



Modulhandbuch

Master of Science (M.Sc.)

Mechatronics

Kohorte: Wintersemester 2021

Stand: 24. Mai 2022

Inhaltsverzeichnis

Inhaltsverzeichnis	2
Studiengangsbeschreibung	4
Fachmodule der Kernqualifikation	6
Modul M0523: Betrieb & Management	6
Modul M0524: Nichttechnische Angebote im Master	7
Modul M0563: Robotics	9
Modul M0808: Finite Elements Methods	11
Modul M0846: Control Systems Theory and Design	13
Modul M1222: Design and Implementation of Software Systems	15
Modul M0751: Technische Schwingungslehre	16
Modul M1211: Studienarbeit Mechatronics	17
Fachmodule der Vertiefung Intelligente Systeme und Robotik	18
Modul M0692: Approximation und Stabilität	18
Modul M0752: Nichtlineare Dynamik	20
Modul M0840: Optimal and Robust Control	21
Modul M0714: Numerik gewöhnlicher Differentialgleichungen	23
Modul M1156: Systems Engineering	25
Modul M1212: Technischer Ergänzungskurs für IMPMEC (laut FSPO)	27
Modul M1223: Ausgewählte Themen der Mechatronik (Alternative A: 12 LP)	28
Modul M1224: Ausgewählte Themen der Mechatronik (Alternative B: 6 LP)	39
Modul M1302: Angewandte Humanoide Robotik	50
Modul M1269: Labor Cyber-Physical Systems	51
Modul M1306: Control Lab C	52
Modul M1281: Ausgewählte Themen der Schwingungslehre	54
Modul M0835: Humanoide Robotik	55
Modul M0838: Linear and Nonlinear System Identifikation	56
Modul M0939: Control Lab A	57
Modul M0924: Software für Eingebettete Systeme	59
Modul M1248: Compiler für Eingebettete Systeme	61
Modul M0630: Robotics and Navigation in Medicine	63
Modul M0803: Embedded Systems	65
Modul M0565: Mechatronische Systeme	67
Modul M0627: Machine Learning and Data Mining	69
Modul M0623: Intelligent Systems in Medicine	71
Modul M0633: Industrial Process Automation	73
Modul M0677: Digital Signal Processing and Digital Filters	75
Modul M0832: Advanced Topics in Control	77
Modul M1173: Applied Statistics	79
Modul M1204: Modellierung und Optimierung in der Dynamik	81
Modul M1229: Control Lab B	83
Modul M1305: Seminar Advanced Topics in Control	84
Modul M1398: Ausgewählte Themen der Mehrkörperdynamik und Robotik	85
Modul M0629: Intelligent Autonomous Agents and Cognitive Robotics	87
Modul M1552: Fortgeschrittenes maschinelles Lernen	89
Modul M0881: Mathematische Bildverarbeitung	91
Modul M1598: Bildverarbeitung	93
Modul M1748: Baurobotik	95
Modul M1614: Optics for Engineers	96
Modul M1596: Engineering Haptic Systems	98
Fachmodule der Vertiefung Systementwurf	100
Modul M0752: Nichtlineare Dynamik	100
Modul M0803: Embedded Systems	101
Modul M0805: Technical Acoustics I (Acoustic Waves, Noise Protection, Psycho Acoustics)	103
Modul M0807: Boundary Element Methods	104
Modul M1156: Systems Engineering	106
Modul M1212: Technischer Ergänzungskurs für IMPMEC (laut FSPO)	108
Modul M1223: Ausgewählte Themen der Mechatronik (Alternative A: 12 LP)	109
Modul M1224: Ausgewählte Themen der Mechatronik (Alternative B: 6 LP)	120
Modul M1306: Control Lab C	131
Modul M1269: Labor Cyber-Physical Systems	133
Modul M1281: Ausgewählte Themen der Schwingungslehre	134
Modul M0835: Humanoide Robotik	135
Modul M0838: Linear and Nonlinear System Identifikation	136
Modul M0939: Control Lab A	137
Modul M0924: Software für Eingebettete Systeme	139
Modul M1248: Compiler für Eingebettete Systeme	141
Modul M0840: Optimal and Robust Control	143
Modul M1400: Entwurf von Dependable Systems	145
Modul M0565: Mechatronische Systeme	147
Modul M1340: Einführung in Wellenleiter, Antennen und Elektromagnetische Verträglichkeit	149
Modul M0627: Machine Learning and Data Mining	151

Modul M1143: Applied Design Methodology in Mechatronics	153
Modul M1616: Flight Control Law Design and Application	155
Modul M0746: Microsystem Engineering	157
Modul M0806: Technical Acoustics II (Room Acoustics, Computational Methods)	159
Modul M0603: Nichtlineare Strukturanalyse	161
Modul M0832: Advanced Topics in Control	163
Modul M1024: Methoden der integrierten Produktentwicklung	165
Modul M1173: Applied Statistics	167
Modul M1204: Modellierung und Optimierung in der Dynamik	169
Modul M1268: Lineare und Nichtlineare Wellen	171
Modul M1229: Control Lab B	172
Modul M1305: Seminar Advanced Topics in Control	173
Modul M1398: Ausgewählte Themen der Mehrkörperdynamik und Robotik	174
Modul M0881: Mathematische Bildverarbeitung	176
Modul M1048: Integrated Circuit Design	178
Modul M1598: Bildverarbeitung	180
Modul M1596: Engineering Haptic Systems	182
Modul M1614: Optics for Engineers	184
Thesis	186
Modul M-002: Masterarbeit	186

Studiengangsbeschreibung

Inhalt

Der konsekutive internationale Master-Studiengang „Mechatronics“ bereitet Absolventen auf vielfältige Berufsbilder in der Mechatronik vor. Das Studium vertieft die ingenieurwissenschaftliche, mathematische und naturwissenschaftliche Bachelor-Ausbildung und vermittelt Kompetenzen zum systematischen, wissenschaftlichen und eigenständigen Lösen von verantwortungsvollen Aufgaben in Industrie und Forschung.

Inhaltlich abgedeckt werden berechnende, entwerfende und implementierende Methoden für mechatronische Systeme.

Die Studierenden spezialisieren sich in einer der zwei Vertiefungen und erwerben die Fähigkeit an den Schnittstellen der verbundenen Teildisziplinen zu arbeiten. Je nach individuellen Schwerpunkten können die Studierenden ihr Studium aufgrund des umfangreichen Angebots an Wahlpflichtfächern sehr flexibel anpassen und persönlich ausrichten.

Berufliche Perspektiven

Der konsekutive internationale Master-Studiengang „Mechatronics“ bereitet Absolventen auf vielfältige Berufsbilder in der Mechatronik vor.

Die Absolventen können aufgrund ihrer Spezialisierung auf eines der Themenfelder Systementwurf oder Intelligente Systeme und Robotik direkt in diesem arbeiten.

Außerdem besitzen sie vielfältiges Methoden- und Schnittstellenwissen, das sie zur disziplinübergreifenden Arbeit befähigt.

Die Absolventen können wissenschaftliche Tätigkeiten in Universitäten und Forschungsinstituten insbesondere mit dem Ziel der Promotion aufnehmen oder sich für den direkten Einstieg in die Industrie entscheiden. Hier können Sie Fachlaufbahnen einschlagen oder sich mit wachsender Berufserfahrung für anspruchsvolle Führungsaufgaben im technischen Bereich qualifizieren (z.B. Projekt-, Gruppen- oder Teamleiter, Entwicklungsleiter).

Der Studiengang ist universell gestaltet und erlaubt es den Absolventen, in unterschiedlichen Branchen an einer Vielzahl unterschiedlicher Projekte tätig zu werden.

Lernziele

Absolventen des Studiengangs sind in der Lage das individuell erworbene Fachwissen auf neue unbekannte Themenstellungen zu übertragen, komplexe Problemstellungen ihrer Disziplin wissenschaftlich zu erfassen, zu analysieren und zu lösen. Sie können fehlende Informationen selbstständig finden und dazu theoretische sowie experimentelle Untersuchungen planen und durchführen. Ingenieurwissenschaftliche Ergebnisse können sie beurteilen, evaluieren, kritisch hinterfragen sowie auf deren Basis Entscheidungen treffen und eigene weiterführende Schlussfolgerungen ziehen. Sie sind in der Lage methodisch vorzugehen, kleinere Projekte selbstständig zu organisieren und neue Technologien sowie wissenschaftliche Methoden auszuwählen und bei Bedarf weiterzuentwickeln.

Die Absolventen können sowohl selbstständig als auch in Teamarbeit neue Ideen und Lösungen entwickeln, dokumentieren sowie vor Fachpersonen präsentieren und vertreten. Eigene Stärken und Schwächen können sie einschätzen ebenso wie mögliche Konsequenzen ihres Handelns. Vor allem sind Sie befähigt sich selbstständig in komplexe Aufgaben einzuarbeiten, Aufgaben zu definieren, hierfür notwendiges Wissen zu erschließen sowie geeignete Mittel systematisch zur Umsetzung einzusetzen.

Systementwurf

In der Vertiefung Systementwurf erlernen die Absolventen schwierige konstruktive Aufgabenstellungen systematisch und methodisch zu bearbeiten. Sie verfügen über breite Kenntnisse neuer Entwicklungsmethoden, können passende Lösungsstrategien auswählen und diese selbstständig zum Entwickeln neuer Systeme einsetzen. Sie sind in der Lage, Vorgehensweisen der integrierten Systementwicklung wie Simulation oder moderne Test- und Prüfverfahren zu nutzen.

Intelligente Systeme und Robotik

In der Vertiefung Intelligente Systeme und Robotik erlernen die Absolventen schwierige mechatronische Aufgabenstellungen systematisch und methodisch zu bearbeiten. Sie verfügen über breite Kenntnisse in der Automation und Simulation, können passende Lösungsstrategien auswählen und diese selbstständig zum Entwickeln intelligenter Systeme einsetzen.

Studiengangsstruktur

Der Studiengang ist modular gestaltet und orientiert sich an der universitätsweiten standardisierten Studiengangsstruktur mit einheitlichen Modulgrößen (Vielfachen von sechs Leistungspunkten (LP)).

Der Studiengang kombiniert die Disziplinen des Maschinenbaus und der Elektrotechnik und erlaubt somit die Vertiefung in die interdisziplinären Schnittstellen des Systementwurfs und der Systemimplementierung.

Im ersten Semester sind alle Module Pflichtmodule. Dies erleichtert den internationalen Studierenden die Integration in die Universität, ihre Kohorte und die neue Umgebung.

Die Studierenden können danach aufgrund der weitreichenden Wahlfreiheit ihr Studium individualisieren.

In der gemeinsamen Kernqualifikation belegen die Studierenden folgende Module:

- Finite-Elemente-Methoden und Schwingungslehre (12 LP)
- Theorie und Entwurf regelungstechnischer Systeme und Entwurf und Implementierung von Software-Systemen (12 LP)
- Robotik und Mechatronische Systeme (12 LP)
- Ergänzungskurse Betrieb und Management (Katalog) (6 LP)
- Ergänzungskurse Nichttechnische Fächer (Katalog) (6 LP)

Die Studierenden spezialisieren sich durch die Wahl einer der folgenden fachlichen Vertiefungsrichtungen im Umfang von 30 Leistungspunkten:

- Systementwurf,
- Intelligente Systeme und Robotik.

Innerhalb einer Vertiefung können die Studierenden Module im Umfang von 30 LP aus einem fachlichen Modulkatalog (Modulgröße je sechs Leistungspunkte) wählen. Alternativ kann ein offenes Modul im maximalen Umfang von zwölf Leistungspunkten belegt werden, in dem spezialisierte kleinere Lehrveranstaltungen individuell kombiniert werden können.

Neben der abschließenden Masterarbeit bearbeiten die Studierenden eine zusätzliche wissenschaftliche Projektarbeit.

- Projektarbeit (12 LP)
- Masterarbeit (30 LP)

Fachmodule der Kernqualifikation

Modul M0523: Betrieb & Management

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

Lehrveranstaltungen

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

Modul M0524: Nichttechnische Angebote im Master	
Modulverantwortlicher	Dagmar Richter
Zulassungsvoraussetzungen	Keine
Empfohlene Vorkenntnisse	Keine
Modulziele/ angestrebte Lernergebnisse	Nach erfolgreicher Teilnahme haben die Studierenden die folgenden Lernergebnisse erreicht
Fachkompetenz <i>Wissen</i>	<p>Die Nichttechnischen Angebote (NTA)</p> <p>vermittelt die in Hinblick auf das Ausbildungsprofil der TUHH nötigen Kompetenzen, die ingenieurwissenschaftliche Fachlehre fördern aber nicht abschließend behandeln kann: Eigenverantwortlichkeit, Selbstführung, Zusammenarbeit und fachliche wie personale Leitungsbefähigung der zukünftigen Ingenieurinnen und Ingenieure. Er setzt diese Ausbildungsziele in seiner Lehrarchitektur, den Lehr-Lern-Arrangements, den Lehrbereichen und durch Lehrangebote um, in denen sich Studierende wahlweise für spezifische Kompetenzen und ein Kompetenzniveau auf Bachelor- oder Masterebene qualifizieren können. Die Lehrangebote sind jeweils in einem Modulkatalog Nichttechnische Ergänzungskurse zusammengefasst.</p> <p>Die Lehrarchitektur</p> <p>besteht aus einem studiengangübergreifenden Pflichtstudienangebot. Durch dieses zentral konzipierte Lehrangebot wird die Profilierung der TUHH Ausbildung auch im nichttechnischen Bereich gewährleistet.</p> <p>Die Lernarchitektur erfordert und übt eigenverantwortliche Bildungsplanung in Hinblick auf den individuellen Kompetenzaufbau ein und stellt dazu Orientierungswissen zu thematischen Schwerpunkten von Veranstaltungen bereit.</p> <p>Das über den gesamten Studienverlauf begleitend studierbare Angebot kann ggf. in ein-zwei Semestern studiert werden. Angesichts der bekannten, individuellen Anpassungsprobleme beim Übergang von Schule zu Hochschule in den ersten Semestern und um individuell geplante Auslandsemester zu fördern, wird jedoch von einer Studienfixierung in konkreten Fachsemestern abgesehen.</p> <p>Die Lehr-Lern-Arrangements</p> <p>sehen für Studierende - nach B.Sc. und M.Sc. getrennt - ein semester- und fachübergreifendes voneinander Lernen vor. Der Umgang mit Interdisziplinarität und einer Vielfalt von Lernständen in Veranstaltungen wird eingeübt - und in spezifischen Veranstaltungen gezielt gefördert.</p> <p>Die Lehrbereiche</p> <p>basieren auf Forschungsergebnissen aus den wissenschaftlichen Disziplinen Kulturwissenschaften, Gesellschaftswissenschaften, Kunst, Geschichtswissenschaften, Kommunikationswissenschaften, Migrationswissenschaften, Nachhaltigkeitsforschung und aus der Fachdidaktik der Ingenieurwissenschaften. Über alle Studiengänge hinweg besteht im Bachelorbereich zusätzlich ab Wintersemester 2014/15 das Angebot, gezielt Betriebswirtschaftliches und Gründungswissen aufzubauen. Das Lehrangebot wird durch soft skill und Fremdsprachkurse ergänzt. Hier werden insbesondere kommunikative Kompetenzen z.B. für Outgoing Engineers gezielt gefördert.</p> <p>Das Kompetenzniveau</p> <p>der Veranstaltungen in den Modulen der nichttechnischen Ergänzungskurse unterscheidet sich in Hinblick auf das zugrunde gelegte Ausbildungsziel: Diese Unterschiede spiegeln sich in den verwendeten Praxisbeispielen, in den - auf unterschiedliche berufliche Anwendungskontexte verweisende - Inhalten und im für M.Sc. stärker wissenschaftlich-theoretischen Abstraktionsniveau. Die Soft skills für Bachelor- und für Masterabsolventinnen/ Absolventen unterscheidet sich an Hand der im Berufsleben unterschiedlichen Positionen im Team und bei der Anleitung von Gruppen.</p> <p>Fachkompetenz (Wissen)</p> <p>Die Studierenden können</p> <ul style="list-style-type: none"> • ausgewähltes Spezialgebiete des jeweiligen nichttechnischen Bereiches erläutern, • in den im Lehrbereich vertretenen Disziplinen grundlegende Theorien, Kategorien, Begrifflichkeiten, Modelle, Konzepte oder künstlerischen Techniken skizzieren, • diese fremden Fachdisziplinen systematisch auf die eigene Disziplin beziehen, d.h. sowohl abgrenzen als auch Anschlüsse benennen, • in Grundzügen skizzieren, inwiefern wissenschaftliche Disziplinen, Paradigmen, Modelle, Instrumente, Verfahrensweisen und Repräsentationsformen der Fachwissenschaften einer individuellen und soziokulturellen Interpretation und Historizität unterliegen, • können Gegenstandsangemessen in einer Fremdsprache kommunizieren (sofern dies der gewählte Schwerpunkt im NTW-Bereich ist).
<i>Fertigkeiten</i>	<p>Die Studierenden können in ausgewählten Teilbereichen</p> <ul style="list-style-type: none"> • grundlegende und teils auch spezielle Methoden der genannten Wissenschaftsdisziplinen anwenden. • technische Phänomene, Modelle, Theorien usw. aus der Perspektive einer anderen, oben erwähnten Fachdisziplin befragen. • einfache und teils auch fortgeschrittene Problemstellungen aus den behandelten Wissenschaftsdisziplinen erfolgreich bearbeiten, • bei praktischen Fragestellungen in Kontexten, die den technischen Sach- und Fachbezug übersteigen, ihre Entscheidungen zu Organisations- und Anwendungsformen der Technik begründen.

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

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

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

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

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

Modul M0808: Finite Elements Methods			
Lehrveranstaltungen			
Titel	Typ	SWS	LP
Finite-Elemente-Methoden (L0291)	Vorlesung	2	3
Finite-Elemente-Methoden (L0804)	Hörsaalübung	2	3
Modulverantwortlicher	Prof. Otto von Estorff		
Zulassungsvoraussetzungen	None		
Empfohlene Vorkenntnisse	Mechanics I (Statics, Mechanics of Materials) and Mechanics II (Hydrostatics, Kinematics, Dynamics) Mathematics I, II, III (in particular differential equations)		
Modulziele/ angestrebte Lernergebnisse	Nach erfolgreicher Teilnahme haben die Studierenden die folgenden Lernergebnisse erreicht		
Fachkompetenz			
<i>Wissen</i>	The students possess an in-depth knowledge regarding the derivation of the finite element method and are able to give an overview of the theoretical and methodical basis of the method.		
<i>Fertigkeiten</i>	The students are capable to handle engineering problems by formulating suitable finite elements, assembling the corresponding system matrices, and solving the resulting system of equations.		
Personale Kompetenzen			
<i>Sozialkompetenz</i>	Students can work in small groups on specific problems to arrive at joint solutions.		
<i>Selbstständigkeit</i>	The students are able to independently solve challenging computational problems and develop own finite element routines. Problems can be identified and the results are critically scrutinized.		
Arbeitsaufwand in Stunden	Eigenstudium 124, Präsenzstudium 56		
Leistungspunkte	6		
Studienleistung	Verpflichtend Bonus	Art der Studienleistung	Beschreibung
	Nein 20 %	Midterm	
Prüfung	Klausur		
Prüfungsdauer und -umfang	120 min		
Zuordnung zu folgenden Curricula	Bauingenieurwesen: Kernqualifikation: Pflicht Energietechnik: Kernqualifikation: Wahlpflicht Flugzeug-Systemtechnik: Vertiefung Flugzeugsysteme: Wahlpflicht Flugzeug-Systemtechnik: Vertiefung Lufttransportsysteme und Flugzeugvorentwurf: Wahlpflicht Flugzeug-Systemtechnik: Kernqualifikation: Wahlpflicht Internationales Wirtschaftsingenieurwesen: Vertiefung II. Mechatronik: Wahlpflicht Internationales Wirtschaftsingenieurwesen: Vertiefung II. Produktentwicklung und Produktion: Wahlpflicht Mechatronics: Kernqualifikation: Pflicht Medizingenieurwesen: Vertiefung Implantate und Endoprothesen: Pflicht Medizingenieurwesen: Vertiefung Management und Administration: Wahlpflicht Medizingenieurwesen: Vertiefung Medizin- und Regelungstechnik: Wahlpflicht Medizingenieurwesen: Vertiefung Künstliche Organe und Regenerative Medizin: Wahlpflicht Produktentwicklung, Werkstoffe und Produktion: Kernqualifikation: Pflicht Technomathematik: Vertiefung III. Ingenieurwissenschaften: Wahlpflicht Theoretischer Maschinenbau: Kernqualifikation: Pflicht		

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

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

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

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

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

Modul M1222: Design and Implementation of Software Systems			
Lehrveranstaltungen			
Titel		Typ	SWS
Entwurf und Implementierung von Software-Systemen (L1657)		Vorlesung	2
Entwurf und Implementierung von Software-Systemen (L1658)		Laborpraktikum	2
			LP
			3
Modulverantwortlicher	NN		
Zulassungsvoraussetzungen	None		
Empfohlene Vorkenntnisse	- 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		
Modulziele/ angestrebte Lernergebnisse	Nach erfolgreicher Teilnahme haben die Studierenden die folgenden Lernergebnisse erreicht		
Fachkompetenz			
<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.		
Personale Kompetenzen			
<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.		
Arbeitsaufwand in Stunden	Eigenstudium 124, Präsenzstudium 56		
Leistungspunkte	6		
Studienleistung	Keine		
Prüfung	Klausur		
Prüfungsdauer und -umfang	90 min		
Zuordnung zu folgenden Curricula	Mechatronics: Kernqualifikation: Pflicht		

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

Lehrveranstaltung L1658: Design and Implementation of Software Systems	
Typ	Laborpraktikum
SWS	2
LP	3
Arbeitsaufwand in Stunden	Eigenstudium 62, Präsenzstudium 28
Dozenten	NN
Sprachen	EN
Zeitraum	WiSe
Inhalt	Siehe korrespondierende Vorlesung
Literatur	Siehe korrespondierende Vorlesung

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

Modul M1211: Studienarbeit Mechatronics			
Lehrveranstaltungen			
Titel	Typ	SWS	LP
Modulverantwortlicher	Dozenten des Studiengangs		
Zulassungsvoraussetzungen	Keine		
Empfohlene Vorkenntnisse	Lehrinhalte des Studiengangs.		
Modulziele/ angestrebte Lernergebnisse	Nach erfolgreicher Teilnahme haben die Studierenden die folgenden Lernergebnisse erreicht		
Fachkompetenz	<p><i>Wissen</i> Die Studierenden können ihre Detailkenntnisse im Gebiet der Mechatronik demonstrieren. Sie können zum Stand von Entwicklung und Anwendung Beispiele geben und diese kritisch unter Berücksichtigung aktueller Probleme und Rahmenbedingungen in Wissenschaft und Gesellschaft diskutieren.</p> <p>Die Studierenden sind in der Lage, für eine grundlagenorientierte, praktische Fragestellung aus dem Bereich der Mechatronik eigenständig eine Lösungsstrategie zu definieren und einzelne Lösungsansätze zu skizzieren. Dabei können sie theorieorientiert vorgehen und aktuelle sicherheitstechnische, ökologische, ethische und wirtschaftliche Gesichtspunkte nach dem Stand der Wissenschaft und zugehöriger gesellschaftlicher Diskussionen einbeziehen.</p> <p>Wissenschaftliche Arbeitstechniken, die sie zur eigenen Projektbearbeitung gewählt haben, können sie detailliert darlegen und kritisch erörtern.</p> <p><i>Fertigkeiten</i> Die Studierenden sind in der Lage, zur Projektbearbeitung selbständig Methoden auszuwählen und diese Auswahl zu begründen. Sie können darlegen, wie sie die Methoden auf das spezifische Anwendungsfeld beziehen und hierfür an den Anwendungskontext anpassen. Über das Projekt hinaus weisende Ergebnisse sowie Weiterentwicklungen können sie in Grundzügen skizzieren.</p>		
Personale Kompetenzen	<p><i>Sozialkompetenz</i> Die Studierenden können die Relevanz und den Zuschnitt ihrer Projektaufgabe, die Arbeitsschritte und Teilprobleme für die Diskussion und Erörterung in größeren Gruppen aufbereiten, die Diskussionen anleiten und Kolleginnen und Kollegen Rückmeldung zu ihren Projekten geben.</p> <p><i>Selbstständigkeit</i> Die Studierenden sind fähig, die zur Bearbeitung der Projektarbeit notwendigen Arbeitsschritte und Abläufe selbständig unter Berücksichtigung vorgegebener Fristen zu planen und zu dokumentieren. Hierzu gehört, dass sie sich aktuelle wissenschaftliche Informationen zielorientiert beschaffen können. Ferner sind sie in der Lage, bei Fachexperten Rückmeldungen zum Arbeitsfortschritt einzuholen, um hochwertige, auf den Stand von Wissenschaft und Technik bezogene Arbeitsergebnisse zu erreichen.</p>		
Arbeitsaufwand in Stunden	Eigenstudium 360, Präsenzstudium 0		
Leistungspunkte	12		
Studienleistung	Keine		
Prüfung	Studienarbeit		
Prüfungsdauer und -umfang	lt. FSPO		
Zuordnung zu folgenden Curricula	Mechatronics: Kernqualifikation: Pflicht		

Fachmodule der Vertiefung Intelligente Systeme und Robotik

In der Vertiefung Intelligente Systeme und Robotik erlernen die Absolventen schwierige mechatronische Aufgabenstellungen systematisch und methodisch zu bearbeiten. Sie verfügen über breite Kenntnisse in der Automation und Simulation, können passende Lösungsstrategien auswählen und diese selbstständig zum Entwickeln intelligenter Systeme einsetzen.

