



Modulhandbuch

Master of Science

Informatik-Ingenieurwesen

Kohorte: Wintersemester 2017

Stand: 28. September 2018

Inhaltsverzeichnis

Inhaltsverzeichnis	2
Studiengangsbeschreibung	4
Fachmodule der Kernqualifikation	10
Modul M0523: Betrieb & Management	10
Modul M0524: Nichttechnische Ergänzungskurse im Master	11
Modul M0804: Forschungsprojekt und Seminar	14
Fachmodule der Vertiefung Informations- und Kommunikationstechnik	16
Modul M1244: Technischer Ergänzungskurs für IiWMS (laut FSPO)	16
Modul M1336: Soft-Computing	17
Modul M0667: Algorithmische Algebra	18
Modul M0676: Digitale Nachrichtenübertragung	21
Modul M0586: Effiziente Algorithmen	24
Modul M0836: Communication Networks I - Analysis and Structure	27
Modul M0926: Verteilte Algorithmen	29
Modul M0942: Software Security	31
Modul M0753: Software Verification	33
Modul M0637: Advanced Concepts of Wireless Communications	35
Modul M1337: Codes und Cryptosysteme	37
Modul M1318: Wireless Sensor Networks	38
Modul M1301: Software Testing	40
Modul M0711: Numerische Mathematik II	42
Modul M1248: Compiler für Eingebettete Systeme	44
Modul M1304: Informationssicherheit in eingebetteten Systemen	47
Modul M0837: Communication Networks II - Simulation and Modeling	51
Modul M0673: Informationstheorie und Codierung	53
Modul M1307: Kryptographie	57
Modul M0943: Network Security	59
Modul M0924: Software für Eingebettete Systeme	61
Modul M0758: Application Security	63
Modul M0913: CMOS Nanoelectronics with Practice	65
Modul M0839: Traffic Engineering	68
Modul M0919: Praktischer Schaltungsentwurf analog und digital	71
Modul M0910: Fortgeschrittener Entwurf von Chip-Systemen (Praktikum)	74
Modul M0733: Software Analysis	76
Fachmodule der Vertiefung Systemtechnik - Robotik	78
Modul M1244: Technischer Ergänzungskurs für IiWMS (laut FSPO)	78
Modul M0563: Robotics	79
Modul M0846: Control Systems Theory and Design	81
Modul M1336: Soft-Computing	85
Modul M0667: Algorithmische Algebra	86
Modul M0550: Digital Image Analysis	89
Modul M0677: Digital Signal Processing and Digital Filters	91
Modul M0881: Mathematische Bildverarbeitung	94
Modul M0633: Industrial Process Automation	96
Modul M0586: Effiziente Algorithmen	98
Modul M0676: Digitale Nachrichtenübertragung	101
Modul M0926: Verteilte Algorithmen	104
Modul M0629: Intelligent Autonomous Agents and Cognitive Robotics	106
Modul M1302: Angewandte Humanoide Robotik	110
Modul M0747: Microsystem Design	112
Modul M0840: Optimal and Robust Control	114
Modul M0551: Pattern Recognition and Data Compression	117
Modul M0673: Informationstheorie und Codierung	119
Modul M0630: Robotics and Navigation in Medicine	123
Modul M0711: Numerische Mathematik II	125
Modul M1310: Methoden und Anwendungen der Differentialgeometrie	127
Modul M0627: Machine Learning and Data Mining	129
Modul M0549: Wissenschaftliches Rechnen und Genauigkeit	131
Modul M0832: Advanced Topics in Control	133
Modul M0768: Microsystems Technology in Theory and Practice	137
Modul M0746: Microsystem Engineering	140
Modul M0552: 3D Computer Vision	143
Modul M1249: Numerische Verfahren in der medizinischen Bildgebung	145
Modul M0623: Intelligent Systems in Medicine	147
Modul M0738: Digital Audio Signal Processing	149
Fachmodule der Vertiefung Wissenschaftliches Rechnen	152
Modul M1244: Technischer Ergänzungskurs für IiWMS (laut FSPO)	152
Modul M0716: Hierarchische Algorithmen	153
Modul M0586: Effiziente Algorithmen	155
Modul M0955: Matrixtheorie	158
Modul M0720: Matrixalgorithmen	160

Modul M0808: Finite Elements Methods	162
Modul M1150: Kontinuumsmechanik	164
Modul M0751: Technische Schwingungslehre	166
Modul M1152: Skalenübergreifende Modellierung	168
Modul M0692: Approximation und Stabilität	171
Modul M0714: Numerik gewöhnlicher Differentialgleichungen	173
Modul M1281: Ausgewählte Themen der Schwingungslehre	176
Modul M0752: Nichtlineare Dynamik	177
Modul M0711: Numerische Mathematik II	179
Modul M0807: Boundary Element Methods	181
Modul M0653: Hochleistungsrechnen	183
Modul M1020: Numerik partieller Differentialgleichungen	185
Modul M0549: Wissenschaftliches Rechnen und Genauigkeit	187
Modul M1268: Lineare und Nichtlineare Wellen	189
Modul M1151: Werkstoffmodellierung	190
Thesis	192
Modul M-002: Masterarbeit	192



