und invertierte 3D-photonische Kristallstrukturen (PhK) und neuartige optisch hyperbolische Medien zu nennen. Die PhK weisen aufgrund ihrer Periodizität und des Brechungsindexkontrastes eine photonische Bandstruktur auf, die mit photonischen Bandlücken, mit Bereichen besonders hoher photonischer Zustandsdichten und mit speziellen Dispersionsrelationen einhergeht. Die dargestellten Eigenschaften sollen hier genutzt werden, um in TBCs thermische Strahlung stark und gerichtet zu reflektieren bzw. um in TPV-Systemen Strahlung effektiv und effizient zu koppeln.</p>
<b>Literatur</b>	Aktuelle Publikationen

## Thesis

Nachweis der selbständigen wissenschaftlichen Arbeit.

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

<b>Zuordnung zu folgenden Curricula</b>	Global Innovation Management: Abschlussarbeit: Pflicht Informatik-Ingenieurwesen: Abschlussarbeit: Pflicht Informatik-Ingenieurwesen (Weiterentwicklung): Abschlussarbeit: Pflicht Information and Communication Systems: 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 Mathematical Modelling in Engineering: Theory, Numerics, Applications: 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 Theoretischer Maschinenbau: Abschlussarbeit: Pflicht Verfahrenstechnik: Abschlussarbeit: Pflicht Wasser- und Umweltingenieurwesen: Abschlussarbeit: Pflicht
---	--