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

Modul M1212: Technischer Ergänzungskurs für IMPMEC (laut FSPO)			
Lehrveranstaltungen			
Titel	Typ	SWS	LP
Modulverantwortlicher	NN		
Zulassungsvoraussetzungen	Keine		
Empfohlene Vorkenntnisse	Siehe gewähltes Modul laut FSPO		
Modulziele/ angestrebte Lernergebnisse	Nach erfolgreicher Teilnahme haben die Studierenden die folgenden Lernergebnisse erreicht		
Fachkompetenz			
<i>Wissen</i>	siehe gewähltes Modul laut FSPO		
<i>Fertigkeiten</i>	siehe gewähltes Modul laut FSPO		
Personale Kompetenzen			
<i>Sozialkompetenz</i>	siehe gewähltes Modul laut FSPO		
<i>Selbstständigkeit</i>	siehe gewähltes Modul laut FSPO		
Arbeitsaufwand in Stunden	Abhängig von der Wahl der Lehrveranstaltungen		
Leistungspunkte	6		
Zuordnung zu folgenden Curricula	Mechatronics: Vertiefung Systementwurf: Wahlpflicht Mechatronics: Vertiefung Intelligente Systeme und Robotik: Wahlpflicht		

Modul M1223: Ausgewählte Themen der Mechatronik (Alternative A: 12 LP)			
Lehrveranstaltungen			
Titel	Typ	SWS	LP
Angewandte Automatisierung (L1592)	Projekt-/problembasierte Lehrveranstaltung	3	3
Arbeitswissenschaft (L0653)	Vorlesung	2	3
Aufbaukurs SE-ZERT (L2739)	Projekt-/problembasierte Lehrveranstaltung	2	3
Entwicklungsmanagement Mechatronik (L1512)	Vorlesung	2	3
Ermüdung und Schadenstoleranz (L0310)	Vorlesung	2	3
Industrie 4.0 für Ingenieure (L2012)	Vorlesung	2	3
Mikrocontrollerschaltungen - Realisierung in Hard- und Software (L0087)	Seminar	2	2
Mikrosystemtechnologie (L0724)	Vorlesung	2	4
Model-Based Systems Engineering (MBSE) mit SysML/UML (L1551)	Projekt-/problembasierte Lehrveranstaltung	3	3
Nachhaltige industrielle Produktion (L2863)	Vorlesung	2	3
Prozessmesstechnik (L1077)	Vorlesung	2	3
Prozessmesstechnik (L1083)	Hörsaalübung	1	1
Regelungstechnische Methoden für die Medizintechnik (L0664)	Vorlesung	2	3
Technische Dynamik (L1630)	Vorlesung	2	3
Modulverantwortlicher	NN		
Zulassungsvoraussetzungen	Keine		
Empfohlene Vorkenntnisse	Keine		
Modulziele/ angestrebte Lernergebnisse	Nach erfolgreicher Teilnahme haben die Studierenden die folgenden Lernergebnisse erreicht		
Fachkompetenz	<ul style="list-style-type: none"> • Die Studierenden können vertieftes Wissen und Zusammenhänge in Spezialbereichen sowie Anwendungsfelder der Mechatronik erklären. • Die Studierenden können unterschiedliche Spezialgebiete miteinander in Verbindung setzen. <ul style="list-style-type: none"> • Die Studierenden können in den ausgewählten Teilbereichen spezialisierte Lösungsstrategien und neue wissenschaftliche Methoden anwenden. • Die Studierenden können die erlernten Fähigkeiten selbstständig auf neue und unbekannte Fragestellungen übertragen und hier Lösungsansätze entwickeln. 		
<i>Wissen</i>			
<i>Fertigkeiten</i>			
Personale Kompetenzen	<ul style="list-style-type: none"> • Studierende können durch eine eigenständige Wahl der geeigneten Fächer je nach Interessenlage selbstständig Kenntnisse und Fähigkeiten vertiefen. 		
<i>Sozialkompetenz</i>			
<i>Selbstständigkeit</i>			
Arbeitsaufwand in Stunden	Abhängig von der Wahl der Lehrveranstaltungen		
Leistungspunkte	12		
Zuordnung zu folgenden Curricula	Mechatronics: Vertiefung Systementwurf: Wahlpflicht Mechatronics: Vertiefung Intelligente Systeme und Robotik: Wahlpflicht		

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

Lehrveranstaltung L0653: Arbeitswissenschaft	
Typ	Vorlesung
SWS	2
LP	3
Arbeitsaufwand in Stunden	Eigenstudium 62, Präsenzstudium 28
Prüfungsart	Mündliche Prüfung
Prüfungsdauer und -umfang	30 min
Dozenten	Dr. Armin Bossemeyer
Sprachen	DE
Zeitraum	WiSe
Inhalt	<p>Inhalt</p> <ul style="list-style-type: none"> - Arbeitswissenschaftliche Konzepte, Belastung und Beanspruchung - Körpermaße, Muskel- und Montagearbeit, Anzeigen und Stellteile - Sitzen, Stehen, Heben und Tragen - Licht, Sehen, Beleuchtung und Lichtmessung - Lärm, Lärmmessung, Lärmschutz und mechanische Schwingungen - Klima und Strahlung; Gefahrstoffe - Gesetzlicher Arbeitsschutz, betriebliche Arbeitsschutzkonzepte, Gefährdungsbeurteilung - Gefährliche Arbeiten: Strom, Leitern, Kräne, Gerüste, Stapler, Alleinarbeit ... - Persönliche Schutzausrüstungen: Gehörschutz, Handschuhe, Schuhe, Atemschutz ... - Gestaltung von Bildschirmarbeit und ergonomischer Software - Psychische Belastungen, Motivation, Arbeitszufriedenheit und Ermüdung - Betriebliche Gesundheitsförderung, Demographie, Humanisierung der Arbeit - Entgeltgestaltung: Eingruppierung, Leistungsbeurteilung, Zielvereinbarung, Prämienlohn - Arbeitszeitgestaltung: Gleitende Arbeitszeit, Flexible Arbeitszeit, Vertrauensarbeitszeit - Gestaltung von Schichtarbeit <p>Qualifikationsziele</p> <p>Die Teilnehmer erhalten einen Überblick über die ergonomische und menschengerechte Gestaltung von Arbeit und Technik. Ausgehend von den menschlichen Körperfunktionen wird vermittelt, wie Arbeitssysteme analysiert, Belastungen erkannt und Gefährdungen bewertet werden können. Die Teilnehmer erhalten praxisbezogene Kenntnisse zur ganzheitlichen Gestaltung von Arbeitsbedingungen in Produktions- und Dienstleistungsbetrieben sowie von Schnittstellen von Mensch und Technik. Diese Veranstaltung befähigt sie, Verantwortung zu übernehmen und technische Veränderungsprozesse personenbezogen auszulegen.</p>
Literatur	

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

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

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

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

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

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

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

Lehrveranstaltung L2863: Nachhaltige industrielle Produktion	
Typ	Vorlesung
SWS	2
LP	3
Arbeitsaufwand in Stunden	Eigenstudium 62, Präsenzstudium 28
Prüfungsart	Klausur
Prüfungsdauer und -umfang	60 min
Dozenten	Dr. Simon Markus Kothe
Sprachen	DE
Zeitraum	SoSe
Inhalt	<p>Die industrielle Produktion befasst sich mit der Herstellung physischer Produkte zur Befriedigung menschlicher Bedürfnisse unter Einsatz verschiedener Fertigungsprozesse, die die Form und die physikalischen Eigenschaften der Ausgangsmaterialien verändern. Das produzierende Gewerbe ist zentraler Treiber der wirtschaftlichen Entwicklung und hat großen Einfluss auf das Wohlergehen der Menschheit. Das Ausmaß der gegenwärtigen Produktionsaktivitäten führt jedoch zu einem enormen globalen Energie- und Materialbedarf, der sowohl der Umwelt als auch den Menschen schadet. Historisch gesehen orientierten sich industrielle Aktivitäten meist an ökonomischen Randbedingungen, während soziale und ökologische Folgen kaum berücksichtigt wurden. Infolgedessen liegen die heutigen globalen Verbrauchsraten vieler Ressourcen und damit verbundene Emissionen häufig über der natürlichen Regenerationsrate unseres Planeten. Insofern ist ein Großteil der derzeitigen industriellen Produktion als nicht nachhaltig zu bezeichnen. Dies wird jedes Jahr durch den "Earth Overshoot Day" unterstrichen, der den Tag markiert, an dem der ökologische Fußabdruck der Menschheit die jährliche Regenerationsfähigkeit der Erde übersteigt.</p> <p>Die vorliegende Vorlesung soll die Motivation, Analysemethoden sowie Ansätze für eine nachhaltige industrielle Produktion vermitteln und verdeutlichen, welchen Einfluss die Produktionsphase im Verhältnis zur Rohstoff-, Nutzungs- und Recyclingphase im gesamten Lebenszyklus von Produkten hat. Hierzu werden die folgenden Themen beleuchtet:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Motivation für eine nachhaltige Produktion, die 17 Ziele für nachhaltige Entwicklung (SDGs) der Vereinten Nationen und ihre Bedeutung für die Fertigung von morgen; - Ausgangsstoffe vs. Produktionsphase vs. Nutzungsphase vs. Recycling/End-of-Life-Phase: Bedeutung der Produktionsphase für die Umweltauswirkungen gefertigter Produkte; - Typische energie- und ressourcenintensive Prozesse in der industriellen Produktion und innovative Ansätze zur Steigerung der Energie- und Ressourceneffizienz; - Methodik zur Optimierung der Energie- und Ressourceneffizienz von industriellen Fertigungsketten mit den drei Schritten Modellieren (1), Bewerten (2) und Verbessern (3); - Ressourceneffizienz von Wertschöpfungsketten der industriellen Produktion und ihre Beurteilung mittels Lebenszyklusanalyse (LCA); - Übung: Ökobilanztechnische Betrachtung eines Fertigungsprozesses (Thermoplastisches Fügen eines Flugzeugrumpfsegments) als Teil eines Produkt-Life-Cycle-Assessments.
Literatur	<p>Literatur:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Stefan Alexander (2020): Resource efficiency in manufacturing value chains. Cham: Springer International Publishing. - Hauschild, Michael Z.; Rosenbaum, Ralph K.; Olsen, Stig Irving (Hg.) (2018): Life Cycle Assessment. Theory and Practice. Cham: Springer International Publishing. - Kishita, Yusuke; Matsumoto, Mitsutaka; Inoue, Masato; Fukushige, Shinichi (2021): EcoDesign and sustainability. Singapore: Springer. - Schebek, Liselotte; Herrmann, Christoph; Cerdas, Felipe (2019): Progress in Life Cycle Assessment. Cham: Springer International Publishing. - Thiede, Sebastian; Hermann, Christoph (2019): Eco-factories of the future. Cham: Springer Nature Switzerland AG. - Vorlesungsskript.

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

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

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

Lehrveranstaltung L1630: Technische Dynamik	
Typ	Vorlesung
SWS	2
LP	3
Arbeitsaufwand in Stunden	Eigenstudium 62, Präsenzstudium 28
Prüfungsart	Klausur
Prüfungsdauer und -umfang	90 min
Dozenten	Prof. Robert Seifried
Sprachen	DE
Zeitraum	SoSe
Inhalt	<ol style="list-style-type: none"> 1. Modellierung von Mehrkörpersystemen 2. Kinematische und kinetische Grundlagen 3. Bindungen 4. Mehrkörpersysteme in Minimalkoordinaten 5. Zustandsraum, Linearisierung und Modalanalyse 6. Mehrkörpersysteme mit kinematischen Schleifen 7. Mehrkörpersysteme in DAE-Form 8. Nichtholonome Mehrkörpersysteme 9. Experimentelle Methoden in der Dynamik
Literatur	<p>Schiehlen, W.; Eberhard, P.: Technische Dynamik, 4. Auflage, Vieweg+Teubner: Wiesbaden, 2014.</p> <p>Woernle, C.: Mehrkörpersysteme, Springer: Heidelberg, 2011.</p> <p>Seifried, R.: Dynamics of Underactuated Multibody Systems, Springer, 2014.</p>

Modul M1224: Ausgewählte Themen der Mechatronik (Alternative B: 6 LP)			
Lehrveranstaltungen			
Titel	Typ	SWS	LP
Angewandte Automatisierung (L1592)	Projekt-/problembasierte Lehrveranstaltung	3	3
Arbeitswissenschaft (L0653)	Vorlesung	2	3
Aufbaukurs SE-ZERT (L2739)	Projekt-/problembasierte Lehrveranstaltung	2	3
Entwicklungsmanagement Mechatronik (L1512)	Vorlesung	2	3
Ermüdung und Schadenstoleranz (L0310)	Vorlesung	2	3
Industrie 4.0 für Ingenieure (L2012)	Vorlesung	2	3
Mikrocontrollerschaltungen - Realisierung in Hard- und Software (L0087)	Seminar	2	2
Mikrosystemtechnologie (L0724)	Vorlesung	2	4
Model-Based Systems Engineering (MBSE) mit SysML/UML (L1551)	Projekt-/problembasierte Lehrveranstaltung	3	3
Nachhaltige industrielle Produktion (L2863)	Vorlesung	2	3
Prozessmesstechnik (L1077)	Vorlesung	2	3
Prozessmesstechnik (L1083)	Hörsaalübung	1	1
Regelungstechnische Methoden für die Medizintechnik (L0664)	Vorlesung	2	3
Technische Dynamik (L1630)	Vorlesung	2	3
Modulverantwortlicher	NN		
Zulassungsvoraussetzungen	Keine		
Empfohlene Vorkenntnisse	Keine		
Modulziele/ angestrebte Lernergebnisse	Nach erfolgreicher Teilnahme haben die Studierenden die folgenden Lernergebnisse erreicht		
Fachkompetenz	<ul style="list-style-type: none"> • Die Studierenden können vertieftes Wissen und Zusammenhänge in Spezialbereichen sowie Anwendungsfelder der Mechatronik erklären. • Die Studierenden können unterschiedliche Spezialgebiete miteinander in Verbindung setzen. • Die Studierenden können in den ausgewählten Teilbereichen spezialisierte Lösungsstrategien und neue wissenschaftliche Methoden anwenden. • Die Studierenden können die erlernten Fähigkeiten selbstständig auf neue und unbekannte Fragestellungen übertragen und hier Lösungsansätze entwickeln. 		
<i>Wissen</i>			
<i>Fertigkeiten</i>			
Personale Kompetenzen	Keine		
<i>Sozialkompetenz</i>	<ul style="list-style-type: none"> • Studierende können durch eine eigenständige Wahl der geeigneten Fächer je nach Interessenlage selbstständig Kenntnisse und Fähigkeiten vertiefen. 		
<i>Selbstständigkeit</i>			
Arbeitsaufwand in Stunden	Abhängig von der Wahl der Lehrveranstaltungen		
Leistungspunkte	6		
Zuordnung zu folgenden Curricula	Mechatronics: Vertiefung Systementwurf: Wahlpflicht Mechatronics: Vertiefung Intelligente Systeme und Robotik: Wahlpflicht		

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

Lehrveranstaltung L0653: Arbeitswissenschaft	
Typ	Vorlesung
SWS	2
LP	3
Arbeitsaufwand in Stunden	Eigenstudium 62, Präsenzstudium 28
Prüfungsart	Mündliche Prüfung
Prüfungsdauer und -umfang	30 min
Dozenten	Dr. Armin Bossemeyer
Sprachen	DE
Zeitraum	WiSe
Inhalt	<p>Inhalt</p> <ul style="list-style-type: none"> - Arbeitswissenschaftliche Konzepte, Belastung und Beanspruchung - Körpermaße, Muskel- und Montagearbeit, Anzeigen und Stellteile - Sitzen, Stehen, Heben und Tragen - Licht, Sehen, Beleuchtung und Lichtmessung - Lärm, Lärmmessung, Lärmschutz und mechanische Schwingungen - Klima und Strahlung; Gefahrstoffe - Gesetzlicher Arbeitsschutz, betriebliche Arbeitsschutzkonzepte, Gefährdungsbeurteilung - Gefährliche Arbeiten: Strom, Leitern, Kräne, Gerüste, Stapler, Alleinarbeit ... - Persönliche Schutzausrüstungen: Gehörschutz, Handschuhe, Schuhe, Atemschutz ... - Gestaltung von Bildschirmarbeit und ergonomischer Software - Psychische Belastungen, Motivation, Arbeitszufriedenheit und Ermüdung - Betriebliche Gesundheitsförderung, Demographie, Humanisierung der Arbeit - Entgeltgestaltung: Eingruppierung, Leistungsbeurteilung, Zielvereinbarung, Prämienlohn - Arbeitszeitgestaltung: Gleitende Arbeitszeit, Flexible Arbeitszeit, Vertrauensarbeitszeit - Gestaltung von Schichtarbeit <p>Qualifikationsziele</p> <p>Die Teilnehmer erhalten einen Überblick über die ergonomische und menschengerechte Gestaltung von Arbeit und Technik. Ausgehend von den menschlichen Körperfunktionen wird vermittelt, wie Arbeitssysteme analysiert, Belastungen erkannt und Gefährdungen bewertet werden können. Die Teilnehmer erhalten praxisbezogene Kenntnisse zur ganzheitlichen Gestaltung von Arbeitsbedingungen in Produktions- und Dienstleistungsbetrieben sowie von Schnittstellen von Mensch und Technik. Diese Veranstaltung befähigt sie, Verantwortung zu übernehmen und technische Veränderungsprozesse personenbezogen auszulegen.</p>
Literatur	

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

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

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

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

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

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

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

Lehrveranstaltung L2863: Nachhaltige industrielle Produktion	
Typ	Vorlesung
SWS	2
LP	3
Arbeitsaufwand in Stunden	Eigenstudium 62, Präsenzstudium 28
Prüfungsart	Klausur
Prüfungsdauer und -umfang	60 min
Dozenten	Dr. Simon Markus Kothe
Sprachen	DE
Zeitraum	SoSe
Inhalt	<p>Die industrielle Produktion befasst sich mit der Herstellung physischer Produkte zur Befriedigung menschlicher Bedürfnisse unter Einsatz verschiedener Fertigungsprozesse, die die Form und die physikalischen Eigenschaften der Ausgangsmaterialien verändern. Das produzierende Gewerbe ist zentraler Treiber der wirtschaftlichen Entwicklung und hat großen Einfluss auf das Wohlergehen der Menschheit. Das Ausmaß der gegenwärtigen Produktionsaktivitäten führt jedoch zu einem enormen globalen Energie- und Materialbedarf, der sowohl der Umwelt als auch den Menschen schadet. Historisch gesehen orientierten sich industrielle Aktivitäten meist an ökonomischen Randbedingungen, während soziale und ökologische Folgen kaum berücksichtigt wurden. Infolgedessen liegen die heutigen globalen Verbrauchsraten vieler Ressourcen und damit verbundene Emissionen häufig über der natürlichen Regenerationsrate unseres Planeten. Insofern ist ein Großteil der derzeitigen industriellen Produktion als nicht nachhaltig zu bezeichnen. Dies wird jedes Jahr durch den "Earth Overshoot Day" unterstrichen, der den Tag markiert, an dem der ökologische Fußabdruck der Menschheit die jährliche Regenerationsfähigkeit der Erde übersteigt.</p> <p>Die vorliegende Vorlesung soll die Motivation, Analysemethoden sowie Ansätze für eine nachhaltige industrielle Produktion vermitteln und verdeutlichen, welchen Einfluss die Produktionsphase im Verhältnis zur Rohstoff-, Nutzungs- und Recyclingphase im gesamten Lebenszyklus von Produkten hat. Hierzu werden die folgenden Themen beleuchtet:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Motivation für eine nachhaltige Produktion, die 17 Ziele für nachhaltige Entwicklung (SDGs) der Vereinten Nationen und ihre Bedeutung für die Fertigung von morgen; - Ausgangsstoffe vs. Produktionsphase vs. Nutzungsphase vs. Recycling/End-of-Life-Phase: Bedeutung der Produktionsphase für die Umweltauswirkungen gefertigter Produkte; - Typische energie- und ressourcenintensive Prozesse in der industriellen Produktion und innovative Ansätze zur Steigerung der Energie- und Ressourceneffizienz; - Methodik zur Optimierung der Energie- und Ressourceneffizienz von industriellen Fertigungsketten mit den drei Schritten Modellieren (1), Bewerten (2) und Verbessern (3); - Ressourceneffizienz von Wertschöpfungsketten der industriellen Produktion und ihre Beurteilung mittels Lebenszyklusanalyse (LCA); - Übung: Ökobilanztechnische Betrachtung eines Fertigungsprozesses (Thermoplastisches Fügen eines Flugzeugrumpfsegments) als Teil eines Produkt-Life-Cycle-Assessments.
Literatur	<p>Literatur:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Stefan Alexander (2020): Resource efficiency in manufacturing value chains. Cham: Springer International Publishing. - Hauschild, Michael Z.; Rosenbaum, Ralph K.; Olsen, Stig Irving (Hg.) (2018): Life Cycle Assessment. Theory and Practice. Cham: Springer International Publishing. - Kishita, Yusuke; Matsumoto, Mitsutaka; Inoue, Masato; Fukushige, Shinichi (2021): EcoDesign and sustainability. Singapore: Springer. - Schebek, Liselotte; Herrmann, Christoph; Cerdas, Felipe (2019): Progress in Life Cycle Assessment. Cham: Springer International Publishing. - Thiede, Sebastian; Hermann, Christoph (2019): Eco-factories of the future. Cham: Springer Nature Switzerland AG. - Vorlesungsskript.