Modulhandbuch

Master

Informatik-Ingenieurwesen

Kohorte: Wintersemester 2017

Stand: 28. September 2018

Studiengangsbeschreibung

Inhalt

Ingenieurdisziplinen nutzen Ergebnisse der Informatik- und Mathematikforschung in immer stärkerem Ausmaß, sowohl bei der Entwicklung von Produkten als auch in den Produkten selbst. Dieser Trend wird sich durchaus

noch verstärken. Neue Ergebnisse in der Informatik und Mathematik werden so zu einem wichtigen Innovationsfaktor des Ingenieurwesens und sind daher zentrale Kompetenzfelder eines Ingenieurs und einer Technischen Universität und wirken sich auch auf die Ziele des Studiengangs Informatik-Ingenieurwesen aus.

Das wesentliche Ziel des Studiengangs besteht darin, das für den erfolgreichen Einsatz von Ingenieurtechniken in Industrie, Handel und Verwaltung notwendige Wissen und die damit verbundenen Fertigkeiten auf sehr hohem Niveau bereitzustellen, so dass nachhaltig die Produktivität der Absolventen gefördert wird.

Der Masterstudiengang Informatik-Ingenieurwesen vermittelt ein breites, fundiertes und vertieftes Grundlagenwissen auf den Gebieten mathematische Modellbildung in der Informatik, IT-Systeme und Ingenieurwissenschaften. Des Weiteren werden weiterführende Kenntnisse in Betriebswirtschaftslehre und Management sowie nichttechnischen Fächern erworben, um die Kompetenzen für das Bewältigen von umfangreichen ingenieurmäßigen IT-Projekten zu erhöhen. Der Masterstudiengang bereitet sowohl auf praktische Berufsfelder der Informatik als auch auf die Promotion vor.

Berufliche Perspektiven

Der Studiengang Informatik-Ingenieurwesen bietet durch die vertiefte Ausbildung in den Bereichen Informations- und Kommunikationstechnik, Systemtechnik und Wissenschaftliches Rechnen hervorragende Perspektiven sowohl auf dem industriellen als auch auf dem akademischen Arbeitsmarkt. Der Masterabschluss befähigt die Absolventen zur Promotion.

Lernziele

Die gewünschten Lernergebnisse des Studiengangs richten sich nach den oben aufgeführten Zielsetzungen. Alle aufgelisteten Lernergebnisse stellen Kompetenzen dar, die sowohl im Firmen- als auch im Forschungsumfeld benötigt werden. Die hier aufgeführten Kompetenzen beziehen sich zur Abgrenzung zum IIV-Bachelorprogramm jeweils auf komplexe Problem, auf die Berücksichtigung von Unsicherheit und auf die Arbeit unter unterspezifizierten Bedingungen. Die Lernziele sind im Folgenden eingeteilt in die Kategorien Wissen, Fertigkeiten, Sozialkompetenz und Selbstständigkeit.

Wissen

Das Wissen setzt sich zusammen aus Fakten, Grundsätzen und Theorien in den Fächern Informatik, Mathematik und Ingenieurwesen.

1. Der Studierende kann neue und fortgeschrittene zur formalen Modellierung von Anwendungsproblemen notwendige Repräsentationssprachen der Informatik und Mathematik wiedergeben, definieren und erläutern (Syntax, Semantik, Entscheidungsprobleme), so dass auch Nicht-Standard-Anwendungsfälle behandelt werden können.
2. Studierende können fortgeschrittene Daten- und Indexstrukturen für sequentielle und parallele Algorithmen wiedergeben und ihre Vor- und Nachteile für spezielle Aufgaben benennen. Studierende können optimale Algorithmen zur Lösung von Entscheidungsproblemen für formale Modellierungstechniken angeben, so dass (im typischen Fall) ein akzeptables Laufzeitverhalten entsteht.
3. Studierende wissen, wie Komponenten integriert werden können, so dass sich ein gewünschtes Verhalten ergibt (reduktionistischer und selbstorganisierender Ansatz) und dabei Sicherheits- und Zuverlässigkeits- und Fehlertoleranzaspekte beachtet werden.
4. Die Studierenden kennen auch nicht-klassische Anwendungsfälle der informatisch-mathematischen Modellierungstechniken im Ingenieurbereich und können diese erläutern.
5. Die Absolventen und Absolventinnen sind in der Lage, Forschungsziele wiederzugeben, diesbezügliche Planung zu ihrer Erreichung zu erläutern, und die Organisations- und Personalstrukturen in Forschungsprojekten zu benennen.