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

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

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

Lehrveranstaltung L1630: Technische Dynamik	
Typ	Vorlesung
SWS	2
LP	3
Arbeitsaufwand in Stunden	Eigenstudium 62, Präsenzstudium 28
Prüfungsart	Klausur
Prüfungsdauer und -umfang	90 min
Dozenten	Prof. Robert Seifried
Sprachen	DE
Zeitraum	SoSe
Inhalt	<ol style="list-style-type: none"> 1. Modellierung von Mehrkörpersystemen 2. Kinematische und kinetische Grundlagen 3. Bindungen 4. Mehrkörpersysteme in Minimalkoordinaten 5. Zustandsraum, Linearisierung und Modalanalyse 6. Mehrkörpersysteme mit kinematischen Schleifen 7. Mehrkörpersysteme in DAE-Form 8. Nichtholonome Mehrkörpersysteme 9. Experimentelle Methoden in der Dynamik
Literatur	<p>Schiehlen, W.; Eberhard, P.: Technische Dynamik, 4. Auflage, Vieweg+Teubner: Wiesbaden, 2014.</p> <p>Woernle, C.: Mehrkörpersysteme, Springer: Heidelberg, 2011.</p> <p>Seifried, R.: Dynamics of Underactuated Multibody Systems, Springer, 2014.</p>

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

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

Modul M1269: Labor Cyber-Physical Systems			
Lehrveranstaltungen			
Titel	Labor Cyber-Physical Systems (L1740)	Typ	Projekt-/problembasierte Lehrveranstaltung
		SWS	4
		LP	6
Modulverantwortlicher	Prof. Heiko Falk		
Zulassungsvoraussetzungen	Keine		
Empfohlene Vorkenntnisse	Modul "Eingebettete Systeme"		
Modulziele/ angestrebte Lernergebnisse	Nach erfolgreicher Teilnahme haben die Studierenden die folgenden Lernergebnisse erreicht		
Fachkompetenz	<p><i>Wissen</i></p> <p>Cyber-Physical Systems (CPS) stehen über Sensoren, A/D- und D/A-Wandler und Aktoren in enger Verbindung mit ihrer Umgebung. Wegen der besonderen Einsatzgebiete kommen hier hochgradig spezialisierte Sensoren, Prozessoren und Aktoren zum Einsatz, die applikationsspezifisch auf ihr jeweiliges Einsatzgebiet ausgerichtet sind. Dementsprechend existiert - im Gegensatz zum klassischen Software Engineering - eine Vielzahl unterschiedlicher Techniken zur Spezifikation von CPS.</p> <p>In Form von rechnergestützten Versuchen mit Roboterbausätzen werden in dieser Veranstaltung die Grundzüge der Spezifikation und Modellierung von CPS vermittelt. Das Labor behandelt die Einführung in diese Systeme (Begriffsbildung, charakteristische Eigenschaften) und deren Spezifikationsprachen (models of computation, hierarchische Zustandsautomaten, Datenfluss-Modelle, Petri-Netze, imperative Techniken). Da CPS häufig Steuerungs- und Regelungsaufgaben erfüllen, wird das Labor praxisnah einfache Anwendungen aus der Regelungstechnik vermitteln. Die Versuche nutzen gängige Spezifikationswerkzeuge (MATLAB/Simulink, LabVIEW, NXC), um hiermit Cyber-Physical Systems zu modellieren, die über Sensoren und Aktoren mit ihrer Umwelt interagieren.</p> <p><i>Fertigkeiten</i></p> <p>Nach erfolgreichem Besuch der Veranstaltung sind die Studierenden in der Lage, einfache CPS zu entwickeln. Sie können Wechselwirkungen zwischen einem CPS und dessen umgebenden Prozessen beurteilen, der sich aus dem Kreislauf zwischen physikalischer Umwelt, Sensor, A/D-Wandler, digitalem Prozessor, D/A-Wandler und Aktor ergibt. Die Veranstaltung versetzt die Studierenden in die Lage, Modellierungstechniken miteinander vergleichen, deren Vor- und Nachteile abwägen, und geeignete Techniken zur Systementwicklung einsetzen zu können. Sie erwerben die Fähigkeit, diese Techniken im Rahmen konkreter praktischer Aufgabenstellungen anzuwenden. Sie haben erste Erfahrungen im hardwarenahen Software-Entwurf, im Umgang mit industrierelevanten Spezifikationswerkzeugen und im Entwurf einfacher Regelungssysteme erworben.</p> <p>Personale Kompetenzen</p> <p><i>Sozialkompetenz</i></p> <p>Die Studierenden sind nach Abschluss des Moduls in der Lage, ähnliche Aufgaben alleine oder in einer Gruppe zu bearbeiten und die Resultate geeignet zu präsentieren.</p> <p><i>Selbstständigkeit</i></p> <p>Die Studierenden sind nach Abschluss des Moduls in der Lage, sich Teilbereiche des Fachgebietes anhand von Fachliteratur selbstständig zu erarbeiten, das erworbene Wissen zusammenzufassen, zu präsentieren und es mit den Inhalten anderer Lehrveranstaltungen zu verknüpfen.</p>		
Arbeitsaufwand in Stunden	Eigenstudium 124, Präsenzstudium 56		
Leistungspunkte	6		
Studienleistung	Keine		
Prüfung	Schriftliche Ausarbeitung		
Prüfungsdauer und -umfang	Durchführung und Beschreibung sämtlicher Versuche		
Zuordnung zu folgenden Curricula	Allgemeine Ingenieurwissenschaften (7 Semester): Vertiefung Informatik: Wahlpflicht Computer Science: Vertiefung II. Mathematik und Ingenieurwissenschaften: Wahlpflicht Computer Science: Vertiefung Computer- und Software-Engineering: Wahlpflicht General Engineering Science (7 Semester): Vertiefung Informatik: Wahlpflicht Informatik-Ingenieurwesen: Vertiefung II. Mathematik & Ingenieurwissenschaften: Wahlpflicht Mechatronics: Vertiefung Intelligente Systeme und Robotik: Wahlpflicht Mechatronics: Vertiefung Systementwurf: Wahlpflicht Mechatronics: Technischer Ergänzungskurs: Wahlpflicht		

Lehrveranstaltung L1740: Labor Cyber-Physical Systems	
Typ	Projekt-/problembasierte Lehrveranstaltung
SWS	4
LP	6
Arbeitsaufwand in Stunden	Eigenstudium 124, Präsenzstudium 56
Dozenten	Prof. Heiko Falk
Sprachen	DE/EN
Zeitraum	SoSe
Inhalt	<ul style="list-style-type: none"> • Versuch 1: Programmieren in NXC • Versuch 2: Programmierung des Roboters mit Matlab/Simulink • Programmierung des Roboters in LabVIEW
Literatur	<ul style="list-style-type: none"> • Peter Marwedel. Embedded System Design - Embedded System Foundations of Cyber-Physical Systems. 2nd Edition, Springer, 2012. • Begleitende Foliensätze

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

Modul M0924: Software für Eingebettete Systeme			
Lehrveranstaltungen			
Titel		Typ	SWS LP
Software für Eingebettete Systeme (L1069)		Vorlesung	2 3
Software für Eingebettete Systeme (L1070)		Gruppenübung	3 3
Modulverantwortlicher	Prof. Bernd-Christian Renner		
Zulassungsvoraussetzungen	Keine		
Empfohlene Vorkenntnisse	<ul style="list-style-type: none"> • Sehr gute Kenntnisse und Erfahrung in Programmiersprache C • Grundkenntnisse in Softwaretechnik • Prinzipielles Verständnis von Assembler Sprachen 		
Modulziele/ angestrebte Lernergebnisse	Nach erfolgreicher Teilnahme haben die Studierenden die folgenden Lernergebnisse erreicht		
Fachkompetenz	<p><i>Wissen</i> Studierende können die grundlegende Prinzipien und Vorgehensweisen für die Erstellung von Software für eingebettete Systeme erklären. Sie sind in der Lage, ereignisbasierte Programmier Techniken mittels Interrupts zu beschreiben. Sie kennen den Aufbau und Funktion eines konkreten Mikrocontrollers. Die Teilnehmer sind in der Lage, Anforderungen an Echtzeitsysteme zu erläutern. Sie können mindestens drei Scheduling Algorithmen für Echtzeitbetriebssysteme erläutern (einschließlich Vor- und Nachteile)</p> <p><i>Fertigkeiten</i> Studierende erstellen interrupt-basierte Programme für einen konkreten Mikrocontroller. Sie erstellen und benutzen einen preemptiven scheduler. Sie setzen periphere Komponenten (Timer, ADCs, EEPROM) für komplexe Aufgaben eingebetteter System ein. Für den Anschluss externer Komponenten setzen sie serielle Protokolle ein.</p>		
Personale Kompetenzen	<p><i>Sozialkompetenz</i></p> <p><i>Selbstständigkeit</i></p>		
Arbeitsaufwand in Stunden	Eigenstudium 110, Präsenzstudium 70		
Leistungspunkte	6		
Studienleistung	Verpflichtend Bonus	Art der Studienleistung	Beschreibung
	Nein 10 %	Testate	
Prüfung	Klausur		
Prüfungsdauer und -umfang	90 min		
Zuordnung zu folgenden Curricula	Computer Science: Vertiefung I. Computer- und Software-Engineering: Wahlpflicht Elektrotechnik: Vertiefung Nachrichten- und Kommunikationstechnik: Wahlpflicht Information and Communication Systems: Vertiefung Kommunikationssysteme, Schwerpunkt Software: Wahlpflicht Mechatronics: Technischer Ergänzungskurs: Wahlpflicht Mechatronics: Vertiefung Intelligente Systeme und Robotik: Wahlpflicht Mechatronics: Vertiefung Systementwurf: Wahlpflicht Microelectronics and Microsystems: Vertiefung Embedded Systems: Wahlpflicht		

Lehrveranstaltung L1069: Software für Eingebettete Systeme	
Typ	Vorlesung
SWS	2
LP	3
Arbeitsaufwand in Stunden	Eigenstudium 62, Präsenzstudium 28
Dozenten	Prof. Bernd-Christian Renner
Sprachen	DE/EN
Zeitraum	SoSe
Inhalt	<ul style="list-style-type: none"> • General-Purpose Processors • Programming the Atmel AVR • Interrupts • C für Embedded Systems • Standard Single Purpose Processors: Peripherals • Finite-State Machines • Speicher • Betriebssystem für Eingebettete Systeme • Echtzeit Eingebettete Systeme
Literatur	<ol style="list-style-type: none"> 1. Embedded System Design, F. Vahid and T. Givargis, John Wiley 2. Programming Embedded Systems: With C and Gnu Development Tools, M. Barr and A. Massa, O'Reilly 3. C und C++ für Embedded Systems, F. Bollow, M. Homann, K. Köhn, MITP 4. The Art of Designing Embedded Systems, J. Ganssle, Newnes 5. Mikrocomputertechnik mit Controllern der Atmel AVR-RISC-Familie, G. Schmitt, Oldenbourg 6. Making Embedded Systems: Design Patterns for Great Software, E. White, O'Reilly

Lehrveranstaltung L1070: Software für Eingebettete Systeme	
Typ	Gruppenübung
SWS	3
LP	3
Arbeitsaufwand in Stunden	Eigenstudium 48, Präsenzstudium 42
Dozenten	Prof. Bernd-Christian Renner
Sprachen	DE/EN
Zeitraum	SoSe
Inhalt	Siehe korrespondierende Vorlesung
Literatur	Siehe korrespondierende Vorlesung

Modul M1248: Compiler für Eingebettete Systeme			
Lehrveranstaltungen			
Titel		Typ	SWS LP
Compiler für Eingebettete Systeme (L1692)		Vorlesung	3 4
Compiler für Eingebettete Systeme (L1693)		Projekt-/problembasierte Lehrveranstaltung	1 2
Modulverantwortlicher	Prof. Heiko Falk		
Zulassungsvoraussetzungen	Keine		
Empfohlene Vorkenntnisse	Modul "Eingebettete Systeme" C/C++ Programmierkenntnisse		
Modulziele/ angestrebte Lernergebnisse	Nach erfolgreicher Teilnahme haben die Studierenden die folgenden Lernergebnisse erreicht		
Fachkompetenz	<p><i>Wissen</i></p> <p>Die Bedeutung Eingebetteter Systeme steigt von Jahr zu Jahr. Innerhalb Eingebetteter Systeme steigt der Software-Anteil, der auf Prozessoren ausgeführt wird, aufgrund geringerer Kosten und höherer Flexibilität ebenso kontinuierlich. Wegen der besonderen Einsatzgebiete Eingebetteter Systeme kommen hier hochgradig spezialisierte Prozessoren zum Einsatz, die applikationsspezifisch auf ihr jeweiliges Einsatzgebiet ausgerichtet sind. Diese hochgradig spezialisierten Prozessoren stellen hohe Anforderungen an einen Compiler, der Code von hoher Qualität generieren soll. Nach erfolgreichem Besuch der Veranstaltung sind die Studierenden in der Lage,</p> <ul style="list-style-type: none"> • Struktur und Aufbau derartiger Compiler aufzuzeigen, • interne Zwischendarstellungen auf verschiedenen Abstraktionsniveaus zu unterscheiden und zu erklären, und • Probleme und Optimierungen in allen Compilerphasen zu beurteilen. <p>Wegen der hohen Anforderungen an Compiler für Eingebettete Systeme sind effektive Optimierungen unerlässlich. Die Studierenden lernen insbes.,</p> <ul style="list-style-type: none"> • welche Arten von Optimierungen es auf Quellcode-Niveau gibt, • wie die Übersetzung von der Quellsprache nach Assembler abläuft, • welche Arten von Optimierungen auf Assembler-Niveau durchzuführen sind, • wie die Registerallokation vonstatten geht, und • wie Speicherhierarchien effizient ausgenutzt werden. <p>Da Compiler für Eingebettete Systeme oft verschiedene Zielfunktionen optimieren sollen (z.B. durchschnittliche oder worst-case Laufzeit, Energieverbrauch, Code-Größe), lernen die Studierenden den Einfluss von Optimierungen auf diese verschiedenen Zielfunktionen zu beurteilen.</p> <p><i>Fertigkeiten</i></p> <p>Studierende werden in die Lage versetzt, hochsprachlichen Programmcode in Maschinensprache zu übersetzen. Die Studierenden erwerben die Fähigkeit zu beurteilen, welche Art von Code-Optimierung innerhalb eines Compilers am effektivsten auf welchem Abstraktionsniveau (bspw. Quell- oder Assemblercode) durchzuführen ist.</p> <p>Während der Übungen erwerben die Studierenden die Fähigkeit, einen funktionierenden Compiler mitsamt Optimierungen zu implementieren.</p> <p>Personale Kompetenzen</p> <p><i>Sozialkompetenz</i></p> <p>Die Studierenden sind nach Abschluss des Moduls in der Lage, ähnliche Aufgaben alleine oder in einer Gruppe zu bearbeiten und die Resultate geeignet zu präsentieren.</p> <p><i>Selbstständigkeit</i></p> <p>Die Studierenden sind nach Abschluss des Moduls in der Lage, sich Teilbereiche des Fachgebietes anhand von Fachliteratur selbstständig zu erarbeiten, das erworbene Wissen zusammenzufassen, zu präsentieren und es mit den Inhalten anderer Lehrveranstaltungen zu verknüpfen.</p>		
Arbeitsaufwand in Stunden	Eigenstudium 124, Präsenzstudium 56		
Leistungspunkte	6		
Studienleistung	Keine		
Prüfung	Mündliche Prüfung		
Prüfungsdauer und -umfang	30 min		
Zuordnung zu folgenden Curricula	Computer Science: Vertiefung I. Computer- und Software-Engineering: Wahlpflicht Elektrotechnik: Vertiefung Nachrichten- und Kommunikationstechnik: Wahlpflicht Flugzeug-Systemtechnik: Kernqualifikation: Wahlpflicht Mechatronics: Vertiefung Intelligente Systeme und Robotik: Wahlpflicht Mechatronics: Vertiefung Systementwurf: Wahlpflicht Mechatronics: Technischer Ergänzungskurs: Wahlpflicht Theoretischer Maschinenbau: Vertiefung Robotik und Informatik: Wahlpflicht		

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

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

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

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

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

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

Modul M0803: Embedded Systems			
Lehrveranstaltungen			
Titel		Typ	SWS
Eingebettete Systeme (L0805)		Vorlesung	3
Eingebettete Systeme (L0806)		Gruppenübung	1
LP			
			4
			2
Modulverantwortlicher	Prof. Heiko Falk		
Zulassungsvoraussetzungen	None		
Empfohlene Vorkenntnisse	Computer Engineering		
Modulziele/ angestrebte Lernergebnisse	Nach erfolgreicher Teilnahme haben die Studierenden die folgenden Lernergebnisse erreicht		
Fachkompetenz	<p><i>Wissen</i></p> <p>Embedded systems can be defined as information processing systems embedded into enclosing products. This course teaches the foundations of such systems. In particular, it deals with an introduction into these systems (notions, common characteristics) and their specification languages (models of computation, hierarchical automata, specification of distributed systems, task graphs, specification of real-time applications, translations between different models).</p> <p>Another part covers the hardware of embedded systems: Sensors, A/D and D/A converters, real-time capable communication hardware, embedded processors, memories, energy dissipation, reconfigurable logic and actuators. The course also features an introduction into real-time operating systems, middleware and real-time scheduling. Finally, the implementation of embedded systems using hardware/software co-design (hardware/software partitioning, high-level transformations of specifications, energy-efficient realizations, compilers for embedded processors) is covered.</p> <p><i>Fertigkeiten</i></p> <p>After having attended the course, students shall be able to realize simple embedded systems. The students shall realize which relevant parts of technological competences to use in order to obtain a functional embedded systems. In particular, they shall be able to compare different models of computations and feasible techniques for system-level design. They shall be able to judge in which areas of embedded system design specific risks exist.</p>		
Personale Kompetenzen	<p><i>Sozialkompetenz</i></p> <p>Students are able to solve similar problems alone or in a group and to present the results accordingly.</p> <p><i>Selbstständigkeit</i></p> <p>Students are able to acquire new knowledge from specific literature and to associate this knowledge with other classes.</p>		
Arbeitsaufwand in Stunden	Eigenstudium 124, Präsenzstudium 56		
Leistungspunkte	6		
Studienleistung	Verpflichtend Bonus	Art der Studienleistung	Beschreibung
	Ja 10 %	Fachtheoretisch-fachpraktische Studienleistung	
Prüfung	Klausur		
Prüfungsdauer und -umfang	90 Minuten, Inhalte der Vorlesung und Übungen		
Zuordnung zu folgenden Curricula	<p>Allgemeine Ingenieurwissenschaften (7 Semester): Vertiefung Informatik: Pflicht</p> <p>Computer Science: Vertiefung Computer- und Software-Engineering: Wahlpflicht</p> <p>Computer Science: Vertiefung I. Computer- und Software-Engineering: Wahlpflicht</p> <p>Elektrotechnik: Kernqualifikation: Wahlpflicht</p> <p>Engineering Science: Vertiefung Mechatronics: Wahlpflicht</p> <p>Flugzeug-Systemtechnik: Kernqualifikation: Wahlpflicht</p> <p>General Engineering Science (7 Semester): Vertiefung Mechatronics: Wahlpflicht</p> <p>Informatik-Ingenieurwesen: Kernqualifikation: Pflicht</p> <p>Mechatronics: Vertiefung Systementwurf: Wahlpflicht</p> <p>Mechatronics: Vertiefung Intelligente Systeme und Robotik: Wahlpflicht</p> <p>Mechatronik: Kernqualifikation: Wahlpflicht</p> <p>Microelectronics and Microsystems: Vertiefung Embedded Systems: Wahlpflicht</p>		

Lehrveranstaltung L0805: Embedded Systems	
Typ	Vorlesung
SWS	3
LP	4
Arbeitsaufwand in Stunden	Eigenstudium 78, Präsenzstudium 42
Dozenten	Prof. Heiko Falk
Sprachen	EN
Zeitraum	SoSe
Inhalt	<ul style="list-style-type: none"> • Introduction • Specifications and Modeling • Embedded/Cyber-Physical Systems Hardware • System Software • Evaluation and Validation • Mapping of Applications to Execution Platforms • Optimization
Literatur	<ul style="list-style-type: none"> • Peter Marwedel. Embedded System Design - Embedded Systems Foundations of Cyber-Physical Systems. 2nd Edition, Springer, 2012., Springer, 2012.