Fertigkeiten

Die Fähigkeit, erlerntes Wissen anzuwenden, um Aufgaben zu bewältigen und damit Probleme zu lösen, wird in dem Studiengang Informatik-Ingenieurwesen in vielen Facetten unterstützt.

1. Studierende können formale Repräsentationssprachen komplexe Probleme entwerfen und weiterentwickeln (Syntax, Semantik, Entscheidungsprobleme), und sie können die für spezielle Anwendungen notwendige Ausdrucksstärke einschätzen und bestimmen. Studierende können Entscheidungsprobleme verschiedener ausdrucksstarker Formalismen aufeinander abbilden und damit die Ausdrucksstärke von Formalismen vergleichen.
2. Studierende können Algorithmen für komplexe Entscheidungsprobleme auf Vollständigkeit und Korrektheit bzw. Konvergenzverhalten und Approximationsgüte untersuchen, und sie können darlegen, ob ein Algorithmus optimal ist bzw. für welche Arten von Eingaben der schlimmste bzw. der typische Fall in Bezug auf das Laufzeitverhalten eines Algorithmus auftritt.
3. Der Studierende kann formale Modellierungstechniken für Ingenieuranwendungen einsetzen, um robuste Systeme zu erstellen, zu überprüfen oder zu bewerten, um damit nicht-triviale Probleme aus einem Anwendungskontext zu lösen (als Simulation, als Datenmanagement-System, als Applikation usw.).
4. Studierende können demonstrieren, dass gewünschte Zustände eines komplexen Systems (im wahrscheinlichen Fall) rechtzeitig erreicht werden (Steuerbarkeit, Erreichbarkeit mit Zeiteinschränkungen), und dass ungewünschte Zustände in keinem Fall erreicht werden oder dass deren Erreichung unwahrscheinlich ist (Sicherheits- und Lebendigkeitseigenschaften).
5. Studierende können Schnittstellen entwerfen, die es gestatten, große und verteilte Systeme aus Modulen aufzubauen, deren Interna angepasst werden können, ohne dass sich die Schnittstellen verändern. Studierende sind in der Lage, Kommunikationsstrukturen anzugeben bzw. zu entwickeln, die gewünschte Eigenschaften aufweisen und die Module in angemessener Weise verbinden.

Sozialkompetenz

Die Fähigkeit und der Wille, zielorientiert mit anderen zusammen zu arbeiten, ihre Interessen und sozialen Situationen zu erfassen, sich zu verständigen und die Arbeits- und Lebenswelt mitzugestalten wird für den Studiengang Informatik-Ingenieurwesen wie folgt aufgeschlüsselt:

1. Studierende können sich zu Teams zur Lösung von nichttrivialen Problemen unter ggf. vager Aufgabebeschreibung in Gruppen zusammenschließen, Teilaufgaben definieren und verteilen, zeitliche Vereinbarungen treffen, Teillösungen integrieren. Sie sind in der Lage, effizient zu kommunizieren und sozial angemessen zu interagieren.
2. Studierenden erläutern die in einem wissenschaftlichen Aufsatz geschilderten Probleme und die im Aufsatz entwickelten Lösungen in einem Fachgebiet der Informatik oder Mathematik, bewerten die vorgeschlagenen Lösungen in einem Vortrag und reagieren auf wissenschaftliche Nachfragen, Ergänzungen und Kommentare
3. Studierenden beschreiben wissenschaftliche Fragstellungen in einem Fachgebiet der Informatik, des Ingenieurwesen oder der Mathematik und erläutern in einem Vortrag einen von ihnen entwickelten Ansatz zu dessen Lösung und reagieren dabei angemessen auf Nachfragen, Ergänzungen und Kommentare.

Kompetenz zum selbständigen Arbeiten

Das Vermögen und die Bereitschaft, eigenständig und verantwortlich zu handeln, eigenes Handeln und das Handeln anderer zu reflektieren, und auch die eigene Handlungsfähigkeit weiterzuentwickeln, zergliedert sich wie folgt:

1. Die Studierenden bewerten selbständig Vor- und Nachteile von Repräsentationsformalismen für bestimmte Aufgaben, vergleichen verschiedene Algorithmen und Datenstrukturen sowie Programmiersprachen und Programmierwerkzeuge, und sie wählen eigenverantwortlich die jeweils beste Lösung aus.
2. Die Absolventen und Absolventinnen 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.

3. Studierende integrieren sich selbständig in einen Projektkontext und übernehmen eigenverantwortlich Aufgaben in einem Software- oder Hardware-Entwicklungsprojekt.

Studiengangsstruktur

Das Curriculum des Masterstudiengangs Informatik-Ingenieurwesen ist wie folgt gegliedert:

- Kernqualifikation - Pflicht: 3 Module, 30 Leistungspunkte (LP), 1. - 3. Semester
- Vertiefung: 60 LP, 1. - 3. Semester
- Masterarbeit: 30 LP, 6. Semester

Damit ergibt sich ein Gesamtaufwand von 120 LP.