Lehrveranstaltung L0806: Embedded Systems	
Typ	Gruppenübung
SWS	1
LP	2
Arbeitsaufwand in Stunden	Eigenstudium 46, Präsenzstudium 14
Dozenten	Prof. Heiko Falk
Sprachen	EN
Zeitraum	SoSe
Inhalt	Siehe korrespondierende Vorlesung
Literatur	Siehe korrespondierende Vorlesung

Modul M0565: Mechatronische Systeme			
Lehrveranstaltungen			
Titel	Typ	SWS	LP
Elektro- und Kontromechanik (L0174)	Vorlesung	2	2
Elektro- und Kontromechanik (L1300)	Gruppenübung	1	2
Fachlabor Mechatronik (L0196)	Projekt-/problembasierte Lehrveranstaltung	2	2
Modulverantwortlicher	NN		
Zulassungsvoraussetzungen	Keine		
Empfohlene Vorkenntnisse	Grundlagen der Mechanik, Elektromechanik und Regelungstechnik		
Modulziele/ angestrebte Lernergebnisse	Nach erfolgreicher Teilnahme haben die Studierenden die folgenden Lernergebnisse erreicht		
Fachkompetenz	Der Studierende kann Methoden und Berechnungen zum mechatronischen Entwerfen, Modellieren, Simulieren und Optimieren beschreiben und kann Methoden zum Verifizieren und Validieren wiedergeben.		
<i>Wissen</i>			
<i>Fertigkeiten</i>	Der Studierende kann mechatronische Experimente planen und durchführen. Der Studierende kann Modelle für mechatronische Systeme erstellen, Simulationen und Optimierungen mechatronischer Modelle durchführen.		
Personale Kompetenzen	Der Studierende kann lösungsorientiert in heterogenen Kleingruppen arbeiten und erlernt und vertieft das gegenseitige Helfen und das Definieren von Aufgaben innerhalb der Gruppe.		
<i>Sozialkompetenz</i>			
<i>Selbstständigkeit</i>	Der Studierende ist fähig, mit Hilfe von Hinweisen eigenständig Aufgaben zu lösen. Der Studierende ist in der Lage, selbständig ein mechatronisches Experiment zu planen, durchzuführen und dessen Ergebnisse zusammenzufassen.		
Arbeitsaufwand in Stunden	Eigenstudium 110, Präsenzstudium 70		
Leistungspunkte	6		
Studienleistung	Verpflichtend Bonus	Art der Studienleistung	Beschreibung
	Ja Keiner	Fachtheoretisch- fachpraktische Studienleistung	
Prüfung	Klausur		
Prüfungsdauer und -umfang	90 min		
Zuordnung zu folgenden Curricula	Mechatronics: Vertiefung Intelligente Systeme und Robotik: Wahlpflicht Mechatronics: Vertiefung Systementwurf: Wahlpflicht		

Lehrveranstaltung L0174: Electro- and Contromechanics	
Typ	Vorlesung
SWS	2
LP	2
Arbeitsaufwand in Stunden	Eigenstudium 32, Präsenzstudium 28
Dozenten	NN
Sprachen	EN
Zeitraum	SoSe
Inhalt	Introduction to methodical design of mechatronic systems: <ul style="list-style-type: none"> • Modelling • System identification • Simulation • Optimization
Literatur	Denny Miu: Mechatronics, Springer 1992 Rolf Isermann: Mechatronic systems : fundamentals, Springer 2003

Lehrveranstaltung L1300: Electro- and Contromechanics	
Typ	Gruppenübung
SWS	1
LP	2
Arbeitsaufwand in Stunden	Eigenstudium 46, Präsenzstudium 14
Dozenten	NN
Sprachen	EN
Zeitraum	SoSe
Inhalt	Siehe korrespondierende Vorlesung
Literatur	Siehe korrespondierende Vorlesung

Lehrveranstaltung L0196: Fachlabor Mechatronik	
Typ	Projekt-/problembasierte Lehrveranstaltung
SWS	2
LP	2
Arbeitsaufwand in Stunden	Eigenstudium 32, Präsenzstudium 28
Dozenten	NN
Sprachen	DE/EN
Zeitraum	SoSe
Inhalt	Modellierung in MATLAB® und Simulink® Reglerentwurf (Linear, Nichtlinear, Beobachter) Parameteridentifikation Regelung eines realen Systems mittels Echtzeitboard und Simulink® RTW
Literatur	- Abhängig vom Versuchsaufbau - Depends on the experiment

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

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

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

Modul M0623: Intelligent Systems in Medicine			
Lehrveranstaltungen			
Titel	Typ	SWS	LP
Intelligente Systeme in der Medizin (L0331)	Vorlesung	2	3
Intelligente Systeme in der Medizin (L0334)	Projektseminar	2	2
Intelligente Systeme in der Medizin (L0333)	Gruppenübung	1	1
Modulverantwortlicher	Prof. Alexander Schlaefer		
Zulassungsvoraussetzungen	None		
Empfohlene Vorkenntnisse	<ul style="list-style-type: none"> • principles of math (algebra, analysis/calculus) • principles of stochastics • principles of programming, Java/C++ and R/Matlab • advanced programming skills 		
Modulziele/ angestrebte Lernergebnisse	Nach erfolgreicher Teilnahme haben die Studierenden die folgenden Lernergebnisse erreicht		
Fachkompetenz	<p><i>Wissen</i> The students are able to analyze and solve clinical treatment planning and decision support problems using methods for search, optimization, and planning. They are able to explain methods for classification and their respective advantages and disadvantages in clinical contexts. The students can compare different methods for representing medical knowledge. They can evaluate methods in the context of clinical data and explain challenges due to the clinical nature of the data and its acquisition and due to privacy and safety requirements.</p> <p><i>Fertigkeiten</i> The students can give reasons for selecting and adapting methods for classification, regression, and prediction. They can assess the methods based on actual patient data and evaluate the implemented methods.</p> <p>Personale Kompetenzen</p> <p><i>Sozialkompetenz</i> The students are able to grasp practical tasks in groups, develop solution strategies independently, define work processes and work on them collaboratively. The students can critically reflect on the results of other groups, make constructive suggestions for improvement and also incorporate them into their own work.</p> <p><i>Selbstständigkeit</i> The students can assess their level of knowledge and document their work results. They can critically evaluate the results achieved and present them in an appropriate argumentative manner to the other groups.</p>		
Arbeitsaufwand in Stunden	Eigenstudium 110, Präsenzstudium 70		
Leistungspunkte	6		
Studienleistung	Verpflichtend Bonus	Art der Studienleistung	Beschreibung
	Ja 10 %	Referat	
	Ja 10 %	Schriftliche Ausarbeitung	
Prüfung	Klausur		
Prüfungsdauer und -umfang	90 Minuten		
Zuordnung zu folgenden Curricula	Computer Science: Vertiefung II. Intelligenz-Engineering: Wahlpflicht Elektrotechnik: Vertiefung Medizintechnik: Wahlpflicht Interdisciplinary Mathematics: Vertiefung III. Computational Methods in Biomedical Imaging: Pflicht Mechatronics: Vertiefung Intelligente Systeme und Robotik: Wahlpflicht Mediziningenieurwesen: Vertiefung Künstliche Organe und Regenerative Medizin: Wahlpflicht Mediziningenieurwesen: Vertiefung Implantate und Endoprothesen: Wahlpflicht Mediziningenieurwesen: Vertiefung Medizin- und Regelungstechnik: Wahlpflicht Mediziningenieurwesen: Vertiefung Management und Administration: Wahlpflicht Theoretischer Maschinenbau: Vertiefung Bio- und Medizintechnik: Wahlpflicht		

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

Modul M1173: Applied Statistics			
Lehrveranstaltungen			
Titel	Typ	SWS	LP
Angewandte Statistik für Ingenieure (L1584)	Vorlesung	2	3
Angewandte Statistik für Ingenieure (L1586)	Projekt-/problembasierte Lehrveranstaltung	2	2
Angewandte Statistik für Ingenieure (L1585)	Gruppenübung	1	1
Modulverantwortlicher	Prof. Michael Morlock		
Zulassungsvoraussetzungen	Keine		
Empfohlene Vorkenntnisse	Grundlegende Kenntnisse statistischen Vorgehens		
Modulziele/ angestrebte Lernergebnisse	Nach erfolgreicher Teilnahme haben die Studierenden die folgenden Lernergebnisse erreicht		
Fachkompetenz	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.		
Personale Kompetenzen			
<i>Sozialkompetenz</i>	Gruppenarbeit, gemeinsam Ergebnisse präsentieren		
<i>Selbstständigkeit</i>	Fragestellung verstehen und selbstständig lösen		
Arbeitsaufwand in Stunden	Eigenstudium 110, Präsenzstudium 70		
Leistungspunkte	6		
Studienleistung	Keine		
Prüfung	Klausur		
Prüfungsdauer und -umfang	90 minuten, 28 Fragen		
Zuordnung zu folgenden Curricula	Mechanical Engineering and Management: Vertiefung Management: Wahlpflicht Mechatronics: Vertiefung Systementwurf: Wahlpflicht Mechatronics: Vertiefung Intelligente Systeme und Robotik: Wahlpflicht Mediziningenieurwesen: Kernqualifikation: Pflicht Produktentwicklung, Werkstoffe und Produktion: Kernqualifikation: Wahlpflicht Theoretischer Maschinenbau: Vertiefung Bio- und Medizintechnik: Wahlpflicht		

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

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

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

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

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

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

Modul M1229: Control Lab B			
Lehrveranstaltungen			
Titel	Typ	SWS	LP
Praktikum Regelungstechnik V (L1667)	Laborpraktikum	1	1
Praktikum Regelungstechnik VI (L1668)	Laborpraktikum	1	1
Modulverantwortlicher	Prof. Herbert Werner		
Zulassungsvoraussetzungen	None		
Empfohlene Vorkenntnisse	<ul style="list-style-type: none"> • State space methods • LQG control • H2 and H-infinity optimal control • uncertain plant models and robust control • LPV control 		
Modulziele/ angestrebte Lernergebnisse	Nach erfolgreicher Teilnahme haben die Studierenden die folgenden Lernergebnisse erreicht		
Fachkompetenz	<ul style="list-style-type: none"> • Students can explain the difference between validation of a control loop in simulation and experimental validation 		
<i>Wissen</i>	<ul style="list-style-type: none"> • Students are capable of applying basic system identification tools (Matlab System Identification Toolbox) to identify a dynamic model that can be used for controller synthesis 		
<i>Fertigkeiten</i>	<ul style="list-style-type: none"> • They are capable of using standard software tools (Matlab Control Toolbox) for the design and implementation of LQG controllers • They are capable of using standard software tools (Matlab Robust Control Toolbox) for the mixed-sensitivity design and the implementation of H-infinity optimal controllers • They are capable of representing model uncertainty, and of designing and implementing a robust controller • They are capable of using standard software tools (Matlab Robust Control Toolbox) for the design and the implementation of LPV gain-scheduled controllers 		
Personale Kompetenzen	<ul style="list-style-type: none"> • Students can work in teams to conduct experiments and document the results 		
<i>Sozialkompetenz</i>	<ul style="list-style-type: none"> • Students can independently carry out simulation studies to design and validate control loops 		
<i>Selbstständigkeit</i>			
Arbeitsaufwand in Stunden	Eigenstudium 32, Präsenzstudium 28		
Leistungspunkte	2		
Studienleistung	Keine		
Prüfung	Schriftliche Ausarbeitung		
Prüfungsdauer und -umfang	1		
Zuordnung zu folgenden Curricula	Elektrotechnik: Vertiefung Regelungs- und Energiesystemtechnik: Wahlpflicht Mechatronics: Vertiefung Intelligente Systeme und Robotik: Wahlpflicht Mechatronics: Vertiefung Systementwurf: Wahlpflicht		

Lehrveranstaltung L1667: Control Lab V	
Typ	Laborpraktikum
SWS	1
LP	1
Arbeitsaufwand in Stunden	Eigenstudium 16, Präsenzstudium 14
Dozenten	Prof. Herbert Werner, Patrick Göttsch, Adwait Datar
Sprachen	EN
Zeitraum	WiSe/SoSe
Inhalt	One of the offered experiments in control theory.
Literatur	Experiment Guides

Lehrveranstaltung L1668: Control Lab VI	
Typ	Laborpraktikum
SWS	1
LP	1
Arbeitsaufwand in Stunden	Eigenstudium 16, Präsenzstudium 14
Dozenten	Prof. Herbert Werner, Patrick Göttsch, Adwait Datar
Sprachen	EN
Zeitraum	WiSe/SoSe
Inhalt	One of the offered experiments in control theory.
Literatur	Experiment Guides

Modul M1305: Seminar Advanced Topics in Control			
Lehrveranstaltungen			
Titel		Typ	SWS
Ausgewählte Themen der Regelungstechnik (L1803)		Seminar	2
Modulverantwortlicher	Prof. Herbert Werner		
Zulassungsvoraussetzungen	None		
Empfohlene Vorkenntnisse	<ul style="list-style-type: none"> • Introduction to control systems • Control theory and design • optimal and robust control 		
Modulziele/ angestrebte Lernergebnisse	Nach erfolgreicher Teilnahme haben die Studierenden die folgenden Lernergebnisse erreicht		
Fachkompetenz	<ul style="list-style-type: none"> • Students can explain modern control. • Students learn to apply basic control concepts for different tasks 		
<i>Wissen</i>			
<i>Fertigkeiten</i>	<ul style="list-style-type: none"> • Students acquire knowledge about selected aspects of modern control, based on specified literature • Students generalize developed results and present them to the participants • Students practice to prepare and give a presentation 		
Personale Kompetenzen	<ul style="list-style-type: none"> • Students are capable of developing solutions and present them • They are able to provide appropriate feedback and handle constructive criticism of their own results 		
<i>Sozialkompetenz</i>			
<i>Selbstständigkeit</i>	<ul style="list-style-type: none"> • Students evaluate advantages and drawbacks of different forms of presentation for specific tasks and select the best solution • Students familiarize themselves with a scientific field, are able of introduce it and follow presentations of other students, such that a scientific discussion develops 		
Arbeitsaufwand in Stunden	Eigenstudium 32, Präsenzstudium 28		
Leistungspunkte	2		
Studienleistung	Keine		
Prüfung	Referat		
Prüfungsdauer und -umfang	90 min		
Zuordnung zu folgenden Curricula	Mechatronics: Vertiefung Systementwurf: Wahlpflicht Mechatronics: Vertiefung Intelligente Systeme und Robotik: Wahlpflicht		

Lehrveranstaltung L1803: Advanced Topics in Control	
Typ	Seminar
SWS	2
LP	2
Arbeitsaufwand in Stunden	Eigenstudium 32, Präsenzstudium 28
Dozenten	Prof. Herbert Werner
Sprachen	EN
Zeitraum	WiSe/SoSe
Inhalt	<ul style="list-style-type: none"> • Seminar on selected topics in modern control
Literatur	<ul style="list-style-type: none"> • To be specified

Modul M1398: Ausgewählte Themen der Mehrkörperdynamik und Robotik			
Lehrveranstaltungen			
Titel		Typ	SWS LP
Formulas and Vehicles - Dynamik und Regelung Autonomer Fahrzeuge (L2869)		Integrierte Vorlesung	1 1
Formulas and Vehicles - Einführung in die Mobile Unterwasserrobotik (L1981)		Projekt-/problembasierte Lehrveranstaltung	4 5
Modulverantwortlicher	Prof. Robert Seifried		
Zulassungsvoraussetzungen	Keine		
Empfohlene Vorkenntnisse	Mechanik IV, Technische Dynamik oder Robotik Theorie und Entwurf regelungstechnischer Systeme Numerik gewöhnlicher Differentialgleichungen		
Modulziele/ angestrebte Lernergebnisse	Nach erfolgreicher Teilnahme haben die Studierenden die folgenden Lernergebnisse erreicht		
Fachkompetenz	<p><i>Wissen</i> Studierenden besitzen nach erfolgreichem Besuch des Moduls weiterführende Kenntnis und Verständnis in ausgewählten Anwendungsbereichen der Mehrkörperdynamik und Robotik</p> <p><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</p> <p>Personale Kompetenzen</p> <p><i>Sozialkompetenz</i> Studierende können + in heterogen zusammengesetzten Gruppen Aufgaben lösen, die Arbeitsergebnisse dokumentieren und präsentieren.</p> <p><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.</p>		
Arbeitsaufwand in Stunden	Eigenstudium 110, Präsenzstudium 70		
Leistungspunkte	6		
Studienleistung	Keine		
Prüfung	Referat		
Prüfungsdauer und -umfang	TBA		
Zuordnung zu folgenden Curricula	Mechatronics: Vertiefung Intelligente Systeme und Robotik: Wahlpflicht Mechatronics: Vertiefung Systementwurf: Wahlpflicht Theoretischer Maschinenbau: Kernqualifikation: Wahlpflicht		

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

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

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

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

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

Modul M152: Fortgeschrittenes maschinelles Lernen			
Lehrveranstaltungen			
Titel		Typ	SWS LP
Fortgeschrittenes maschinelles Lernen (L2322)		Vorlesung	2 3
Fortgeschrittenes maschinelles Lernen (L2323)		Gruppenübung	2 3
Modulverantwortlicher	Dr. Jens-Peter Zemke		
Zulassungsvoraussetzungen	Keine		
Empfohlene Vorkenntnisse	1. Mathematik I-III 2. Numerische Mathematik 1/ Numerik 3. Programmierkenntnisse, bestenfalls in Python		
Modulziele/ angestrebte Lernergebnisse	Nach erfolgreicher Teilnahme haben die Studierenden die folgenden Lernergebnisse erreicht		
Fachkompetenz	Studierende können die mathematischen Grundlagen verschiedener neuronaler Netze benennen, wiedergeben, neuronale Netze klassifizieren und hinsichtlich der Schwierigkeiten bewerten.		
<i>Wissen</i>			
<i>Fertigkeiten</i>	Studierende können neuronale Netze implementieren, verstehen und gezielt sowie an die Problemstellung angepasst anwenden.		
Personale Kompetenzen	Studierende können		
<i>Sozialkompetenz</i>	<ul style="list-style-type: none"> • in kleinen Gruppen Lösungen erarbeiten und dokumentieren; • in Gruppen Ideen weiterentwickeln und auf anderen Kontext übertragen; • im Team eine Software-Bibliothek entwickeln, aufbauen und weiterentwickeln. 		
<i>Selbstständigkeit</i>	Studierende sind fähig		
	<ul style="list-style-type: none"> • den Aufwand und Umfang selbst definierter Aufgaben korrekt einzuschätzen; • selbst einzuschätzen, ob sie die begleitenden theoretischen und praktischen Übungsaufgaben besser allein oder im Team lösen; • sich eigenständig Aufgaben zum Test und zum Ausbau der Verfahren auszudenken; • ihren Lernstand konkret zu beurteilen und gegebenenfalls gezielt Fragen zu stellen und Hilfe zu suchen. 		
Arbeitsaufwand in Stunden	Eigenstudium 124, Präsenzstudium 56		
Leistungspunkte	6		
Studienleistung	Keine		
Prüfung	Mündliche Prüfung		
Prüfungsdauer und -umfang	25 min		
Zuordnung zu folgenden Curricula	Computer Science: Vertiefung III. Mathematik: Wahlpflicht Informatik-Ingenieurwesen: Vertiefung III. Mathematik: Wahlpflicht Mechatronics: Vertiefung Intelligente Systeme und Robotik: Wahlpflicht Mechatronics: Technischer Ergänzungskurs: Wahlpflicht Technomathematik: Vertiefung I. Mathematik: Wahlpflicht Theoretischer Maschinenbau: Vertiefung Robotik und Informatik: Wahlpflicht		

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

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

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

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

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

Modul M1598: Bildverarbeitung			
Lehrveranstaltungen			
Titel		Typ	SWS LP
Bildverarbeitung (L2443)		Vorlesung	2 4
Bildverarbeitung (L2444)		Gruppenübung	2 2
Modulverantwortlicher	Prof. Tobias Knopp		
Zulassungsvoraussetzungen	Keine		
Empfohlene Vorkenntnisse	Signal und Systeme		
Modulziele/ angestrebte Lernergebnisse	Nach erfolgreicher Teilnahme haben die Studierenden die folgenden Lernergebnisse erreicht		
Fachkompetenz	Die Studierenden kennen		
<i>Wissen</i>	<ul style="list-style-type: none"> • Visuelle Wahrnehmung • Mehrdimensionale Signalverarbeitung • Abtastung und Abtasttheorem • Filterung • Bildverbesserung • Kantendetektion • Mehrfachauflösende Verfahren: Gauss- und Laplace-Pyramide, Wavelets • Bildkompression • Segmentierung • Morphologische Bildverarbeitung 		
<i>Fertigkeiten</i>	Die Studierenden können		
	<ul style="list-style-type: none"> • multidimensionale Bilddaten analysieren, bearbeiten, verbessern • einfache Kompressionsalgorithmen implementieren • eigene Filter für konkrete Anwendungen entwerfen 		
Personale Kompetenzen	Die Studierenden können in sowohl selbstständig als auch in Teams an komplexen Problemen arbeiten. Sie können sich untereinander austauschen und ihre individuellen Stärken zur Lösung des Problems einbringen.		
<i>Sozialkompetenz</i>			
<i>Selbstständigkeit</i>	Die Studierenden sind in der Lage ein komplexes Problem eigenständig zu untersuchen und einzuschätzen, welche Kompetenzen zur Lösung des Problems benötigt werden.		
Arbeitsaufwand in Stunden	Eigenstudium 124, Präsenzstudium 56		
Leistungspunkte	6		
Studienleistung	Keine		
Prüfung	Klausur		
Prüfungsdauer und -umfang	90 min		
Zuordnung zu folgenden Curricula	Data Science: Kernqualifikation: Wahlpflicht Data Science: Vertiefung I. Mathematik/Informatik: Wahlpflicht Elektrotechnik: Vertiefung Nachrichten- und Kommunikationstechnik: Wahlpflicht Elektrotechnik: Vertiefung Medizintechnik: Wahlpflicht Information and Communication Systems: Vertiefung Sichere und zuverlässige IT-Systeme, Schwerpunkt Software und Signalverarbeitung : Wahlpflicht Information and Communication Systems: Vertiefung Kommunikationssysteme, Schwerpunkt Signalverarbeitung: Wahlpflicht Internationales Wirtschaftsingenieurwesen: Vertiefung II. Informationstechnologie: Wahlpflicht Mechatronics: Vertiefung Intelligente Systeme und Robotik: Wahlpflicht Mechatronics: Vertiefung Systementwurf: Wahlpflicht Microelectronics and Microsystems: Vertiefung Communication and Signal Processing: Wahlpflicht Theoretischer Maschinenbau: Vertiefung Robotik und Informatik: Wahlpflicht		

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

Lehrveranstaltung L2444: Bildverarbeitung	
Typ	Gruppenübung
SWS	2
LP	2
Arbeitsaufwand in Stunden	Eigenstudium 32, Präsenzstudium 28
Dozenten	Prof. Tobias Knopp
Sprachen	DE/EN
Zeitraum	WiSe
Inhalt	Siehe korrespondierende Vorlesung
Literatur	Siehe korrespondierende Vorlesung

Modul M1748: Baurobotik			
Lehrveranstaltungen			
Titel Baurobotik (L2867)	Typ Projekt-/problembasierte Lehrveranstaltung	SWS 6	LP 6
Modulverantwortlicher	Prof. Kay Smarsly		
Zulassungsvoraussetzungen	Keine		
Empfohlene Vorkenntnisse	Grundlagen der projektorientierten Programmierung		
Modulziele/ angestrebte Lernergebnisse	Nach erfolgreicher Teilnahme haben die Studierenden die folgenden Lernergebnisse erreicht		
Fachkompetenz <i>Wissen</i>	Grundlagen der Robotik Anwendungsfälle im Bauwesen Modellierungen Kinematik		
<i>Fertigkeiten</i>	Umgang mit spezifischer Hardware Entwicklung von Softwareroutinen Programmiersprache Python Bildverarbeitung Grundlagen der Lokalisierung (LIDAR, SLAM)		
Personale Kompetenzen <i>Sozialkompetenz</i>	Teamarbeit Kommunikationsfähigkeit		
<i>Selbstständigkeit</i>	Eigenständiges Arbeiten Selbständige Entscheidungen		
Arbeitsaufwand in Stunden	Eigenstudium 96, Präsenzstudium 84		
Leistungspunkte	6		
Studienleistung	Keine		
Prüfung	Schriftliche Ausarbeitung		
Prüfungsdauer und -umfang	ca. 10 Seiten		
Zuordnung zu folgenden Curricula	Bauingenieurwesen: Vertiefung Tragwerke: Wahlpflicht Bauingenieurwesen: Vertiefung Wasser und Verkehr: Wahlpflicht Bauingenieurwesen: Vertiefung Hafenbau und Küstenschutz: Wahlpflicht Bauingenieurwesen: Vertiefung Tiefbau: Wahlpflicht Mechatronics: Vertiefung Intelligente Systeme und Robotik: Wahlpflicht		

Lehrveranstaltung L2867: Baurobotik	
Typ	Projekt-/problembasierte Lehrveranstaltung
SWS	6
LP	6
Arbeitsaufwand in Stunden	Eigenstudium 96, Präsenzstudium 84
Dozenten	Dozenten des SD B, Johanna Hofer, Jan Stührenberg, Mathias Worm
Sprachen	DE/EN
Zeitraum	WiSe
Inhalt	<ol style="list-style-type: none"> 1. Einführung in die Thematik: Robotik im Bauwesen 2. Vorstellung potenzieller Themengebiete 3. Programmierung von Algorithmen in Python 4. Anwendung von Softwaresystemen: LINUX Distribution, ROS, CloudCompare, ... 5. Anwendung von Hardwaresystemen: Petoï Bittle Dog, Raspberry Pi, Arduino, Sensorik ... 6. Betrachtete Themen zur Robotik mittels des Petoï Bittle Dog: <ol style="list-style-type: none"> 1. Fortbewegung 2. Verwendung von Sensoren (Kamera, Infrarot, ...) 3. Datenstrukturen/Datenerfassung 4. Programmierung 7. Technisch relevante Themen zum Gebiet der Bauwerkserfassung: <ol style="list-style-type: none"> 1. Geodätische Auswertungen 2. Bildverarbeitung 3. Lokalisierung
Literatur	Bock/Linner: Construction Robotics Verl et al.: Soft Robotics Pasquale: New Laws of robotics

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

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

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

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

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

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

Fachmodule der Vertiefung Systementwurf

In der Vertiefung Systementwurf erlernen die Absolventen schwierige konstruktive Aufgabenstellungen systematisch und methodisch zu bearbeiten. Sie verfügen über breite Kenntnisse neuer Entwicklungsmethoden, können passende Lösungsstrategien auswählen und diese selbstständig zum Entwickeln neuer Systeme einsetzen. Sie sind in der Lage, Vorgehensweisen der integrierten Systementwicklung wie Simulation oder moderne Test- und Prüfverfahren zu nutzen.

Modul M0752: Nichtlineare Dynamik			
Lehrveranstaltungen			
Titel	Typ	SWS	LP
Nichtlineare Dynamik (L0702)	Integrierte Vorlesung	4	6
Modulverantwortlicher	Prof. Norbert Hoffmann		
Zulassungsvoraussetzungen	Keine		
Empfohlene Vorkenntnisse	<ul style="list-style-type: none"> • Analysis • Lineare Algebra • Technische Mechanik 		
Modulziele/ angestrebte Lernergebnisse	Nach erfolgreicher Teilnahme haben die Studierenden die folgenden Lernergebnisse erreicht		
Fachkompetenz	<p><i>Wissen</i> Studierende sind in der Lage bestehende Begriffe und Konzepte der Nichtlinearen Dynamik wiederzugeben und neue Begriffe und Konzepte zu entwickeln.</p> <p><i>Fertigkeiten</i> Studierende sind in der Lage bestehende Verfahren und Methoden der Nichtlinearen Dynamik anzuwenden und neue Verfahren und Methoden zu entwickeln.</p>		
Personale Kompetenzen	<p><i>Sozialkompetenz</i> Studierende können Arbeitsergebnisse auch in Gruppen erzielen.</p> <p><i>Selbstständigkeit</i> Studierende können eigenständig vorgegebene Forschungsaufgaben angehen und selbstständig neue Forschungsaufgaben identifizieren und bearbeiten.</p>		
Arbeitsaufwand in Stunden	Eigenstudium 124, Präsenzstudium 56		
Leistungspunkte	6		
Studienleistung	Keine		
Prüfung	Klausur		
Prüfungsdauer und -umfang	2 Stunden		
Zuordnung zu folgenden Curricula	Flugzeug-Systemtechnik: Kernqualifikation: Wahlpflicht Internationales Wirtschaftsingenieurwesen: Vertiefung II. Mechatronik: Wahlpflicht Mechanical Engineering and Management: Vertiefung Mechatronik: Wahlpflicht Mechatronics: Vertiefung Systementwurf: Wahlpflicht Mechatronics: Vertiefung Intelligente Systeme und Robotik: Wahlpflicht Mediziningenieurwesen: Vertiefung Künstliche Organe und Regenerative Medizin: Wahlpflicht Mediziningenieurwesen: Vertiefung Implantate und Endoprothesen: Wahlpflicht Mediziningenieurwesen: Vertiefung Medizin- und Regelungstechnik: Wahlpflicht Mediziningenieurwesen: Vertiefung Management und Administration: Wahlpflicht Produktentwicklung, Werkstoffe und Produktion: Kernqualifikation: Wahlpflicht Theoretischer Maschinenbau: Kernqualifikation: Wahlpflicht		
Lehrveranstaltung L0702: Nichtlineare Dynamik			
Typ	Integrierte Vorlesung		
SWS	4		
LP	6		
Arbeitsaufwand in Stunden	Eigenstudium 124, Präsenzstudium 56		
Dozenten	Prof. Norbert Hoffmann		
Sprachen	DE/EN		
Zeitraum	SoSe		
Inhalt	Grundlagen der Nichtlinearen Dynamik.		
Literatur	S. Strogatz: Nonlinear Dynamics and Chaos. Perseus, 2013.		

Modul M0803: Embedded Systems			
Lehrveranstaltungen			
Titel		Typ	SWS LP
Eingebettete Systeme (L0805)		Vorlesung	3 4
Eingebettete Systeme (L0806)		Gruppenübung	1 2
Modulverantwortlicher	Prof. Heiko Falk		
Zulassungsvoraussetzungen	None		
Empfohlene Vorkenntnisse	Computer Engineering		
Modulziele/ angestrebte Lernergebnisse	Nach erfolgreicher Teilnahme haben die Studierenden die folgenden Lernergebnisse erreicht		
Fachkompetenz	<p><i>Wissen</i></p> <p>Embedded systems can be defined as information processing systems embedded into enclosing products. This course teaches the foundations of such systems. In particular, it deals with an introduction into these systems (notions, common characteristics) and their specification languages (models of computation, hierarchical automata, specification of distributed systems, task graphs, specification of real-time applications, translations between different models).</p> <p>Another part covers the hardware of embedded systems: Sensors, A/D and D/A converters, real-time capable communication hardware, embedded processors, memories, energy dissipation, reconfigurable logic and actuators. The course also features an introduction into real-time operating systems, middleware and real-time scheduling. Finally, the implementation of embedded systems using hardware/software co-design (hardware/software partitioning, high-level transformations of specifications, energy-efficient realizations, compilers for embedded processors) is covered.</p> <p><i>Fertigkeiten</i></p> <p>After having attended the course, students shall be able to realize simple embedded systems. The students shall realize which relevant parts of technological competences to use in order to obtain a functional embedded systems. In particular, they shall be able to compare different models of computations and feasible techniques for system-level design. They shall be able to judge in which areas of embedded system design specific risks exist.</p>		
Personale Kompetenzen	<p><i>Sozialkompetenz</i></p> <p>Students are able to solve similar problems alone or in a group and to present the results accordingly.</p> <p><i>Selbstständigkeit</i></p> <p>Students are able to acquire new knowledge from specific literature and to associate this knowledge with other classes.</p>		
Arbeitsaufwand in Stunden	Eigenstudium 124, Präsenzstudium 56		
Leistungspunkte	6		
Studienleistung	Verpflichtend Bonus	Art der Studienleistung	Beschreibung
	Ja 10 %	Fachtheoretisch- fachpraktische Studienleistung	
Prüfung	Klausur		
Prüfungsdauer und -umfang	90 Minuten, Inhalte der Vorlesung und Übungen		
Zuordnung zu folgenden Curricula	Allgemeine Ingenieurwissenschaften (7 Semester): Vertiefung Informatik: Pflicht Computer Science: Vertiefung Computer- und Software-Engineering: Wahlpflicht Computer Science: Vertiefung I. Computer- und Software-Engineering: Wahlpflicht Elektrotechnik: Kernqualifikation: Wahlpflicht Engineering Science: Vertiefung Mechatronics: Wahlpflicht Flugzeug-Systemtechnik: Kernqualifikation: Wahlpflicht General Engineering Science (7 Semester): Vertiefung Mechatronics: Wahlpflicht Informatik-Ingenieurwesen: Kernqualifikation: Pflicht Mechatronics: Vertiefung Systementwurf: Wahlpflicht Mechatronics: Vertiefung Intelligente Systeme und Robotik: Wahlpflicht Mechatronik: Kernqualifikation: Wahlpflicht Microelectronics and Microsystems: Vertiefung Embedded Systems: Wahlpflicht		

Lehrveranstaltung L0805: Embedded Systems	
Typ	Vorlesung
SWS	3
LP	4
Arbeitsaufwand in Stunden	Eigenstudium 78, Präsenzstudium 42
Dozenten	Prof. Heiko Falk
Sprachen	EN
Zeitraum	SoSe
Inhalt	<ul style="list-style-type: none"> • Introduction • Specifications and Modeling • Embedded/Cyber-Physical Systems Hardware • System Software • Evaluation and Validation • Mapping of Applications to Execution Platforms • Optimization
Literatur	<ul style="list-style-type: none"> • Peter Marwedel. Embedded System Design - Embedded Systems Foundations of Cyber-Physical Systems. 2nd Edition, Springer, 2012., Springer, 2012.

Lehrveranstaltung L0806: Embedded Systems	
Typ	Gruppenübung
SWS	1
LP	2
Arbeitsaufwand in Stunden	Eigenstudium 46, Präsenzstudium 14
Dozenten	Prof. Heiko Falk
Sprachen	EN
Zeitraum	SoSe
Inhalt	Siehe korrespondierende Vorlesung
Literatur	Siehe korrespondierende Vorlesung

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

Lehrveranstaltung L0516: Technical Acoustics I (Acoustic Waves, Noise Protection, Psycho Acoustics)	
Typ	Vorlesung
SWS	2
LP	3
Arbeitsaufwand in Stunden	Eigenstudium 62, Präsenzstudium 28
Dozenten	Prof. Otto von Estorff
Sprachen	EN
Zeitraum	SoSe
Inhalt	- Introduction and Motivation - Acoustic quantities - Acoustic waves - Sound sources, sound radiation - Sound energy and intensity - Sound propagation - Signal processing - Psycho acoustics - Noise - Measurements in acoustics
Literatur	Cremer, L.; Heckl, M. (1996): Körperschall. Springer Verlag, Berlin Veit, I. (1988): Technische Akustik. Vogel-Buchverlag, Würzburg Veit, I. (1988): Flüssigkeitsschall. Vogel-Buchverlag, Würzburg

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

Modul M0807: Boundary Element Methods			
Lehrveranstaltungen			
Titel	Typ	SWS	LP
Boundary-Elemente-Methoden (L0523)	Vorlesung	2	3
Boundary-Elemente-Methoden (L0524)	Hörsaalübung	2	3
Modulverantwortlicher	Prof. Otto von Estorff		
Zulassungsvoraussetzungen	None		
Empfohlene Vorkenntnisse	Mechanics I (Statics, Mechanics of Materials) and Mechanics II (Hydrostatics, Kinematics, Dynamics) Mathematics I, II, III (in particular differential equations)		
Modulziele/ angestrebte Lernergebnisse	Nach erfolgreicher Teilnahme haben die Studierenden die folgenden Lernergebnisse erreicht		
Fachkompetenz			
<i>Wissen</i>	The students possess an in-depth knowledge regarding the derivation of the boundary element method and are able to give an overview of the theoretical and methodical basis of the method.		
<i>Fertigkeiten</i>	The students are capable to handle engineering problems by formulating suitable boundary elements, assembling the corresponding system matrices, and solving the resulting system of equations.		
Personale Kompetenzen			
<i>Sozialkompetenz</i>	Students can work in small groups on specific problems to arrive at joint solutions.		
<i>Selbstständigkeit</i>	The students are able to independently solve challenging computational problems and develop own boundary element routines. Problems can be identified and the results are critically scrutinized.		
Arbeitsaufwand in Stunden	Eigenstudium 124, Präsenzstudium 56		
Leistungspunkte	6		
Studienleistung	Verpflichtend Bonus	Art der Studienleistung	Beschreibung
	Nein 20 %	Midterm	
Prüfung	Klausur		
Prüfungsdauer und -umfang	90 min		
Zuordnung zu folgenden Curricula	Bauingenieurwesen: Vertiefung Tragwerke: Wahlpflicht Bauingenieurwesen: Vertiefung Tiefbau: Wahlpflicht Bauingenieurwesen: Vertiefung Hafenanbau und Küstenschutz: Wahlpflicht Energietechnik: Kernqualifikation: Wahlpflicht Mechanical Engineering and Management: Vertiefung Produktentwicklung und Produktion: Wahlpflicht Mechatronics: Vertiefung Systementwurf: Wahlpflicht Produktentwicklung, Werkstoffe und Produktion: Kernqualifikation: Wahlpflicht Technomathematik: Vertiefung III. Ingenieurwissenschaften: Wahlpflicht Theoretischer Maschinenbau: Vertiefung Simulationstechnik: Wahlpflicht		

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

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

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

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

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

Modul M1212: Technischer Ergänzungskurs für IMPMEC (laut FSPO)			
Lehrveranstaltungen			
Titel	Typ	SWS	LP
Modulverantwortlicher	NN		
Zulassungsvoraussetzungen	Keine		
Empfohlene Vorkenntnisse	Siehe gewähltes Modul laut FSPO		
Modulziele/ angestrebte Lernergebnisse	Nach erfolgreicher Teilnahme haben die Studierenden die folgenden Lernergebnisse erreicht		
Fachkompetenz			
<i>Wissen</i>	siehe gewähltes Modul laut FSPO		
<i>Fertigkeiten</i>	siehe gewähltes Modul laut FSPO		
Personale Kompetenzen			
<i>Sozialkompetenz</i>	siehe gewähltes Modul laut FSPO		
<i>Selbstständigkeit</i>	siehe gewähltes Modul laut FSPO		
Arbeitsaufwand in Stunden	Abhängig von der Wahl der Lehrveranstaltungen		
Leistungspunkte	6		
Zuordnung zu folgenden Curricula	Mechatronics: Vertiefung Systementwurf: Wahlpflicht Mechatronics: Vertiefung Intelligente Systeme und Robotik: Wahlpflicht		

Modul M1223: Ausgewählte Themen der Mechatronik (Alternative A: 12 LP)			
Lehrveranstaltungen			
Titel	Typ	SWS	LP
Angewandte Automatisierung (L1592)	Projekt-/problembasierte Lehrveranstaltung	3	3
Arbeitswissenschaft (L0653)	Vorlesung	2	3
Aufbaukurs SE-ZERT (L2739)	Projekt-/problembasierte Lehrveranstaltung	2	3
Entwicklungsmanagement Mechatronik (L1512)	Vorlesung	2	3
Ermüdung und Schadenstoleranz (L0310)	Vorlesung	2	3
Industrie 4.0 für Ingenieure (L2012)	Vorlesung	2	3
Mikrocontrollerschaltungen - Realisierung in Hard- und Software (L0087)	Seminar	2	2
Mikrosystemtechnologie (L0724)	Vorlesung	2	4
Model-Based Systems Engineering (MBSE) mit SysML/UML (L1551)	Projekt-/problembasierte Lehrveranstaltung	3	3
Nachhaltige industrielle Produktion (L2863)	Vorlesung	2	3
Prozessmesstechnik (L1077)	Vorlesung	2	3
Prozessmesstechnik (L1083)	Hörsaalübung	1	1
Regelungstechnische Methoden für die Medizintechnik (L0664)	Vorlesung	2	3
Technische Dynamik (L1630)	Vorlesung	2	3
Modulverantwortlicher	NN		
Zulassungsvoraussetzungen	Keine		
Empfohlene Vorkenntnisse	Keine		
Modulziele/ angestrebte Lernergebnisse	Nach erfolgreicher Teilnahme haben die Studierenden die folgenden Lernergebnisse erreicht		
Fachkompetenz			
<i>Wissen</i>	<ul style="list-style-type: none"> Die Studierenden können vertieftes Wissen und Zusammenhänge in Spezialbereichen sowie Anwendungsfelder der Mechatronik erklären. Die Studierenden können unterschiedliche Spezialgebiete miteinander in Verbindung setzen. 		
<i>Fertigkeiten</i>	<ul style="list-style-type: none"> Die Studierenden können in den ausgewählten Teilbereichen spezialisierte Lösungsstrategien und neue wissenschaftliche Methoden anwenden. Die Studierenden können die erlernten Fähigkeiten selbstständig auf neue und unbekannte Fragestellungen übertragen und hier Lösungsansätze entwickeln. 		
Personale Kompetenzen			
<i>Sozialkompetenz</i>	Keine		
<i>Selbstständigkeit</i>	<ul style="list-style-type: none"> Studierende können durch eine eigenständige Wahl der geeigneten Fächer je nach Interessenlage selbstständig Kenntnisse und Fähigkeiten vertiefen. 		
Arbeitsaufwand in Stunden	Abhängig von der Wahl der Lehrveranstaltungen		
Leistungspunkte	12		
Zuordnung zu folgenden Curricula	Mechatronics: Vertiefung Systementwurf: Wahlpflicht Mechatronics: Vertiefung Intelligente Systeme und Robotik: Wahlpflicht		

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

Lehrveranstaltung L0653: Arbeitswissenschaft	
Typ	Vorlesung
SWS	2
LP	3
Arbeitsaufwand in Stunden	Eigenstudium 62, Präsenzstudium 28
Prüfungsart	Mündliche Prüfung
Prüfungsdauer und -umfang	30 min
Dozenten	Dr. Armin Bossemeyer
Sprachen	DE
Zeitraum	WiSe
Inhalt	<p>Inhalt</p> <ul style="list-style-type: none"> - Arbeitswissenschaftliche Konzepte, Belastung und Beanspruchung - Körpermaße, Muskel- und Montagearbeit, Anzeigen und Stellteile - Sitzen, Stehen, Heben und Tragen - Licht, Sehen, Beleuchtung und Lichtmessung - Lärm, Lärmmessung, Lärmschutz und mechanische Schwingungen - Klima und Strahlung; Gefahrstoffe - Gesetzlicher Arbeitsschutz, betriebliche Arbeitsschutzkonzepte, Gefährdungsbeurteilung - Gefährliche Arbeiten: Strom, Leitern, Kräne, Gerüste, Stapler, Alleinarbeit ... - Persönliche Schutzausrüstungen: Gehörschutz, Handschuhe, Schuhe, Atemschutz ... - Gestaltung von Bildschirmarbeit und ergonomischer Software - Psychische Belastungen, Motivation, Arbeitszufriedenheit und Ermüdung - Betriebliche Gesundheitsförderung, Demographie, Humanisierung der Arbeit - Entgeltgestaltung: Eingruppierung, Leistungsbeurteilung, Zielvereinbarung, Prämienlohn - Arbeitszeitgestaltung: Gleitende Arbeitszeit, Flexible Arbeitszeit, Vertrauensarbeitszeit - Gestaltung von Schichtarbeit <p>Qualifikationsziele</p> <p>Die Teilnehmer erhalten einen Überblick über die ergonomische und menschengerechte Gestaltung von Arbeit und Technik. Ausgehend von den menschlichen Körperfunktionen wird vermittelt, wie Arbeitssysteme analysiert, Belastungen erkannt und Gefährdungen bewertet werden können. Die Teilnehmer erhalten praxisbezogene Kenntnisse zur ganzheitlichen Gestaltung von Arbeitsbedingungen in Produktions- und Dienstleistungsbetrieben sowie von Schnittstellen von Mensch und Technik. Diese Veranstaltung befähigt sie, Verantwortung zu übernehmen und technische Veränderungsprozesse personenbezogen auszulegen.</p>
Literatur	

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

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

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

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

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

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

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

Lehrveranstaltung L2863: Nachhaltige industrielle Produktion	
Typ	Vorlesung
SWS	2
LP	3
Arbeitsaufwand in Stunden	Eigenstudium 62, Präsenzstudium 28
Prüfungsart	Klausur
Prüfungsdauer und -umfang	60 min
Dozenten	Dr. Simon Markus Kothe
Sprachen	DE
Zeitraum	SoSe
Inhalt	<p>Die industrielle Produktion befasst sich mit der Herstellung physischer Produkte zur Befriedigung menschlicher Bedürfnisse unter Einsatz verschiedener Fertigungsprozesse, die die Form und die physikalischen Eigenschaften der Ausgangsmaterialien verändern. Das produzierende Gewerbe ist zentraler Treiber der wirtschaftlichen Entwicklung und hat großen Einfluss auf das Wohlergehen der Menschheit. Das Ausmaß der gegenwärtigen Produktionsaktivitäten führt jedoch zu einem enormen globalen Energie- und Materialbedarf, der sowohl der Umwelt als auch den Menschen schadet. Historisch gesehen orientierten sich industrielle Aktivitäten meist an ökonomischen Randbedingungen, während soziale und ökologische Folgen kaum berücksichtigt wurden. Infolgedessen liegen die heutigen globalen Verbrauchsraten vieler Ressourcen und damit verbundene Emissionen häufig über der natürlichen Regenerationsrate unseres Planeten. Insofern ist ein Großteil der derzeitigen industriellen Produktion als nicht nachhaltig zu bezeichnen. Dies wird jedes Jahr durch den "Earth Overshoot Day" unterstrichen, der den Tag markiert, an dem der ökologische Fußabdruck der Menschheit die jährliche Regenerationsfähigkeit der Erde übersteigt.</p> <p>Die vorliegende Vorlesung soll die Motivation, Analysemethoden sowie Ansätze für eine nachhaltige industrielle Produktion vermitteln und verdeutlichen, welchen Einfluss die Produktionsphase im Verhältnis zur Rohstoff-, Nutzungs- und Recyclingphase im gesamten Lebenszyklus von Produkten hat. Hierzu werden die folgenden Themen beleuchtet:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Motivation für eine nachhaltige Produktion, die 17 Ziele für nachhaltige Entwicklung (SDGs) der Vereinten Nationen und ihre Bedeutung für die Fertigung von morgen; - Ausgangsstoffe vs. Produktionsphase vs. Nutzungsphase vs. Recycling/End-of-Life-Phase: Bedeutung der Produktionsphase für die Umweltauswirkungen gefertigter Produkte; - Typische energie- und ressourcenintensive Prozesse in der industriellen Produktion und innovative Ansätze zur Steigerung der Energie- und Ressourceneffizienz; - Methodik zur Optimierung der Energie- und Ressourceneffizienz von industriellen Fertigungsketten mit den drei Schritten Modellieren (1), Bewerten (2) und Verbessern (3); - Ressourceneffizienz von Wertschöpfungsketten der industriellen Produktion und ihre Beurteilung mittels Lebenszyklusanalyse (LCA); - Übung: Ökobilanztechnische Betrachtung eines Fertigungsprozesses (Thermoplastisches Fügen eines Flugzeugrumpfsegments) als Teil eines Produkt-Life-Cycle-Assessments.
Literatur	<p>Literatur:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Stefan Alexander (2020): Resource efficiency in manufacturing value chains. Cham: Springer International Publishing. - Hauschild, Michael Z.; Rosenbaum, Ralph K.; Olsen, Stig Irving (Hg.) (2018): Life Cycle Assessment. Theory and Practice. Cham: Springer International Publishing. - Kishita, Yusuke; Matsumoto, Mitsutaka; Inoue, Masato; Fukushige, Shinichi (2021): EcoDesign and sustainability. Singapore: Springer. - Schebek, Liselotte; Herrmann, Christoph; Cerdas, Felipe (2019): Progress in Life Cycle Assessment. Cham: Springer International Publishing. - Thiede, Sebastian; Hermann, Christoph (2019): Eco-factories of the future. Cham: Springer Nature Switzerland AG. - Vorlesungsskript.