Die Pflichtmodule der Kernqualifikation teilen sich auf in überfachliche Module:

- Nichttechnische Ergänzungskurse im Master: 6 LP, 1. - 3. Semester
- Betrieb & Management: 6 LP, 1. - 3. Semester

und das Forschungsprojekt mit Seminar (18 LP, 3. Semester).

Der Studienplan enthält ein Mobilitätsfenster derart, dass Studierende das dritte Semester im Ausland absolvieren können.

In die Vertiefungen sind mathematische Grundlagen in Algebra, Numerik und Stochastik integriert (markiert mit einem Stern). Weiterhin werden fachliche Schlüsselqualifikationen erworben. Es gibt die folgenden Vertiefungen:

- Informations- und Kommunikationstechnik
- Systemtechnik - Robotik
- Wissenschaftliches Rechnen

Die Studierenden belegen eine der drei Vertiefungen und darin Module im Umfang von 60 LP. In den drei Zweigen bestehen ausreichend Wahlmöglichkeiten. Zudem sind in alle drei Vertiefungen je zwei Technische Ergänzungsfächer integriert. Diese stehen als Platzhalter für Veranstaltungen, die aus dem Gesamtbereich der technischen Fächer der TU gewählt werden können.

In der Vertiefung Informations- und Kommunikationstechnik gibt es zwei Verlaufspläne:

A. Vertiefung Informations- und Kommunikationstechnik

A1. Verlaufsplan Eingebettete Systeme/Sicherheit (E)

1. Semester
 - Effiziente Algorithmen*
 - Softwareverifikation
 - Software-Sicherheit
2. Semester
 - Codes und Cryptosysteme
 - Compiler für eingebettete Systeme
 - Informationssicherheit in eingebetteten Systemen
 - Kryptographie
 - Software für eingebettete Systeme
3. Semester
 - Fortgeschrittener Entwurf von Chip-Systemen (Praktikum)
 - Praktischer Schaltungsentwurf analog und digital

A2. Verlaufsplan Netzwerke (N)

1. Semester
 - Digitale Nachrichtenübertragung
 - Kommunikationsnetze I - Analyse und Struktur
 - Verteilte Algorithmen
2. Semester
 - Anwendungssicherheit
 - Digitale Sensornetze
 - Informationstheorie und Codierung
 - Kommunikationsnetze II - Simulation und Modellierung
 - Netzwerk-Sicherheit
3. Semester
 - Traffic Engineering
 - Fortgeschrittener Entwurf von Chip-Systemen (Praktikum)

A3. Weitere Lehrveranstaltungen

- Algorithmische Algebra*
- Numerische Mathematik II*
- Soft-Computing*
- Softwareanalyse
- Softwaretesten
- Weiterführende Konzepte der drahtlosen Kommunikation

B. Systemtheorie - Robotik

B1. Signalverarbeitung (S)

1. Semester
 - Digitale Bildanalyse
 - Digitale Signalverarbeitung und Digitale Filter
 - Digitale Nachrichtenübertragung
 - Effiziente Algorithmen*
 - Math. Bildverarbeitung
2. Semester
 - Informationstheorie und Codierung*
 - Methoden und Anwendungen der Differentialgeometrie
 - Mustererkennung und Datenkompression
3. Semester
 - 3D Computer Vision
 - Numerische Verfahren in der medizinischen Bildgebung

B2. Mechatronik/Robotik (R)

1. Semester
 - Robotik
 - Theorie und Entwurf regelungstechnischer Systeme
 - Prozessautomatisierungstechnik
2. Semester
 - Angewandte Humanoide Roboter
 - Mechatronische Systeme
 - Optimale und robuste Regelung
 - Robotik und Navigation in der Medizin
 - Mikrosystementwurf
3. Semester
 - Intelligente Systeme in der Medizin
 - Mikrosystemtechnik

B3. Weitere Lehrveranstaltungen

- Algorithmische Algebra*
- Autonome mobile Agenten und Robotik

- Digitale Audiosignalverarbeitung
- Maschinelles Lernen und Data Mining
- Mikrosystemtechnologie in Theorie und Praxis
- Numerische Mathematik II*
- Soft-Computing*
- Ausgewählte Themen der Regelungstechnik
- Wiss. Rechnen und Genauigkeit*
- Verteilte Algorithmen

C: Vertiefung Wissenschaftliches Rechnen

C1: Verlaufsplan Mathematik (M)

1. Semester

- Effiziente Algorithmen
- Hierarchische Algorithmen
- Matrixalgorithmen
- Matrixtheorie

2. Semester

- Approximation und Stabilität
- Hochleistungsrechnen
- Numerik gewöhnlicher Differentialgleichungen
- Numerische Mathematik II