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

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

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

Lehrveranstaltung L1630: Technische Dynamik	
Typ	Vorlesung
SWS	2
LP	3
Arbeitsaufwand in Stunden	Eigenstudium 62, Präsenzstudium 28
Prüfungsart	Klausur
Prüfungsdauer und -umfang	90 min
Dozenten	Prof. Robert Seifried
Sprachen	DE
Zeitraum	SoSe
Inhalt	<ol style="list-style-type: none"> 1. Modellierung von Mehrkörpersystemen 2. Kinematische und kinetische Grundlagen 3. Bindungen 4. Mehrkörpersysteme in Minimalkoordinaten 5. Zustandsraum, Linearisierung und Modalanalyse 6. Mehrkörpersysteme mit kinematischen Schleifen 7. Mehrkörpersysteme in DAE-Form 8. Nichtholonome Mehrkörpersysteme 9. Experimentelle Methoden in der Dynamik
Literatur	<p>Schiehlen, W.; Eberhard, P.: Technische Dynamik, 4. Auflage, Vieweg+Teubner: Wiesbaden, 2014.</p> <p>Woernle, C.: Mehrkörpersysteme, Springer: Heidelberg, 2011.</p> <p>Seifried, R.: Dynamics of Underactuated Multibody Systems, Springer, 2014.</p>

Modul M1224: Ausgewählte Themen der Mechatronik (Alternative B: 6 LP)			
Lehrveranstaltungen			
Titel	Typ	SWS	LP
Angewandte Automatisierung (L1592)	Projekt-/problembasierte Lehrveranstaltung	3	3
Arbeitswissenschaft (L0653)	Vorlesung	2	3
Aufbaukurs SE-ZERT (L2739)	Projekt-/problembasierte Lehrveranstaltung	2	3
Entwicklungsmanagement Mechatronik (L1512)	Vorlesung	2	3
Ermüdung und Schadenstoleranz (L0310)	Vorlesung	2	3
Industrie 4.0 für Ingenieure (L2012)	Vorlesung	2	3
Mikrocontrollerschaltungen - Realisierung in Hard- und Software (L0087)	Seminar	2	2
Mikrosystemtechnologie (L0724)	Vorlesung	2	4
Model-Based Systems Engineering (MBSE) mit SysML/UML (L1551)	Projekt-/problembasierte Lehrveranstaltung	3	3
Nachhaltige industrielle Produktion (L2863)	Vorlesung	2	3
Prozessmesstechnik (L1077)	Vorlesung	2	3
Prozessmesstechnik (L1083)	Hörsaalübung	1	1
Regelungstechnische Methoden für die Medizintechnik (L0664)	Vorlesung	2	3
Technische Dynamik (L1630)	Vorlesung	2	3
Modulverantwortlicher	NN		
Zulassungsvoraussetzungen	Keine		
Empfohlene Vorkenntnisse	Keine		
Modulziele/ angestrebte Lernergebnisse	Nach erfolgreicher Teilnahme haben die Studierenden die folgenden Lernergebnisse erreicht		
Fachkompetenz	<ul style="list-style-type: none"> Die Studierenden können vertieftes Wissen und Zusammenhänge in Spezialbereichen sowie Anwendungsfelder der Mechatronik erklären. Die Studierenden können unterschiedliche Spezialgebiete miteinander in Verbindung setzen. Die Studierenden können in den ausgewählten Teilbereichen spezialisierte Lösungsstrategien und neue wissenschaftliche Methoden anwenden. Die Studierenden können die erlernten Fähigkeiten selbstständig auf neue und unbekannte Fragestellungen übertragen und hier Lösungsansätze entwickeln. 		
<i>Wissen</i>			
<i>Fertigkeiten</i>			
Personale Kompetenzen	<ul style="list-style-type: none"> Studierende können durch eine eigenständige Wahl der geeigneten Fächer je nach Interessenlage selbstständig Kenntnisse und Fähigkeiten vertiefen. 		
<i>Sozialkompetenz</i>			
<i>Selbstständigkeit</i>			
Arbeitsaufwand in Stunden	Abhängig von der Wahl der Lehrveranstaltungen		
Leistungspunkte	6		
Zuordnung zu folgenden Curricula	Mechatronics: Vertiefung Systementwurf: Wahlpflicht Mechatronics: Vertiefung Intelligente Systeme und Robotik: Wahlpflicht		

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

Lehrveranstaltung L0653: Arbeitswissenschaft	
Typ	Vorlesung
SWS	2
LP	3
Arbeitsaufwand in Stunden	Eigenstudium 62, Präsenzstudium 28
Prüfungsart	Mündliche Prüfung
Prüfungsdauer und -umfang	30 min
Dozenten	Dr. Armin Bossemeyer
Sprachen	DE
Zeitraum	WiSe
Inhalt	<p>Inhalt</p> <ul style="list-style-type: none"> - Arbeitswissenschaftliche Konzepte, Belastung und Beanspruchung - Körpermaße, Muskel- und Montagearbeit, Anzeigen und Stellteile - Sitzen, Stehen, Heben und Tragen - Licht, Sehen, Beleuchtung und Lichtmessung - Lärm, Lärmmessung, Lärmschutz und mechanische Schwingungen - Klima und Strahlung; Gefahrstoffe - Gesetzlicher Arbeitsschutz, betriebliche Arbeitsschutzkonzepte, Gefährdungsbeurteilung - Gefährliche Arbeiten: Strom, Leitern, Kräne, Gerüste, Stapler, Alleinarbeit ... - Persönliche Schutzausrüstungen: Gehörschutz, Handschuhe, Schuhe, Atemschutz ... - Gestaltung von Bildschirmarbeit und ergonomischer Software - Psychische Belastungen, Motivation, Arbeitszufriedenheit und Ermüdung - Betriebliche Gesundheitsförderung, Demographie, Humanisierung der Arbeit - Entgeltgestaltung: Eingruppierung, Leistungsbeurteilung, Zielvereinbarung, Prämienlohn - Arbeitszeitgestaltung: Gleitende Arbeitszeit, Flexible Arbeitszeit, Vertrauensarbeitszeit - Gestaltung von Schichtarbeit <p>Qualifikationsziele</p> <p>Die Teilnehmer erhalten einen Überblick über die ergonomische und menschengerechte Gestaltung von Arbeit und Technik. Ausgehend von den menschlichen Körperfunktionen wird vermittelt, wie Arbeitssysteme analysiert, Belastungen erkannt und Gefährdungen bewertet werden können. Die Teilnehmer erhalten praxisbezogene Kenntnisse zur ganzheitlichen Gestaltung von Arbeitsbedingungen in Produktions- und Dienstleistungsbetrieben sowie von Schnittstellen von Mensch und Technik. Diese Veranstaltung befähigt sie, Verantwortung zu übernehmen und technische Veränderungsprozesse personenbezogen auszulegen.</p>
Literatur	

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

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

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

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

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

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

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

Lehrveranstaltung L2863: Nachhaltige industrielle Produktion	
Typ	Vorlesung
SWS	2
LP	3
Arbeitsaufwand in Stunden	Eigenstudium 62, Präsenzstudium 28
Prüfungsart	Klausur
Prüfungsdauer und -umfang	60 min
Dozenten	Dr. Simon Markus Kothe
Sprachen	DE
Zeitraum	SoSe
Inhalt	<p>Die industrielle Produktion befasst sich mit der Herstellung physischer Produkte zur Befriedigung menschlicher Bedürfnisse unter Einsatz verschiedener Fertigungsprozesse, die die Form und die physikalischen Eigenschaften der Ausgangsmaterialien verändern. Das produzierende Gewerbe ist zentraler Treiber der wirtschaftlichen Entwicklung und hat großen Einfluss auf das Wohlergehen der Menschheit. Das Ausmaß der gegenwärtigen Produktionsaktivitäten führt jedoch zu einem enormen globalen Energie- und Materialbedarf, der sowohl der Umwelt als auch den Menschen schadet. Historisch gesehen orientierten sich industrielle Aktivitäten meist an ökonomischen Randbedingungen, während soziale und ökologische Folgen kaum berücksichtigt wurden. Infolgedessen liegen die heutigen globalen Verbrauchsraten vieler Ressourcen und damit verbundene Emissionen häufig über der natürlichen Regenerationsrate unseres Planeten. Insofern ist ein Großteil der derzeitigen industriellen Produktion als nicht nachhaltig zu bezeichnen. Dies wird jedes Jahr durch den "Earth Overshoot Day" unterstrichen, der den Tag markiert, an dem der ökologische Fußabdruck der Menschheit die jährliche Regenerationsfähigkeit der Erde übersteigt.</p> <p>Die vorliegende Vorlesung soll die Motivation, Analysemethoden sowie Ansätze für eine nachhaltige industrielle Produktion vermitteln und verdeutlichen, welchen Einfluss die Produktionsphase im Verhältnis zur Rohstoff-, Nutzungs- und Recyclingphase im gesamten Lebenszyklus von Produkten hat. Hierzu werden die folgenden Themen beleuchtet:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Motivation für eine nachhaltige Produktion, die 17 Ziele für nachhaltige Entwicklung (SDGs) der Vereinten Nationen und ihre Bedeutung für die Fertigung von morgen; - Ausgangsstoffe vs. Produktionsphase vs. Nutzungsphase vs. Recycling/End-of-Life-Phase: Bedeutung der Produktionsphase für die Umweltauswirkungen gefertigter Produkte; - Typische energie- und ressourcenintensive Prozesse in der industriellen Produktion und innovative Ansätze zur Steigerung der Energie- und Ressourceneffizienz; - Methodik zur Optimierung der Energie- und Ressourceneffizienz von industriellen Fertigungsketten mit den drei Schritten Modellieren (1), Bewerten (2) und Verbessern (3); - Ressourceneffizienz von Wertschöpfungsketten der industriellen Produktion und ihre Beurteilung mittels Lebenszyklusanalyse (LCA); - Übung: Ökobilanztechnische Betrachtung eines Fertigungsprozesses (Thermoplastisches Fügen eines Flugzeugrumpfsegments) als Teil eines Produkt-Life-Cycle-Assessments.
Literatur	<p>Literatur:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Stefan Alexander (2020): Resource efficiency in manufacturing value chains. Cham: Springer International Publishing. - Hauschild, Michael Z.; Rosenbaum, Ralph K.; Olsen, Stig Irving (Hg.) (2018): Life Cycle Assessment. Theory and Practice. Cham: Springer International Publishing. - Kishita, Yusuke; Matsumoto, Mitsutaka; Inoue, Masato; Fukushige, Shinichi (2021): EcoDesign and sustainability. Singapore: Springer. - Schebek, Liselotte; Herrmann, Christoph; Cerdas, Felipe (2019): Progress in Life Cycle Assessment. Cham: Springer International Publishing. - Thiede, Sebastian; Hermann, Christoph (2019): Eco-factories of the future. Cham: Springer Nature Switzerland AG. - Vorlesungsskript.

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

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

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

Lehrveranstaltung L1630: Technische Dynamik	
Typ	Vorlesung
SWS	2
LP	3
Arbeitsaufwand in Stunden	Eigenstudium 62, Präsenzstudium 28
Prüfungsart	Klausur
Prüfungsdauer und -umfang	90 min
Dozenten	Prof. Robert Seifried
Sprachen	DE
Zeitraum	SoSe
Inhalt	<ol style="list-style-type: none"> 1. Modellierung von Mehrkörpersystemen 2. Kinematische und kinetische Grundlagen 3. Bindungen 4. Mehrkörpersysteme in Minimalkoordinaten 5. Zustandsraum, Linearisierung und Modalanalyse 6. Mehrkörpersysteme mit kinematischen Schleifen 7. Mehrkörpersysteme in DAE-Form 8. Nichtholonome Mehrkörpersysteme 9. Experimentelle Methoden in der Dynamik
Literatur	<p>Schiehlen, W.; Eberhard, P.: Technische Dynamik, 4. Auflage, Vieweg+Teubner: Wiesbaden, 2014.</p> <p>Woernle, C.: Mehrkörpersysteme, Springer: Heidelberg, 2011.</p> <p>Seifried, R.: Dynamics of Underactuated Multibody Systems, Springer, 2014.</p>

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

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

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

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

Modul M1269: Labor Cyber-Physical Systems			
Lehrveranstaltungen			
Titel	Labor Cyber-Physical Systems (L1740)	Typ	Projekt-/problembasierte Lehrveranstaltung
		SWS	4
		LP	6
Modulverantwortlicher	Prof. Heiko Falk		
Zulassungsvoraussetzungen	Keine		
Empfohlene Vorkenntnisse	Modul "Eingebettete Systeme"		
Modulziele/ angestrebte Lernergebnisse	Nach erfolgreicher Teilnahme haben die Studierenden die folgenden Lernergebnisse erreicht		
Fachkompetenz	<p><i>Wissen</i></p> <p>Cyber-Physical Systems (CPS) stehen über Sensoren, A/D- und D/A-Wandler und Aktoren in enger Verbindung mit ihrer Umgebung. Wegen der besonderen Einsatzgebiete kommen hier hochgradig spezialisierte Sensoren, Prozessoren und Aktoren zum Einsatz, die applikationsspezifisch auf ihr jeweiliges Einsatzgebiet ausgerichtet sind. Dementsprechend existiert - im Gegensatz zum klassischen Software Engineering - eine Vielzahl unterschiedlicher Techniken zur Spezifikation von CPS.</p> <p>In Form von rechnergestützten Versuchen mit Roboterbausätzen werden in dieser Veranstaltung die Grundzüge der Spezifikation und Modellierung von CPS vermittelt. Das Labor behandelt die Einführung in diese Systeme (Begriffsbildung, charakteristische Eigenschaften) und deren Spezifikationsprachen (models of computation, hierarchische Zustandsautomaten, Datenfluss-Modelle, Petri-Netze, imperative Techniken). Da CPS häufig Steuerungs- und Regelungsaufgaben erfüllen, wird das Labor praxisnah einfache Anwendungen aus der Regelungstechnik vermitteln. Die Versuche nutzen gängige Spezifikationswerkzeuge (MATLAB/Simulink, LabVIEW, NXC), um hiermit Cyber-Physical Systems zu modellieren, die über Sensoren und Aktoren mit ihrer Umwelt interagieren.</p>		
Fertigkeiten	<p>Nach erfolgreichem Besuch der Veranstaltung sind die Studierenden in der Lage, einfache CPS zu entwickeln. Sie können Wechselwirkungen zwischen einem CPS und dessen umgebenden Prozessen beurteilen, der sich aus dem Kreislauf zwischen physikalischer Umwelt, Sensor, A/D-Wandler, digitalem Prozessor, D/A-Wandler und Aktor ergibt. Die Veranstaltung versetzt die Studierenden in die Lage, Modellierungstechniken miteinander vergleichen, deren Vor- und Nachteile abwägen, und geeignete Techniken zur Systementwicklung einsetzen zu können. Sie erwerben die Fähigkeit, diese Techniken im Rahmen konkreter praktischer Aufgabenstellungen anzuwenden. Sie haben erste Erfahrungen im hardwarenahen Software-Entwurf, im Umgang mit industrierelevanten Spezifikationswerkzeugen und im Entwurf einfacher Regelungssysteme erworben.</p>		
Personale Kompetenzen	<p><i>Sozialkompetenz</i></p> <p>Die Studierenden sind nach Abschluss des Moduls in der Lage, ähnliche Aufgaben alleine oder in einer Gruppe zu bearbeiten und die Resultate geeignet zu präsentieren.</p> <p><i>Selbstständigkeit</i></p> <p>Die Studierenden sind nach Abschluss des Moduls in der Lage, sich Teilbereiche des Fachgebietes anhand von Fachliteratur selbstständig zu erarbeiten, das erworbene Wissen zusammenzufassen, zu präsentieren und es mit den Inhalten anderer Lehrveranstaltungen zu verknüpfen.</p>		
Arbeitsaufwand in Stunden	Eigenstudium 124, Präsenzstudium 56		
Leistungspunkte	6		
Studienleistung	Keine		
Prüfung	Schriftliche Ausarbeitung		
Prüfungsdauer und -umfang	Durchführung und Beschreibung sämtlicher Versuche		
Zuordnung zu folgenden Curricula	<p>Allgemeine Ingenieurwissenschaften (7 Semester): Vertiefung Informatik: Wahlpflicht</p> <p>Computer Science: Vertiefung II. Mathematik und Ingenieurwissenschaften: Wahlpflicht</p> <p>Computer Science: Vertiefung Computer- und Software-Engineering: Wahlpflicht</p> <p>General Engineering Science (7 Semester): Vertiefung Informatik: Wahlpflicht</p> <p>Informatik-Ingenieurwesen: Vertiefung II. Mathematik & Ingenieurwissenschaften: Wahlpflicht</p> <p>Mechatronics: Vertiefung Intelligente Systeme und Robotik: Wahlpflicht</p> <p>Mechatronics: Vertiefung Systementwurf: Wahlpflicht</p> <p>Mechatronics: Technischer Ergänzungskurs: Wahlpflicht</p>		

Lehrveranstaltung L1740: Labor Cyber-Physical Systems	
Typ	Projekt-/problembasierte Lehrveranstaltung
SWS	4
LP	6
Arbeitsaufwand in Stunden	Eigenstudium 124, Präsenzstudium 56
Dozenten	Prof. Heiko Falk
Sprachen	DE/EN
Zeitraum	SoSe
Inhalt	<ul style="list-style-type: none"> • Versuch 1: Programmieren in NXC • Versuch 2: Programmierung des Roboters mit Matlab/Simulink • Programmierung des Roboters in LabVIEW
Literatur	<ul style="list-style-type: none"> • Peter Marwedel. Embedded System Design - Embedded System Foundations of Cyber-Physical Systems. 2nd Edition, Springer, 2012. • Begleitende Foliensätze

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

Modul M0924: Software für Eingebettete Systeme			
Lehrveranstaltungen			
Titel		Typ	SWS LP
Software für Eingebettete Systeme (L1069)		Vorlesung	2 3
Software für Eingebettete Systeme (L1070)		Gruppenübung	3 3
Modulverantwortlicher	Prof. Bernd-Christian Renner		
Zulassungsvoraussetzungen	Keine		
Empfohlene Vorkenntnisse	<ul style="list-style-type: none"> • Sehr gute Kenntnisse und Erfahrung in Programmiersprache C • Grundkenntnisse in Softwaretechnik • Prinzipielles Verständnis von Assembler Sprachen 		
Modulziele/ angestrebte Lernergebnisse	Nach erfolgreicher Teilnahme haben die Studierenden die folgenden Lernergebnisse erreicht		
Fachkompetenz	<p><i>Wissen</i> Studierende können die grundlegende Prinzipien und Vorgehensweisen für die Erstellung von Software für eingebettete Systeme erklären. Sie sind in der Lage, ereignisbasierte Programmier Techniken mittels Interrupts zu beschreiben. Sie kennen den Aufbau und Funktion eines konkreten Mikrocontrollers. Die Teilnehmer sind in der Lage, Anforderungen an Echtzeitsysteme zu erläutern. Sie können mindestens drei Scheduling Algorithmen für Echtzeitbetriebssysteme erläutern (einschließlich Vor- und Nachteile)</p> <p><i>Fertigkeiten</i> Studierende erstellen interrupt-basierte Programme für einen konkreten Mikrocontroller. Sie erstellen und benutzen einen preemptiven scheduler. Sie setzen periphere Komponenten (Timer, ADCs, EEPROM) für komplexe Aufgaben eingebetteter System ein. Für den Anschluss externer Komponenten setzen sie serielle Protokolle ein.</p>		
Personale Kompetenzen	<p><i>Sozialkompetenz</i></p> <p><i>Selbstständigkeit</i></p>		
Arbeitsaufwand in Stunden	Eigenstudium 110, Präsenzstudium 70		
Leistungspunkte	6		
Studienleistung	Verpflichtend Bonus	Art der Studienleistung	Beschreibung
	Nein 10 %	Testate	
Prüfung	Klausur		
Prüfungsdauer und -umfang	90 min		
Zuordnung zu folgenden Curricula	Computer Science: Vertiefung I. Computer- und Software-Engineering: Wahlpflicht Elektrotechnik: Vertiefung Nachrichten- und Kommunikationstechnik: Wahlpflicht Information and Communication Systems: Vertiefung Kommunikationssysteme, Schwerpunkt Software: Wahlpflicht Mechatronics: Technischer Ergänzungskurs: Wahlpflicht Mechatronics: Vertiefung Intelligente Systeme und Robotik: Wahlpflicht Mechatronics: Vertiefung Systementwurf: Wahlpflicht Microelectronics and Microsystems: Vertiefung Embedded Systems: Wahlpflicht		

Lehrveranstaltung L1069: Software für Eingebettete Systeme	
Typ	Vorlesung
SWS	2
LP	3
Arbeitsaufwand in Stunden	Eigenstudium 62, Präsenzstudium 28
Dozenten	Prof. Bernd-Christian Renner
Sprachen	DE/EN
Zeitraum	SoSe
Inhalt	<ul style="list-style-type: none"> • General-Purpose Processors • Programming the Atmel AVR • Interrupts • C für Embedded Systems • Standard Single Purpose Processors: Peripherals • Finite-State Machines • Speicher • Betriebssystem für Eingebettete Systeme • Echtzeit Eingebettete Systeme
Literatur	<ol style="list-style-type: none"> 1. Embedded System Design, F. Vahid and T. Givargis, John Wiley 2. Programming Embedded Systems: With C and Gnu Development Tools, M. Barr and A. Massa, O'Reilly 3. C und C++ für Embedded Systems, F. Bollow, M. Homann, K. Köhn, MITP 4. The Art of Designing Embedded Systems, J. Ganssle, Newnes 5. Mikrocomputertechnik mit Controllern der Atmel AVR-RISC-Familie, G. Schmitt, Oldenbourg 6. Making Embedded Systems: Design Patterns for Great Software, E. White, O'Reilly

Lehrveranstaltung L1070: Software für Eingebettete Systeme	
Typ	Gruppenübung
SWS	3
LP	3
Arbeitsaufwand in Stunden	Eigenstudium 48, Präsenzstudium 42
Dozenten	Prof. Bernd-Christian Renner
Sprachen	DE/EN
Zeitraum	SoSe
Inhalt	Siehe korrespondierende Vorlesung
Literatur	Siehe korrespondierende Vorlesung

Modul M1248: Compiler für Eingebettete Systeme			
Lehrveranstaltungen			
Titel		Typ	SWS LP
Compiler für Eingebettete Systeme (L1692)		Vorlesung	3 4
Compiler für Eingebettete Systeme (L1693)		Projekt-/problembasierte Lehrveranstaltung	1 2
Modulverantwortlicher	Prof. Heiko Falk		
Zulassungsvoraussetzungen	Keine		
Empfohlene Vorkenntnisse	Modul "Eingebettete Systeme" C/C++ Programmierkenntnisse		
Modulziele/ angestrebte Lernergebnisse	Nach erfolgreicher Teilnahme haben die Studierenden die folgenden Lernergebnisse erreicht		
Fachkompetenz	<p><i>Wissen</i></p> <p>Die Bedeutung Eingebetteter Systeme steigt von Jahr zu Jahr. Innerhalb Eingebetteter Systeme steigt der Software-Anteil, der auf Prozessoren ausgeführt wird, aufgrund geringerer Kosten und höherer Flexibilität ebenso kontinuierlich. Wegen der besonderen Einsatzgebiete Eingebetteter Systeme kommen hier hochgradig spezialisierte Prozessoren zum Einsatz, die applikationsspezifisch auf ihr jeweiliges Einsatzgebiet ausgerichtet sind. Diese hochgradig spezialisierten Prozessoren stellen hohe Anforderungen an einen Compiler, der Code von hoher Qualität generieren soll. Nach erfolgreichem Besuch der Veranstaltung sind die Studierenden in der Lage,</p> <ul style="list-style-type: none"> • Struktur und Aufbau derartiger Compiler aufzuzeigen, • interne Zwischendarstellungen auf verschiedenen Abstraktionsniveaus zu unterscheiden und zu erklären, und • Probleme und Optimierungen in allen Compilerphasen zu beurteilen. <p>Wegen der hohen Anforderungen an Compiler für Eingebettete Systeme sind effektive Optimierungen unerlässlich. Die Studierenden lernen insbes.,</p> <ul style="list-style-type: none"> • welche Arten von Optimierungen es auf Quellcode-Niveau gibt, • wie die Übersetzung von der Quellsprache nach Assembler abläuft, • welche Arten von Optimierungen auf Assembler-Niveau durchzuführen sind, • wie die Registerallokation vonstatten geht, und • wie Speicherhierarchien effizient ausgenutzt werden. <p>Da Compiler für Eingebettete Systeme oft verschiedene Zielfunktionen optimieren sollen (z.B. durchschnittliche oder worst-case Laufzeit, Energieverbrauch, Code-Größe), lernen die Studierenden den Einfluss von Optimierungen auf diese verschiedenen Zielfunktionen zu beurteilen.</p> <p><i>Fertigkeiten</i></p> <p>Studierende werden in die Lage versetzt, hochsprachlichen Programmcode in Maschinensprache zu übersetzen. Die Studierenden erwerben die Fähigkeit zu beurteilen, welche Art von Code-Optimierung innerhalb eines Compilers am effektivsten auf welchem Abstraktionsniveau (bspw. Quell- oder Assemblercode) durchzuführen ist.</p> <p>Während der Übungen erwerben die Studierenden die Fähigkeit, einen funktionierenden Compiler mitsamt Optimierungen zu implementieren.</p> <p>Personale Kompetenzen</p> <p><i>Sozialkompetenz</i></p> <p>Die Studierenden sind nach Abschluss des Moduls in der Lage, ähnliche Aufgaben alleine oder in einer Gruppe zu bearbeiten und die Resultate geeignet zu präsentieren.</p> <p><i>Selbstständigkeit</i></p> <p>Die Studierenden sind nach Abschluss des Moduls in der Lage, sich Teilbereiche des Fachgebietes anhand von Fachliteratur selbstständig zu erarbeiten, das erworbene Wissen zusammenzufassen, zu präsentieren und es mit den Inhalten anderer Lehrveranstaltungen zu verknüpfen.</p>		
Arbeitsaufwand in Stunden	Eigenstudium 124, Präsenzstudium 56		
Leistungspunkte	6		
Studienleistung	Keine		
Prüfung	Mündliche Prüfung		
Prüfungsdauer und -umfang	30 min		
Zuordnung zu folgenden Curricula	Computer Science: Vertiefung I. Computer- und Software-Engineering: Wahlpflicht Elektrotechnik: Vertiefung Nachrichten- und Kommunikationstechnik: Wahlpflicht Flugzeug-Systemtechnik: Kernqualifikation: Wahlpflicht Mechatronics: Vertiefung Intelligente Systeme und Robotik: Wahlpflicht Mechatronics: Vertiefung Systementwurf: Wahlpflicht Mechatronics: Technischer Ergänzungskurs: Wahlpflicht Theoretischer Maschinenbau: Vertiefung Robotik und Informatik: Wahlpflicht		

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

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

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

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

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

Modul M1400: Entwurf von Dependable Systems			
Lehrveranstaltungen			
Titel		Typ	SWS LP
Entwurf von Dependable Systems (L2000)		Vorlesung	2 3
Entwurf von Dependable Systems (L2001)		Gruppenübung	2 3
Modulverantwortlicher	Prof. Görschwin Fey		
Zulassungsvoraussetzungen	Keine		
Empfohlene Vorkenntnisse	Grundlegende Kenntnisse zu Datenstrukturen und Algorithmen		
Modulziele/ angestrebte Lernergebnisse	Nach erfolgreicher Teilnahme haben die Studierenden die folgenden Lernergebnisse erreicht		
Fachkompetenz	<p><i>Wissen</i></p> <p>Im Folgenden wird "Dependable" als Zusammenfassung von Zuverlässigkeit, Verfügbarkeit, Wartbarkeit, Sicherheit (Safety & Security) verwendet.</p> <p>Kenntnis von Ansätzen zum Entwurf von Dependable Systems, z.B.</p> <ul style="list-style-type: none"> • Strukturelle Lösungen wie z.B. Modular Redundancy • Algorithmische Lösungen wie z.B. Behandlung Byzantinischer Fehler, Checkpointing, etc. <p>Kenntnis von Methoden zur Analyse der Dependability von Systemen</p> <p><i>Fertigkeiten</i></p> <p>Fähigkeit zum Entwurf von Dependable Systems durch Implementierung der obigen Ansätze.</p> <p>Fähigkeit zur Analyse der Dependability von Systemen durch Anwendung der obigen Analysemethoden.</p>		
Personale Kompetenzen	<p><i>Sozialkompetenz</i></p> <p>Studierende können</p> <ul style="list-style-type: none"> • die jeweiligen Konzepte diskutieren und erläutern sowie • die Lösungen mündlich darstellen. <p><i>Selbstständigkeit</i></p> <p>Studierende erlernen mittels Zusatzmaterial selbständig vertiefende Zusammenhänge der Konzepte aus der Vorlesung und erweiterte Lösungsverfahren.</p>		
Arbeitsaufwand in Stunden	Eigenstudium 124, Präsenzstudium 56		
Leistungspunkte	6		
Studienleistung	Verpflichtend Bonus	Art der Studienleistung	Beschreibung
	Ja Keiner	Fachtheoretisch- fachpraktische Studienleistung	Die Lösung einer Aufgabe ist Zulassungsvoraussetzung für die Prüfung. Die Aufgabe wird in Vorlesung und Übung definiert.
Prüfung	Mündliche Prüfung		
Prüfungsdauer und -umfang	30 min		
Zuordnung zu folgenden Curricula	Computer Science: Vertiefung I. Computer- und Software-Engineering: Wahlpflicht Informatik-Ingenieurwesen: Vertiefung I. Informatik: Wahlpflicht Information and Communication Systems: Vertiefung Sichere und zuverlässige IT-Systeme: Wahlpflicht Mechatronics: Vertiefung Systementwurf: Wahlpflicht Microelectronics and Microsystems: Vertiefung Embedded Systems: Wahlpflicht		

Lehrveranstaltung L2000: Entwurf von Dependable Systems	
Typ	Vorlesung
SWS	2
LP	3
Arbeitsaufwand in Stunden	Eigenstudium 62, Präsenzstudium 28
Dozenten	Prof. Görschwin Fey
Sprachen	DE/EN
Zeitraum	SoSe
Inhalt	<p>Beschreibung</p> <p>Der Begriff „Dependability“ umfasst verschiedene Aspekte eines Systems. Dies sind typischer Weise:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Zuverlässigkeit • Verfügbarkeit • Wartbarkeit • Sicherheit - Safety & Security <p>Damit ist Dependability ein zentraler Aspekt, der früh im Systementwurf betrachtet werden muss. Dies gilt für Software, Eingebette Systeme wie auch umfassende Cyber-Physical Systems.</p> <p>Inhalt</p> <p>Das Modul führt grundlegende Konzept zum Entwurf und zur Analyse von Dependable Systems ein. Entwurfsbeispiele dienen dazu, eigene praktische Erfahrung zu sammeln. Ein Schwerpunkt des Moduls liegt im Bereich eingebetteter Systeme. Folgende Gebiete werden betrachtet:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Modellierung • Fehlertoleranz • Entwurfskonzepte • Analyse von Systemen
Literatur	

Lehrveranstaltung L2001: Entwurf von Dependable Systems	
Typ	Gruppenübung
SWS	2
LP	3
Arbeitsaufwand in Stunden	Eigenstudium 62, Präsenzstudium 28
Dozenten	Prof. Görschwin Fey
Sprachen	DE/EN
Zeitraum	SoSe
Inhalt	Siehe korrespondierende Vorlesung
Literatur	Siehe korrespondierende Vorlesung

Modul M0565: Mechatronische Systeme			
Lehrveranstaltungen			
Titel	Typ	SWS	LP
Elektro- und Kontromechanik (L0174)	Vorlesung	2	2
Elektro- und Kontromechanik (L1300)	Gruppenübung	1	2
Fachlabor Mechatronik (L0196)	Projekt-/problembasierte Lehrveranstaltung	2	2
Modulverantwortlicher	NN		
Zulassungsvoraussetzungen	Keine		
Empfohlene Vorkenntnisse	Grundlagen der Mechanik, Elektromechanik und Regelungstechnik		
Modulziele/ angestrebte Lernergebnisse	Nach erfolgreicher Teilnahme haben die Studierenden die folgenden Lernergebnisse erreicht		
Fachkompetenz			
<i>Wissen</i>	Der Studierende kann Methoden und Berechnungen zum mechatronischen Entwerfen, Modellieren, Simulieren und Optimieren beschreiben und kann Methoden zum Verifizieren und Validieren wiedergeben.		
<i>Fertigkeiten</i>	Der Studierende kann mechatronische Experimente planen und durchführen. Der Studierende kann Modelle für mechatronische Systeme erstellen, Simulationen und Optimierungen mechatronischer Modelle durchführen.		
Personale Kompetenzen			
<i>Sozialkompetenz</i>	Der Studierende kann lösungsorientiert in heterogenen Kleingruppen arbeiten und erlernt und vertieft das gegenseitige Helfen und das Definieren von Aufgaben innerhalb der Gruppe.		
<i>Selbstständigkeit</i>	Der Studierende ist fähig, mit Hilfe von Hinweisen eigenständig Aufgaben zu lösen. Der Studierende ist in der Lage, selbständig ein mechatronisches Experiment zu planen, durchzuführen und dessen Ergebnisse zusammenzufassen.		
Arbeitsaufwand in Stunden	Eigenstudium 110, Präsenzstudium 70		
Leistungspunkte	6		
Studienleistung	Verpflichtend Bonus	Art der Studienleistung	Beschreibung
	Ja Keiner	Fachtheoretisch- fachpraktische Studienleistung	
Prüfung	Klausur		
Prüfungsdauer und -umfang	90 min		
Zuordnung zu folgenden Curricula	Mechatronics: Vertiefung Intelligente Systeme und Robotik: Wahlpflicht Mechatronics: Vertiefung Systementwurf: Wahlpflicht		

Lehrveranstaltung L0174: Electro- and Contromechanics	
Typ	Vorlesung
SWS	2
LP	2
Arbeitsaufwand in Stunden	Eigenstudium 32, Präsenzstudium 28
Dozenten	NN
Sprachen	EN
Zeitraum	SoSe
Inhalt	Introduction to methodical design of mechatronic systems: <ul style="list-style-type: none"> • Modelling • System identification • Simulation • Optimization
Literatur	Denny Miu: Mechatronics, Springer 1992 Rolf Isermann: Mechatronic systems : fundamentals, Springer 2003

Lehrveranstaltung L1300: Electro- and Contromechanics	
Typ	Gruppenübung
SWS	1
LP	2
Arbeitsaufwand in Stunden	Eigenstudium 46, Präsenzstudium 14
Dozenten	NN
Sprachen	EN
Zeitraum	SoSe
Inhalt	Siehe korrespondierende Vorlesung
Literatur	Siehe korrespondierende Vorlesung

Lehrveranstaltung L0196: Fachlabor Mechatronik	
Typ	Projekt-/problembasierte Lehrveranstaltung
SWS	2
LP	2
Arbeitsaufwand in Stunden	Eigenstudium 32, Präsenzstudium 28
Dozenten	NN
Sprachen	DE/EN
Zeitraum	SoSe
Inhalt	Modellierung in MATLAB® und Simulink® Reglerentwurf (Linear, Nichtlinear, Beobachter) Parameteridentifikation Regelung eines realen Systems mittels Echtzeitboard und Simulink® RTW
Literatur	- Abhängig vom Versuchsaufbau - Depends on the experiment

Modul M1340: Einführung in Wellenleiter, Antennen und Elektromagnetische Verträglichkeit			
Lehrveranstaltungen			
Titel	Typ	SWS	LP
Einführung in Wellenleiter, Antennen und Elektromagnetische Verträglichkeit (L1669)	Vorlesung	3	4
Einführung in Wellenleiter, Antennen und Elektromagnetische Verträglichkeit (L1877)	Gruppenübung	2	2
Modulverantwortlicher	Prof. Christian Schuster		
Zulassungsvoraussetzungen	Keine		
Empfohlene Vorkenntnisse	Grundlagen der Physik und Elektrotechnik		
Modulziele/ angestrebte Lernergebnisse	Nach erfolgreicher Teilnahme haben die Studierenden die folgenden Lernergebnisse erreicht		
Fachkompetenz	Die Studierenden können die grundlegenden Gesetzmäßigkeiten, Zusammenhänge und Methoden im Bereich des Entwurfs von Wellenleitern und Antennen sowie der Elektromagnetischen Verträglichkeit wiedergeben und erklären. Spezifische Themen sind:		
<i>Wissen</i>	<ul style="list-style-type: none"> - Fundamentale Eigenschaften und Phänome elektrischer Schaltungen - Wechselstromanalyse elektrischer Schaltungen - Fundamentale Eigenschaften und Phänome elektromagnetischer Felder und Wellen - Beschreibung elektromagnetischer Felder und Wellen bei zeitlich harmonischer Anregung - Nützliche Hochfrequenz-Netzwerkparameter - Elektrisch lange Leitungen und wichtige Ergebnisse der Leitungstheorie - Ausbreitung, Superposition, Reflexion und Brechung ebener Wellen - Allgemeine Theorie der Wellenleiter - Wichtigste Bauformen von Wellenleitern und ihre Eigenschaften - Abstrahlung und grundlegende Antennenparameter - Wichtigste Bauformen von Antennen und ihre Eigenschaften - Numerische Methoden und CAD-Werkzeuge des Wellenleiter- und Antennenentwurfs - Prinzipien der Elektromagnetischen Verträglichkeit - Kopplungsmechanismen und Gegenmaßnahmen - Schirmung, Erdung, Filterung - Standards und Regulatorisches - EMV-Messtechniken 		
<i>Fertigkeiten</i>	Die Studierenden können eine Reihe von Verfahren und Modellen zur Beschreibung und zur Auswahl von Wellenleitern und Antennen anwenden. Dafür können Sie deren elementare elektromagnetische Eigenschaften einschätzen und beurteilen. Sie können Erkenntnisse und Strategien aus dem Feld der Elektromagnetischen Verträglichkeit auf die Entwicklung von elektrischen Komponenten und Systemen anwenden.		
Personale Kompetenzen			
<i>Sozialkompetenz</i>	Die Studierenden können in kleinen Gruppen fachspezifische Aufgaben gemeinsam bearbeiten und Ergebnisse in geeigneter Weise auf Englisch präsentieren (z.B. während Kleingruppenübungen).		
<i>Selbstständigkeit</i>	Die Studierenden sind in der Lage, Informationen aus einschlägigen Fachpublikationen zu gewinnen und in den Kontext der Vorlesung zu setzen. Sie können ihr erlangtes Wissen mit den Inhalten anderer Lehrveranstaltungen (z.B. Theoretischer Elektrotechnik, Grundlagen der Elektrotechnik oder Physik) zu verknüpfen. Sie können technische Probleme und physikalische Effekte auf Englisch diskutieren.		
Arbeitsaufwand in Stunden	Eigenstudium 110, Präsenzstudium 70		
Leistungspunkte	6		
Studienleistung	Keine		
Prüfung	Mündliche Prüfung		
Prüfungsdauer und -umfang	45 min		
Zuordnung zu folgenden Curricula	Allgemeine Ingenieurwissenschaften (7 Semester): Vertiefung Elektrotechnik: Wahlpflicht Elektrotechnik: Kernqualifikation: Wahlpflicht Flugzeug-Systemtechnik: Kernqualifikation: Wahlpflicht Mechatronics: Vertiefung Systementwurf: Wahlpflicht		

Lehrveranstaltung L1669: Einführung in Wellenleiter, Antennen und Elektromagnetische Verträglichkeit	
Typ	Vorlesung
SWS	3
LP	4
Arbeitsaufwand in Stunden	Eigenstudium 78, Präsenzstudium 42
Dozenten	Prof. Christian Schuster
Sprachen	DE/EN
Zeitraum	SoSe
Inhalt	<p>Diese Vorlesung ist gedacht als Einführung in die Gebiete der Wellenausbreitung, -führung, -aussendung, und -empfang sowie der Elektromagnetischen Verträglichkeit. Die Themen der Vorlesung werden von Nutzen sein für alle Ingenieure/-innen, die technische Herausforderungen im Bereich der hochfrequenten / hochratigen Übermittlung von Daten in solchen Gebieten wie Medizintechnik, Automobiltechnik oder Avionik meistern müssen. Sowohl Schaltungs- als auch Feldkonzepte der Wellenausbreitung und der Elektromagnetischen Verträglichkeit werden eingeführt und besprochen.</p> <p>Themen:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Fundamentale Eigenschaften und Phänome elektrischer Schaltungen - Wechselstromanalyse elektrischer Schaltungen - Fundamentale Eigenschaften und Phänome elektromagnetischer Felder und Wellen - Beschreibung elektromagnetischer Felder und Wellen bei zeitlich harmonischer Anregung - Nützliche Hochfrequenz-Netzwerkparameter - Elektrisch lange Leitungen und wichtige Ergebnisse der Leitungstheorie - Ausbreitung, Superposition, Reflexion und Brechung ebener Wellen - Allgemeine Theorie der Wellenleiter - Wichtigste Bauformen von Wellenleitern und ihre Eigenschaften - Abstrahlung und grundlegende Antennenparameter - Wichtigste Bauformen von Antennen und ihre Eigenschaften - Numerische Methoden und CAD-Werkzeuge des Wellenleiter- und Antennenentwurfs - Prinzipien der Elektromagnetischen Verträglichkeit - Kopplungsmechanismen und Gegenmaßnahmen - Schirmung, Erdung, Filterung - Standards und Regulatorisches - EMV-Messtechniken
Literatur	<ul style="list-style-type: none"> - Zinke, Brunwig, "Hochfrequenztechnik 1", Springer (1999) - J. Detlefsen, U. Siart, "Grundlagen der Hochfrequenztechnik", Oldenbourg (2012) - D. M. Pozar, "Microwave Engineering", Wiley (2011) - Y. Huang, K. Boyle, "Antenna: From Theory to Practice", Wiley (2008) - H. Ott, "Electromagnetic Compatibility Engineering", Wiley (2009) - A. Schwab, W. Kürner, "Elektromagnetische Verträglichkeit", Springer (2007)

Lehrveranstaltung L1877: Einführung in Wellenleiter, Antennen und Elektromagnetische Verträglichkeit	
Typ	Gruppenübung
SWS	2
LP	2
Arbeitsaufwand in Stunden	Eigenstudium 32, Präsenzstudium 28
Dozenten	Prof. Christian Schuster
Sprachen	DE/EN
Zeitraum	SoSe
Inhalt	Siehe korrespondierende Vorlesung
Literatur	Siehe korrespondierende Vorlesung

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

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

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

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

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

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

Modul M1616: Flight Control Law Design and Application			
Lehrveranstaltungen			
Titel		Typ	SWS LP
Flugregelung: Entwurf und Anwendung (L2448)		Vorlesung	2 4
Flugregelung: Entwurf und Anwendung (L2449)		Projekt-/problembasierte Lehrveranstaltung	2 2
Modulverantwortlicher	Prof. Frank Thielecke		
Zulassungsvoraussetzungen	None		
Empfohlene Vorkenntnisse	Basic Knowledge in: * Mathematics (Linear Algebra and ordinary differential equations) * Control Systems (Transfer functions and state space representation) * Mechanics (Rigid-body kinetics) * Flight Mechanics		
Modulziele/ angestrebte Lernergebnisse	Nach erfolgreicher Teilnahme haben die Studierenden die folgenden Lernergebnisse erreicht		
Fachkompetenz	<i>Wissen</i> Students are able to: * describe and understand flight dynamics models for control tasks * assess handling qualities and understand the need for augmentation through control systems * identify fundamental limitations on performance of control laws <i>Fertigkeiten</i> Students are able to: * design model-based control laws for stability augmentation * design model-based flight control laws * assess robustness and performance of control laws		
Personale Kompetenzen	<i>Sozialkompetenz</i> Students are able to: * design control laws in groups as well as discuss the requirements and results <i>Selbstständigkeit</i> Students are able to: * reflect on the contents of lectures and extend their knowledge through literature research * solve control design tasks with software tools		
Arbeitsaufwand in Stunden	Eigenstudium 124, Präsenzstudium 56		
Leistungspunkte	6		
Studienleistung	Keine		
Prüfung	Klausur		
Prüfungsdauer und -umfang	60 min		
Zuordnung zu folgenden Curricula	Flugzeug-Systemtechnik: Kernqualifikation: Wahlpflicht Mechatronics: Vertiefung Systementwurf: Wahlpflicht Mechatronics: Technischer Ergänzungskurs: Wahlpflicht		

Lehrveranstaltung L2448: Flight Control Law Design and Application	
Typ	Vorlesung
SWS	2
LP	4
Arbeitsaufwand in Stunden	Eigenstudium 92, Präsenzstudium 28
Dozenten	Prof. Frank Thielecke, Dr. Julian Theis
Sprachen	EN
Zeitraum	SoSe
Inhalt	<ul style="list-style-type: none"> * flight dynamics (equations of motion, trim and linearization, linear models of longitudinal and lateral-directional motion, eigenforms) * stability augmentation (modal dynamics, damper design with root-loci, eigenstructure assignment) * autopilots (control law design with loopshaping, robustness criteria and analysis, cascaded control loops, gain-scheduling) * design of flight control laws * verification of flight control laws in simulation * implementation and application of flight control laws in embedded systems * flight testing of flight control laws
Literatur	<p>B. Stevens, F. Lewis: Aircraft Control and Simulation</p> <p>D. Schmidt: Modern Flight Dynamics</p> <p>D. McGruer, D. Graham, I. Ashkenas: Aircraft Dynamics and Automatic Control</p> <p>G. Stein: Respect the Unstable, in: IEEE Control Systems Magazine SAE Aerospace Standard 94900 - Flight Control Systems</p> <p>The MathWorks: Control Systems Design Toolbox User Guide</p> <p>The MathWorks: Embedded Coder Support Package for PX4 Autopilots User Guide</p>