3. Semester

- Numerik partieller Differentialgleichungen
- Wiss. Rechnen und Genauigkeit

C2. Weitere Lehrveranstaltungen

- Finite-Element-Methoden
- Boundary-Element-Methoden
- Kontinuumsmechanik
- Technische Schwingungslehre
- Ausgewählte Themen der Schwingungslehre
- Nichtlineare Dynamik
- Lineare und nichtlineare Wellen
- Skalenübergreifende Modellierung
- Werkstoffmodellierung

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	<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.
<i>Wissen</i>	
<i>Fertigkeiten</i>	
Personale Kompetenzen	
<i>Sozialkompetenz</i>	
<i>Selbstständigkeit</i>	
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 Ergänzungskurse im Master

Modulverantwortlicher	Dagmar Richter
Zulassungsvoraussetzungen	Keine
Empfohlene Vorkenntnisse	Keine
Modulziele/ angestrebte Lernergebnisse	Nach erfolgreicher Teilnahme haben die Studierenden die folgenden Lernergebnisse erreicht
Fachkompetenz	<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</p>

Wissen

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.

Fachkompetenz (Wissen)

Die Studierenden können

- 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).

Die Studierenden können in ausgewählten Teilbereichen

- 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.

Fertigkeiten

Personale Kompetenzen

Die Studierenden sind fähig ,

- 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)

Sozialkompetenz

Die Studierenden sind in ausgewählten Bereichen in der Lage,

<i>Selbstständigkeit</i>	<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 M0804: Forschungsprojekt und Seminar

Lehrveranstaltungen			
Titel	Typ	SWS	LP
Forschungsprojekt (L1761)	Projektierungskurs	10	15
Hauptseminar (L0817)	Seminar	2	3
Modulverantwortlicher	Prof. Karl-Heinz Zimmermann		
Zulassungsvoraussetzungen	Keine		
Empfohlene Vorkenntnisse	Wissen und Fertigkeiten aus einer der Vertiefungen im Master-Bereich des Studienganges		
Modulziele/ angestrebte Lernergebnisse	Nach erfolgreicher Teilnahme haben die Studierenden die folgenden Lernergebnisse erreicht		
Fachkompetenz	Die Studierenden wissen, wie man sich ein Teilgebiet der Informatik (oder in einen angrenzenden Bereich) selbständig erschließt.		
<i>Wissen</i>	Die Studierenden können ein Teilgebiet der Informatik (oder in einem angrenzenden Bereich) selbständig bearbeiten.		
<i>Fertigkeiten</i>			
Personale Kompetenzen	Studierenden erläutern die in einem wissenschaftlichen Aufsatz geschilderten Probleme und die im Aufsatz entwickelten Lösungen in einem Fachgebiet der Informatik oder Mathematik, bewerten die vorgeschlagenen Lösungen in einem Vortrag und reagieren auf wissenschaftliche Nachfragen, Ergänzungen und Kommentare.		
<i>Sozialkompetenz</i>	Die Studierenden können ein Teilgebiet in einer Präsentation vorstellen. Sie können aktiv die Präsentationen anderer Studierender verfolgen, so dass evtl. ein interaktiver Diskurs über ein wissenschaftliches Thema entsteht.		
<i>Selbstständigkeit</i>			
Arbeitsaufwand in Stunden	Eigenstudium 372, Präsenzstudium 168		
Leistungspunkte	18		
Prüfung	Studienarbeit		
Prüfungsdauer und -umfang	Das Seminar erfordert die Präsentation eines aktuellen Forschungsthemas (Vortrag 25-30 min und Diskussion 5 min).		
Zuordnung zu folgenden Curricula	Computer Science: Kernqualifikation: Pflicht Informatik-Ingenieurwesen: Kernqualifikation: Pflicht Information and Communication Systems: Kernqualifikation: Pflicht		

Lehrveranstaltung L1761: Forschungsprojekt	
Typ	Projektierungskurs
SWS	10
LP	15
Arbeitsaufwand in Stunden	Eigenstudium 310, Präsenzstudium 140
Dozenten	Dozenten des SD E
Sprachen	DE/EN
Zeitraum	WiSe
Inhalt	Aktuelle Forschungsthemen aus der gewählten Vertiefungsrichtung.
Literatur	Aktuelle Literatur zu Forschungsthemen aus der gewählten Vertiefungsrichtung. / Current literature on research topics of the chosen specialization.

Lehrveranstaltung L0817: Hauptseminar	
Typ	Seminar
SWS	2
LP	3
Arbeitsaufwand in Stunden	Eigenstudium 62, Präsenzstudium 28
Dozenten	Dozenten des SD E
Sprachen	DE/EN
Zeitraum	WiSe
Inhalt	<ul style="list-style-type: none"> • Seminarvorträge der teilnehmenden Studierenden über die im Forschungsprojekt durchgeführten Arbeiten • Aktive Teilnahme an der Diskussion
Literatur	Wird vom Veranstalter bekanntgegeben.

Fachmodule der Vertiefung Informations- und Kommunikationstechnik

Die Vertiefung, in der Sicherheit eine besondere Rolle spielt, bietet einerseits eine umfangreiche Ausbildung für Branchen der Informatik in verschiedenen Ingenieurbereichen wie z.B. Automobilindustrie, Flugzeugindustrie, Industrieautomatisierung, Smart Homes, Smart Ports, Smart Cities usw. Andererseits wird in dieser Vertiefung eine fundierte Ausbildung für eines der gesellschaftlich bedeutsamsten Forschungsgebiete in Informatik und Ingenieurwesen angeboten, so dass Absolventen vielfältige Möglichkeiten zur wissenschaftlichen Weiterqualifikation geboten werden.

Modul M1244: Technischer Ergänzungskurs für IIWMS (laut FSPO)

Lehrveranstaltungen

Titel	Typ	SWS	LP
Modulverantwortlicher	Prof. Volker Turau		
Zulassungsvoraussetzungen	Keine		
Empfohlene Vorkenntnisse	Keine		
Modulziele/ angestrebte Lernergebnisse	Nach erfolgreicher Teilnahme haben die Studierenden die folgenden Lernergebnisse erreicht		
Fachkompetenz	Die Studierenden erwerben weitergehende Kenntnisse in einem an der TUHH vertretenen technischen Fach.		
<i>Wissen</i>			
<i>Fertigkeiten</i>	Die Studierenden erwerben weitergehende Fertigkeiten in einem an der TUHH ansässigen technischen Fach.		
Personale Kompetenzen			
<i>Sozialkompetenz</i>	Die Studierenden sind in der Lage, alleine oder in kleinen Gruppen weitergehende Kenntnisse und Fähigkeiten in einem an der TUHH vertretenen technischen Fach zu erwerben.		
<i>Selbstständigkeit</i>	Die Studierenden können die wesentlichen Inhalte des technischen Faches im Rahmen eines Vortrages oder einer Diskussion wiedergeben.		
Arbeitsaufwand in Stunden	Abhängig von der Wahl der Lehrveranstaltungen		
Leistungspunkte	12		
Zuordnung zu folgenden Curricula	Informatik-Ingenieurwesen: Vertiefung Wissenschaftliches Rechnen: Wahlpflicht Informatik-Ingenieurwesen: Vertiefung Systemtechnik - Robotik: Wahlpflicht Informatik-Ingenieurwesen: Vertiefung Informations- und Kommunikationstechnik: Wahlpflicht		

Modul M1336: Soft-Computing

Lehrveranstaltungen			
Titel	Typ	SWS	LP
Soft-Computing (L1869)	Vorlesung	4	6
Modulverantwortlicher	Prof. Karl-Heinz Zimmermann		
Zulassungsvoraussetzungen	Keine		
Empfohlene Vorkenntnisse			
Modulziele/ angestrebte Lernergebnisse	Nach erfolgreicher Teilnahme haben die Studierenden die folgenden Lernergebnisse erreicht		
Fachkompetenz <i>Wissen</i> <i>Fertigkeiten</i>			
Personale Kompetenzen <i>Sozialkompetenz</i> <i>Selbstständigkeit</i>			
Arbeitsaufwand in Stunden	Eigenstudium 124, Präsenzstudium 56		
Leistungspunkte	6		
Prüfung	Mündliche Prüfung		
Prüfungsdauer und -umfang	25 min		
Zuordnung zu folgenden Curricula	Bioverfahrenstechnik: Vertiefung A - Allgemeine Bioverfahrenstechnik: Wahlpflicht Chemical and Bioprocess Engineering: Vertiefung Allgemeine Verfahrenstechnik: Wahlpflicht Chemical and Bioprocess Engineering: Vertiefung Bioverfahrenstechnik: Wahlpflicht Computer Science: Vertiefung Intelligence Engineering: Wahlpflicht Computer Science: Vertiefung Computer and Software Engineering: Wahlpflicht Informatik-Ingenieurwesen: Vertiefung Informations- und Kommunikationstechnik: Wahlpflicht Informatik-Ingenieurwesen: Vertiefung Systemtechnik - Robotik: Wahlpflicht Internationales Wirtschaftsingenieurwesen: Vertiefung II. Informationstechnologie: Wahlpflicht		

Lehrveranstaltung L1869: Soft-Computing

Typ	Vorlesung
SWS	4
LP	6
Arbeitsaufwand in Stunden	Eigenstudium 124, Präsenzstudium 56
Dozenten	Prof. Karl-Heinz Zimmermann
Sprachen	DE/EN
Zeitraum	WiSe
Inhalt	
Literatur	