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

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

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

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

Modul M0806: Technical Acoustics II (Room Acoustics, Computational Methods)			
Lehrveranstaltungen			
Titel		Typ	SWS
Technische Akustik II (Raumakustik, Berechnungsverfahren) (L0519)		Vorlesung	2
Technische Akustik II (Raumakustik, Berechnungsverfahren) (L0521)		Hörsaalübung	3
Modulverantwortlicher	Prof. Otto von Estorff		
Zulassungsvoraussetzungen	None		
Empfohlene Vorkenntnisse	Technical Acoustics I (Acoustic Waves, Noise Protection, Psycho Acoustics) Mechanics I (Statics, Mechanics of Materials) and Mechanics II (Hydrostatics, Kinematics, Dynamics) Mathematics I, II, III (in particular differential equations)		
Modulziele/ angestrebte Lernergebnisse	Nach erfolgreicher Teilnahme haben die Studierenden die folgenden Lernergebnisse erreicht		
Fachkompetenz	The students possess an in-depth knowledge in acoustics regarding room acoustics and computational methods and are able to give an overview of the corresponding theoretical and methodical basis.		
<i>Wissen</i>			
<i>Fertigkeiten</i>	The students are capable to handle engineering problems in acoustics by theory-based application of the demanding computational methods and procedures treated within the module.		
Personale Kompetenzen			
<i>Sozialkompetenz</i>	Students can work in small groups on specific problems to arrive at joint solutions.		
<i>Selbstständigkeit</i>	The students are able to independently solve challenging acoustical problems in the areas treated within the module. Possible conflicting issues and limitations can be identified and the results are critically scrutinized.		
Arbeitsaufwand in Stunden	Eigenstudium 124, Präsenzstudium 56		
Leistungspunkte	6		
Studienleistung	Keine		
Prüfung	Mündliche Prüfung		
Prüfungsdauer und -umfang			
Zuordnung zu folgenden Curricula	Flugzeug-Systemtechnik: Kernqualifikation: Wahlpflicht Mechatronics: Vertiefung Systementwurf: Wahlpflicht Produktentwicklung, Werkstoffe und Produktion: Kernqualifikation: Wahlpflicht Theoretischer Maschinenbau: Vertiefung Produktentwicklung und Produktion: Wahlpflicht Theoretischer Maschinenbau: Vertiefung Simulationstechnik: Wahlpflicht		

Lehrveranstaltung L0519: Technical Acoustics II (Room Acoustics, Computational Methods)	
Typ	Vorlesung
SWS	2
LP	3
Arbeitsaufwand in Stunden	Eigenstudium 62, Präsenzstudium 28
Dozenten	Prof. Otto von Estorff
Sprachen	EN
Zeitraum	WiSe
Inhalt	<ul style="list-style-type: none"> - Room acoustics - Sound absorber - Standard computations - Statistical Energy Approaches - Finite Element Methods - Boundary Element Methods - Geometrical acoustics - Special formulations - Practical applications - Hands-on Sessions: Programming of elements (Matlab)
Literatur	Cremer, L.; Heckl, M. (1996): Körperschall. Springer Verlag, Berlin Veit, I. (1988): Technische Akustik. Vogel-Buchverlag, Würzburg Veit, I. (1988): Flüssigkeitsschall. Vogel-Buchverlag, Würzburg Gaul, L.; Fiedler, Ch. (1997): Methode der Randelemente in Statik und Dynamik. Vieweg, Braunschweig, Wiesbaden Bathe, K.-J. (2000): Finite-Elemente-Methoden. Springer Verlag, Berlin

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

Modul M0603: Nichtlineare Strukturanalyse			
Lehrveranstaltungen			
Titel	Typ	SWS	LP
Nichtlineare Strukturanalyse (L0277)	Vorlesung	3	4
Nichtlineare Strukturanalyse (L0279)	Gruppenübung	1	2
Modulverantwortlicher	Prof. Alexander Düster		
Zulassungsvoraussetzungen	Keine		
Empfohlene Vorkenntnisse	Vorkenntnisse bzgl. partieller Differentialgleichungen sind empfehlenswert.		
Modulziele/ angestrebte Lernergebnisse	Nach erfolgreicher Teilnahme haben die Studierenden die folgenden Lernergebnisse erreicht		
Fachkompetenz	<p><i>Wissen</i> Studierende können</p> <ul style="list-style-type: none"> + 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. <p><i>Fertigkeiten</i> Studierende sind in der Lage</p> <ul style="list-style-type: none"> + 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. <p>Personale Kompetenzen</p> <p><i>Sozialkompetenz</i> Studierende können</p> <ul style="list-style-type: none"> + in heterogen zusammengesetzten Gruppen gemeinsam Lösungen erarbeiten. + ihre Arbeitsergebnisse vor Kommilitonen vorstellen und diskutieren. + fachlich konstruktives Feedback an Kommilitonen geben und mit Rückmeldungen zur Ihren eigenen Arbeiten umgehen. <p><i>Selbstständigkeit</i> Studierende sind fähig</p> <ul style="list-style-type: none"> + ihren Kenntnisstand mit Hilfe von Übungsaufgaben und E-Learning einzuschätzen. + sich zur Lösung von forschungsorientierten Aufgaben notwendiges Wissen eigenständig zu erschließen. + das erworbene Wissen auf ähnliche Problemstellungen zu transformieren. 		
Arbeitsaufwand in Stunden	Eigenstudium 124, Präsenzstudium 56		
Leistungspunkte	6		
Studienleistung	Keine		
Prüfung	Klausur		
Prüfungsdauer und -umfang	120 min		
Zuordnung zu folgenden Curricula	Bauingenieurwesen: Vertiefung Tragwerke: Wahlpflicht Internationales Wirtschaftsingenieurwesen: Vertiefung II. Bauingenieurwesen: Wahlpflicht Materialwissenschaft: Vertiefung Modellierung: Wahlpflicht Mechatronics: Vertiefung Systementwurf: Wahlpflicht Produktentwicklung, Werkstoffe und Produktion: Kernqualifikation: Wahlpflicht Schiffbau und Meerestechnik: Kernqualifikation: Wahlpflicht Ship and Offshore Technology: Kernqualifikation: Wahlpflicht Theoretischer Maschinenbau: Vertiefung Simulationstechnik: Wahlpflicht		

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

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

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

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

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

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

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

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

Modul M1173: Applied Statistics			
Lehrveranstaltungen			
Titel	Typ	SWS	LP
Angewandte Statistik für Ingenieure (L1584)	Vorlesung	2	3
Angewandte Statistik für Ingenieure (L1586)	Projekt-/problembasierte Lehrveranstaltung	2	2
Angewandte Statistik für Ingenieure (L1585)	Gruppenübung	1	1
Modulverantwortlicher	Prof. Michael Morlock		
Zulassungsvoraussetzungen	Keine		
Empfohlene Vorkenntnisse	Grundlegende Kenntnisse statistischen Vorgehens		
Modulziele/ angestrebte Lernergebnisse	Nach erfolgreicher Teilnahme haben die Studierenden die folgenden Lernergebnisse erreicht		
Fachkompetenz	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.		
Personale Kompetenzen			
<i>Sozialkompetenz</i>	Gruppenarbeit, gemeinsam Ergebnisse präsentieren		
<i>Selbstständigkeit</i>	Fragestellung verstehen und selbständig lösen		
Arbeitsaufwand in Stunden	Eigenstudium 110, Präsenzstudium 70		
Leistungspunkte	6		
Studienleistung	Keine		
Prüfung	Klausur		
Prüfungsdauer und -umfang	90 minuten, 28 Fragen		
Zuordnung zu folgenden Curricula	Mechanical Engineering and Management: Vertiefung Management: Wahlpflicht Mechatronics: Vertiefung Systementwurf: Wahlpflicht Mechatronics: Vertiefung Intelligente Systeme und Robotik: Wahlpflicht Mediziningenieurwesen: Kernqualifikation: Pflicht Produktentwicklung, Werkstoffe und Produktion: Kernqualifikation: Wahlpflicht Theoretischer Maschinenbau: Vertiefung Bio- und Medizintechnik: Wahlpflicht		

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

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

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

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

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

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

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

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

Modul M1229: Control Lab B			
Lehrveranstaltungen			
Titel		Typ	SWS LP
Praktikum Regelungstechnik V (L1667)		Laborpraktikum	1 1
Praktikum Regelungstechnik VI (L1668)		Laborpraktikum	1 1
Modulverantwortlicher	Prof. Herbert Werner		
Zulassungsvoraussetzungen	None		
Empfohlene Vorkenntnisse	<ul style="list-style-type: none"> • State space methods • LQG control • H2 and H-infinity optimal control • uncertain plant models and robust control • LPV control 		
Modulziele/ angestrebte Lernergebnisse	Nach erfolgreicher Teilnahme haben die Studierenden die folgenden Lernergebnisse erreicht		
Fachkompetenz <i>Wissen</i>	<ul style="list-style-type: none"> • Students can explain the difference between validation of a control loop in simulation and experimental validation 		
<i>Fertigkeiten</i>	<ul style="list-style-type: none"> • Students are capable of applying basic system identification tools (Matlab System Identification Toolbox) to identify a dynamic model that can be used for controller synthesis • They are capable of using standard software tools (Matlab Control Toolbox) for the design and implementation of LQG controllers • They are capable of using standard software tools (Matlab Robust Control Toolbox) for the mixed-sensitivity design and the implementation of H-infinity optimal controllers • They are capable of representing model uncertainty, and of designing and implementing a robust controller • They are capable of using standard software tools (Matlab Robust Control Toolbox) for the design and the implementation of LPV gain-scheduled controllers 		
Personale Kompetenzen <i>Sozialkompetenz</i>	<ul style="list-style-type: none"> • Students can work in teams to conduct experiments and document the results 		
<i>Selbstständigkeit</i>	<ul style="list-style-type: none"> • Students can independently carry out simulation studies to design and validate control loops 		
Arbeitsaufwand in Stunden	Eigenstudium 32, Präsenzstudium 28		
Leistungspunkte	2		
Studienleistung	Keine		
Prüfung	Schriftliche Ausarbeitung		
Prüfungsdauer und -umfang	1		
Zuordnung zu folgenden Curricula	Elektrotechnik: Vertiefung Regelungs- und Energiesystemtechnik: Wahlpflicht Mechatronics: Vertiefung Intelligente Systeme und Robotik: Wahlpflicht Mechatronics: Vertiefung Systementwurf: Wahlpflicht		

Lehrveranstaltung L1667: Control Lab V	
Typ	Laborpraktikum
SWS	1
LP	1
Arbeitsaufwand in Stunden	Eigenstudium 16, Präsenzstudium 14
Dozenten	Prof. Herbert Werner, Patrick Göttsch, Adwait Datar
Sprachen	EN
Zeitraum	WiSe/SoSe
Inhalt	One of the offered experiments in control theory.
Literatur	Experiment Guides

Lehrveranstaltung L1668: Control Lab VI	
Typ	Laborpraktikum
SWS	1
LP	1
Arbeitsaufwand in Stunden	Eigenstudium 16, Präsenzstudium 14
Dozenten	Prof. Herbert Werner, Patrick Göttsch, Adwait Datar
Sprachen	EN
Zeitraum	WiSe/SoSe
Inhalt	One of the offered experiments in control theory.
Literatur	Experiment Guides

Modul M1305: Seminar Advanced Topics in Control			
Lehrveranstaltungen			
Titel	Typ	SWS	LP
Ausgewählte Themen der Regelungstechnik (L1803)	Seminar	2	2
Modulverantwortlicher	Prof. Herbert Werner		
Zulassungsvoraussetzungen	None		
Empfohlene Vorkenntnisse	<ul style="list-style-type: none"> • Introduction to control systems • Control theory and design • optimal and robust control 		
Modulziele/ angestrebte Lernergebnisse	Nach erfolgreicher Teilnahme haben die Studierenden die folgenden Lernergebnisse erreicht		
Fachkompetenz	<ul style="list-style-type: none"> • Students can explain modern control. • Students learn to apply basic control concepts for different tasks 		
<i>Wissen</i>			
<i>Fertigkeiten</i>	<ul style="list-style-type: none"> • Students acquire knowledge about selected aspects of modern control, based on specified literature • Students generalize developed results and present them to the participants • Students practice to prepare and give a presentation 		
Personale Kompetenzen	<ul style="list-style-type: none"> • Students are capable of developing solutions and present them • They are able to provide appropriate feedback and handle constructive criticism of their own results 		
<i>Sozialkompetenz</i>			
<i>Selbstständigkeit</i>	<ul style="list-style-type: none"> • Students evaluate advantages and drawbacks of different forms of presentation for specific tasks and select the best solution • Students familiarize themselves with a scientific field, are able of introduce it and follow presentations of other students, such that a scientific discussion develops 		
Arbeitsaufwand in Stunden	Eigenstudium 32, Präsenzstudium 28		
Leistungspunkte	2		
Studienleistung	Keine		
Prüfung	Referat		
Prüfungsdauer und -umfang	90 min		
Zuordnung zu folgenden Curricula	Mechatronics: Vertiefung Systementwurf: Wahlpflicht Mechatronics: Vertiefung Intelligente Systeme und Robotik: Wahlpflicht		

Lehrveranstaltung L1803: Advanced Topics in Control	
Typ	Seminar
SWS	2
LP	2
Arbeitsaufwand in Stunden	Eigenstudium 32, Präsenzstudium 28
Dozenten	Prof. Herbert Werner
Sprachen	EN
Zeitraum	WiSe/SoSe
Inhalt	<ul style="list-style-type: none"> • Seminar on selected topics in modern control
Literatur	<ul style="list-style-type: none"> • To be specified

Modul M1398: Ausgewählte Themen der Mehrkörperdynamik und Robotik			
Lehrveranstaltungen			
Titel		Typ	SWS LP
Formulas and Vehicles - Dynamik und Regelung Autonomer Fahrzeuge (L2869)		Integrierte Vorlesung	1 1
Formulas and Vehicles - Einführung in die Mobile Unterwasserrobotik (L1981)		Projekt-/problembasierte Lehrveranstaltung	4 5
Modulverantwortlicher	Prof. Robert Seifried		
Zulassungsvoraussetzungen	Keine		
Empfohlene Vorkenntnisse	Mechanik IV, Technische Dynamik oder Robotik Theorie und Entwurf regelungstechnischer Systeme Numerik gewöhnlicher Differentialgleichungen		
Modulziele/ angestrebte Lernergebnisse	Nach erfolgreicher Teilnahme haben die Studierenden die folgenden Lernergebnisse erreicht		
Fachkompetenz	<p><i>Wissen</i> Studierenden besitzen nach erfolgreichem Besuch des Moduls weiterführende Kenntnis und Verständnis in ausgewählten Anwendungsbereichen der Mehrkörperdynamik und Robotik</p> <p><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</p> <p>Personale Kompetenzen</p> <p><i>Sozialkompetenz</i> Studierende können + in heterogen zusammengesetzten Gruppen Aufgaben lösen, die Arbeitsergebnisse dokumentieren und präsentieren.</p> <p><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.</p>		
Arbeitsaufwand in Stunden	Eigenstudium 110, Präsenzstudium 70		
Leistungspunkte	6		
Studienleistung	Keine		
Prüfung	Referat		
Prüfungsdauer und -umfang	TBA		
Zuordnung zu folgenden Curricula	Mechatronics: Vertiefung Intelligente Systeme und Robotik: Wahlpflicht Mechatronics: Vertiefung Systementwurf: Wahlpflicht Theoretischer Maschinenbau: Kernqualifikation: Wahlpflicht		

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

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

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

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

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

Modul M1048: Integrated Circuit Design			
Lehrveranstaltungen			
Titel	Typ	SWS	LP
Entwurf Integrierter Schaltungen (L0691)	Vorlesung	3	4
Entwurf Integrierter Schaltungen (L0998)	Gruppenübung	1	2
Modulverantwortlicher	Prof. Matthias Kuhl		
Zulassungsvoraussetzungen	None		
Empfohlene Vorkenntnisse	Basic knowledge of (solid-state) physics and mathematics. Knowledge in fundamentals of electrical engineering and electrical networks.		
Modulziele/ angestrebte Lernergebnisse	Nach erfolgreicher Teilnahme haben die Studierenden die folgenden Lernergebnisse erreicht		
Fachkompetenz	<ul style="list-style-type: none"> • Students can explain basic concepts of electron transport in semiconductor devices (energy bands, generation/recombination, carrier concentrations, drift and diffusion current densities, semiconductor device equations). • Students are able to explain functional principles of pn-diodes, MOS capacitors, and MOSFETs using energy band diagrams. • Students can present and discuss current-voltage relationships and small-signal equivalent circuits of these devices. • Students can explain the physics and current-voltage behavior transistors based on charged carrier flow. • Students are able to explain the basic concepts for static and dynamic logic gates for integrated circuits • Students can exemplify approaches for low power consumption on the device and circuit level • Students can describe the potential and limitations of analytical expression for device and circuit analysis. • Students can explain characterization techniques for MOS devices. <ul style="list-style-type: none"> • Students can qualitatively construct energy band diagrams of the devices for varying applied voltages. • Students are able to qualitatively determine electric field, carrier concentrations, and charge flow from energy band diagrams. • Students can understand scientific publications from the field of semiconductor devices. • Students can calculate the dimensions of MOS devices in dependence of the circuits properties • Students can design complex electronic circuits and anticipate possible problems. • Students know procedure for optimization regarding high performance and low power consumption <ul style="list-style-type: none"> • Students can team up with other experts in the field to work out innovative solutions. • Students are able to work by their own or in small groups for solving problems and answer scientific questions. • Students have the ability to critically question the value of their contributions to working groups. <ul style="list-style-type: none"> • Students are able to assess their knowledge in a realistic manner. • Students are able to define their personal approaches to solve challenging problems 		
<i>Wissen</i>			
<i>Fertigkeiten</i>			
Personale Kompetenzen			
<i>Sozialkompetenz</i>			
<i>Selbstständigkeit</i>			
Arbeitsaufwand in Stunden	Eigenstudium 124, Präsenzstudium 56		
Leistungspunkte	6		
Studienleistung	Keine		
Prüfung	Klausur		
Prüfungsdauer und -umfang	90 min		
Zuordnung zu folgenden Curricula	Elektrotechnik: Vertiefung Nanoelektronik und Mikrosystemtechnik: Wahlpflicht Internationales Wirtschaftsingenieurwesen: Vertiefung II. Elektrotechnik: Wahlpflicht Mechanical Engineering and Management: Vertiefung Mechatronik: Wahlpflicht Mechatronics: Vertiefung Systementwurf: Wahlpflicht Microelectronics and Microsystems: Kernqualifikation: Wahlpflicht		

Lehrveranstaltung L0691: Integrated Circuit Design	
Typ	Vorlesung
SWS	3
LP	4
Arbeitsaufwand in Stunden	Eigenstudium 78, Präsenzstudium 42
Dozenten	Prof. Matthias Kuhl
Sprachen	EN
Zeitraum	WiSe
Inhalt	<ul style="list-style-type: none"> • Electron transport in semiconductors • Electronic operating principles of diodes, MOS capacitors, and MOS field-effect transistors • MOS transistor as four terminal device • Performace degradation due to short channel effects • Scaling-down of MOS technology • Digital logic circuits • Basic analog circuits • Operational amplifiers • Bipolar and BiCMOS circuits
Literatur	<ul style="list-style-type: none"> • Yuan Taur, Tak H. Ning: Fundamentals of Modern VLSI Devices, Cambridge University Press 1998 • R. Jacob Baker: CMOS, Circuit Design, Layout and Simulation, IEEE Press, Wiley Interscience, 3rd Edition, 2010 • Neil H.E. Weste and David Money Harris, Integrated Circuit Design, Pearson, 4th International Edition, 2013 • John E. Ayers, Digital Integrated Circuits: Analysis and Design, CRC Press, 2009 • Richard C. Jaeger and Travis N. Blalock: Microelectronic Circuit Design, Mc Graw-Hill, 4rd. Edition, 2010

Lehrveranstaltung L0998: Integrated Circuit Design	
Typ	Gruppenübung
SWS	1
LP	2
Arbeitsaufwand in Stunden	Eigenstudium 46, Präsenzstudium 14
Dozenten	Prof. Matthias Kuhl
Sprachen	EN
Zeitraum	WiSe
Inhalt	Siehe korrespondierende Vorlesung
Literatur	Siehe korrespondierende Vorlesung

Modul M1598: Bildverarbeitung			
Lehrveranstaltungen			
Titel		Typ	SWS LP
Bildverarbeitung (L2443)		Vorlesung	2 4
Bildverarbeitung (L2444)		Gruppenübung	2 2
Modulverantwortlicher	Prof. Tobias Knopp		
Zulassungsvoraussetzungen	Keine		
Empfohlene Vorkenntnisse	Signal und Systeme		
Modulziele/ angestrebte Lernergebnisse	Nach erfolgreicher Teilnahme haben die Studierenden die folgenden Lernergebnisse erreicht		
Fachkompetenz	Die Studierenden kennen		
<i>Wissen</i>	<ul style="list-style-type: none"> • Visuelle Wahrnehmung • Mehrdimensionale Signalverarbeitung • Abtastung und Abtasttheorem • Filterung • Bildverbesserung • Kantendetektion • Mehrfachauflösende Verfahren: Gauss- und Laplace-Pyramide, Wavelets • Bildkompression • Segmentierung • Morphologische Bildverarbeitung 		
<i>Fertigkeiten</i>	Die Studierenden können		
	<ul style="list-style-type: none"> • multidimensionale Bilddaten analysieren, bearbeiten, verbessern • einfache Kompressionsalgorithmen implementieren • eigene Filter für konkrete Anwendungen entwerfen 		
Personale Kompetenzen	Die Studierenden können in sowohl selbstständig als auch in Teams an komplexen Problemen arbeiten. Sie können sich untereinander austauschen und ihre individuellen Stärken zur Lösung des Problems einbringen.		
<i>Sozialkompetenz</i>			
<i>Selbstständigkeit</i>	Die Studierenden sind in der Lage ein komplexes Problem eigenständig zu untersuchen und einzuschätzen, welche Kompetenzen zur Lösung des Problems benötigt werden.		
Arbeitsaufwand in Stunden	Eigenstudium 124, Präsenzstudium 56		
Leistungspunkte	6		
Studienleistung	Keine		
Prüfung	Klausur		
Prüfungsdauer und -umfang	90 min		
Zuordnung zu folgenden Curricula	Data Science: Kernqualifikation: Wahlpflicht Data Science: Vertiefung I. Mathematik/Informatik: Wahlpflicht Elektrotechnik: Vertiefung Nachrichten- und Kommunikationstechnik: Wahlpflicht Elektrotechnik: Vertiefung Medizintechnik: Wahlpflicht Information and Communication Systems: Vertiefung Sichere und zuverlässige IT-Systeme, Schwerpunkt Software und Signalverarbeitung : Wahlpflicht Information and Communication Systems: Vertiefung Kommunikationssysteme, Schwerpunkt Signalverarbeitung: Wahlpflicht Internationales Wirtschaftsingenieurwesen: Vertiefung II. Informationstechnologie: Wahlpflicht Mechatronics: Vertiefung Intelligente Systeme und Robotik: Wahlpflicht Mechatronics: Vertiefung Systementwurf: Wahlpflicht Microelectronics and Microsystems: Vertiefung Communication and Signal Processing: Wahlpflicht Theoretischer Maschinenbau: Vertiefung Robotik und Informatik: Wahlpflicht		

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

Lehrveranstaltung L2444: Bildverarbeitung	
Typ	Gruppenübung
SWS	2
LP	2
Arbeitsaufwand in Stunden	Eigenstudium 32, Präsenzstudium 28
Dozenten	Prof. Tobias Knopp
Sprachen	DE/EN
Zeitraum	WiSe
Inhalt	Siehe korrespondierende Vorlesung
Literatur	Siehe korrespondierende Vorlesung

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

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

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

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

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

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

Thesis

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

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