Modul M0667: Algorithmische Algebra

Lehrveranstaltungen			
Titel	Typ	SWS	LP
Algorithmische Algebra (L0422)	Vorlesung	3	5
Algorithmische Algebra (L0423)	Gruppenübung	1	1
Modulverantwortlicher	Dr. Prashant Batra		
Zulassungsvoraussetzungen	Keine		
Empfohlene Vorkenntnisse	Mathe I-III (Reelle Analysis, Rechnen in Vektorräumen, Vollst. Induktion) Diskrete Mathematik I (Gruppen, Ringe, Ideale, Körper; euklidischer Algorithmus)		
Modulziele/ angestrebte Lernergebnisse	Nach erfolgreicher Teilnahme haben die Studierenden die folgenden Lernergebnisse erreicht		
Fachkompetenz	Studierende sind in der Lage, logische Zusammenhänge zwischen diesen Konzepten zu diskutieren und anhand von Beispielen zu erläutern: Smith-Normalform, Chinesischer Restsatz, Gitterpunktsätze, Ganzzahlige Lösung von Ungleichungssystemen.		
<i>Wissen</i>			
<i>Fertigkeiten</i>	Studierende sind in der Lage, sich weitere logische Zusammenhänge zwischen den kennengelernten Konzepten selbständig zu erschließen und können diese verifizieren. Studierende können zu gegebenen Problemstellungen einen geeigneten Lösungsansatz entwickeln, diesen verfolgen und die Ergebnisse kritisch auswerten, wie beispielsweise bei der Lösung multivariater Gleichungssysteme und in der Gitterpunkttheorie.		
Personale Kompetenzen	<i>Sozialkompetenz</i> , <i>Selbstständigkeit</i>		
Arbeitsaufwand in Stunden	Eigenstudium 124, Präsenzstudium 56		
Leistungspunkte	6		
Prüfung	Mündliche Prüfung		
Prüfungsdauer und -umfang	30 min		
Zuordnung zu folgenden Curricula	Computer Science: Vertiefung Computer and Software Engineering: Wahlpflicht Computer Science: Vertiefung Intelligence Engineering: Wahlpflicht Informatik-Ingenieurwesen: Vertiefung Informations- und Kommunikationstechnik: Wahlpflicht Informatik-Ingenieurwesen: Vertiefung Systemtechnik - Robotik: Wahlpflicht		

Lehrveranstaltung L0422: Algorithmische Algebra

Typ	Vorlesung
SWS	3
LP	5
Arbeitsaufwand in Stunden	Eigenstudium 108, Präsenzstudium 42
Dozenten	Dr. Prashant Batra
Sprachen	DE

Zeitraum	WiSe
	<p>Erweiterter Euklidischer Algorithmus, Lösen der Bezout-Gleichung</p> <p>Teilen mit Rest in Ringen</p> <p>Schnelle Rechenalgorithmen (Konversion in Zahlformate, Schnelle Multiplikationen)</p> <p>Diskrete Fourier-Transformation in Ringe</p> <p>Rechnen mit modularen Resten, Lösen von Restsystemen (Chinesischer Restsatz), Lösbarkeit ganzzahliger Gleichungssysteme</p> <p>Linearisierung polynomialer Gleichungen - Matrizenansatz</p> <p>Sylvester-Matrix, Elimination</p> <p>Elimination in Ringen, Elimination mehrerer Veränderlicher</p> <p>Inhalt Buchberger-Algorithmus, Gröbner-Basis</p> <p>Minkowskischer Gitterpunktsatz und Ganzzahlige Optimierung</p> <p>LLL-Algorithmus zum Auffinden 'kurzer' Vektoren in polynomialer Zeit</p>
<p>Literatur</p>	<p>von zur Gathen, Joachim; Gerhard, Jürgen Modern computer algebra. 3rd ed. (English) Zbl 1277.68002 Cambridge: Cambridge University Press (ISBN 978-1-107-03903-2/hbk; 978-1-139-85606-5/ebook).</p> <p>Yap, Chee Keng Fundamental problems of algorithmic algebra. (English) Zbl 0999.68261 Oxford: Oxford University Press. xvi, 511 p. \$ 87.00 (2000).</p> <p>Free download for students from author's website: http://cs.nyu.edu/yap/book/berlin/</p> <p>Cox, David; Little, John; O'Shea, Donal Ideals, varieties, and algorithms. An introduction to computational algebraic geometry and commutative algebra. 3rd ed. (English) Zbl 1118.13001 Undergraduate Texts in Mathematics. New York, NY: Springer (ISBN 978-0-387-35650-1/hbk; 978-0-387-35651-8/ebook). xv, 551 p.</p> <p>eBook: http://dx.doi.org/10.1007/978-0-387-35651-8</p> <p>Concrete abstract algebra : from numbers to Gröbner bases / Niels Lauritzen Lauritzen, Niels Reprinted with corr. Cambridge [u.a.] : Cambridge Univ. Press, 2006 XIV, 240 S. : graph. Darst.</p>

<p>Anmerkung:</p> <p>ISBN:</p> <p>Koepf, Wolfram Computer algebra. An algorithmic oriented introduction. (Computeralgebra. Eine algorithmisch orientierte Einführung.) (German) Zbl 1161.68881 Berlin: Springer (ISBN 3-540-29894-0/pbk). xiii, 515 p.</p> <p>springer eBook: http://dx.doi.org/10.1007/3-540-29895-9</p> <p>Kaplan, Michael Computer algebra. (Computeralgebra.) (German) Zbl 1093.68148 Berlin: Springer (ISBN 3-540-21379-1/pbk). xii, 391 p.</p> <p>springer eBook: http://dx.doi.org/10.1007/b137968</p>	<p>Includes bibliographical references and index 0-521-82679-9, 978-0-521-82679-2 (hbk.) : GBP 55.00 0-521-53410-0, 978-0-521-53410-9 (pbk.) : USD 39.99</p>
---	--

Lehrveranstaltung L0423: Algorithmische Algebra	
Typ	Gruppenübung
SWS	1
LP	1
Arbeitsaufwand in Stunden	Eigenstudium 16, Präsenzstudium 14
Dozenten	Dr. Prashant Batra
Sprachen	DE
Zeitraum	WiSe
Inhalt	Siehe korrespondierende Vorlesung
Literatur	Siehe korrespondierende Vorlesung

Modul M0676: Digitale Nachrichtenübertragung	
Lehrveranstaltungen	
Titel	Typ SWS LP
Digitale Nachrichtenübertragung (L0444)	Vorlesung 2 3
Digitale Nachrichtenübertragung (L0445)	Hörsaalübung 1 2
Praktikum Digitale Nachrichtenübertragung (L0646)	Laborpraktikum 1 1
Modulverantwortlicher	Prof. Gerhard Bauch
Zulassungsvoraussetzungen	Keine
Empfohlene Vorkenntnisse	<ul style="list-style-type: none"> • Mathematik 1-3 • Signale und Systeme • Einführung in die Nachrichtentechnik und ihre stochastischen Methoden
Modulziele/ angestrebte Lernergebnisse	Nach erfolgreicher Teilnahme haben die Studierenden die folgenden Lernergebnisse erreicht
Fachkompetenz	<p>Die Studierenden sind in der Lage, moderne digitale Nachrichtenübertragungsverfahren zu verstehen, zu vergleichen und zu entwerfen. Sie sind vertraut mit den Eigenschaften linearer und nicht-linearer digitaler Modulationsverfahren. Sie können die Verzerrungen durch Übertragungskanäle beschreiben sowie Empfänger einschließlich Kanalschätzung und Entzerrung entwerfen und beurteilen. Sie kennen die Prinzipien der Single Carrier- und Multicarrier-Übertragung und die Grundlagen wichtiger Vielfachzugriffsverfahren.</p> <p>Die Studierenden sind in der Lage, ein digitales Nachrichtenübertragungsverfahren einschließlich Vielfachzugriff zu analysieren und zu entwerfen. Sie sind in der Lage, ein hinsichtlich Übertragungsrate, Bandbreitebedarf, Fehlerwahrscheinlichkeit und weiterer Signaleigenschaften geeignetes digitales Modulationsverfahren zu wählen. Sie können einen geeigneten Detektor einschließlich Kanalschätzung und Entzerrung entwerfen und dabei Eigenschaften suboptimaler Verfahren hinsichtlich Leistungsfähigkeit und Aufwand berücksichtigen. Sie sind in der Lage, ein Single-Carrierverfahren oder ein Multicarrier-Verfahren zu dimensionieren und die Eigenschaften beider Ansätze gegeneinander abzuwägen.</p>
<i>Wissen</i>	
<i>Fertigkeiten</i>	
Personale Kompetenzen	
<i>Sozialkompetenz</i>	Die Studierenden können in fachspezifische Aufgaben gemeinsam bearbeiten.
<i>Selbstständigkeit</i>	Die Studierenden sind in der Lage, die notwendigen Informationen aus geeigneten Literaturquellen selbständig zu beschaffen und in den Kontext der Vorlesung zu setzen. Sie können ihren Wissensstand mit Hilfe vorlesungsbegleitender Maßnahmen (klausurnahe Aufgaben, Software-Tools, Clicker-System) kontinuierlich überprüfen und auf dieser Basis ihre Lernprozesse steuern.
Arbeitsaufwand in Stunden	Eigenstudium 124, Präsenzstudium 56
Leistungspunkte	6
Prüfung	Klausur
Prüfungsdauer und -umfang	90 min
Zuordnung zu folgenden Curricula	Computer Science: Vertiefung Intelligence Engineering: Wahlpflicht Elektrotechnik: Kernqualifikation: Pflicht Informatik-Ingenieurwesen: Vertiefung Informations- und Kommunikationstechnik: Wahlpflicht Informatik-Ingenieurwesen: Vertiefung Systemtechnik - Robotik: Wahlpflicht Information and Communication Systems: Vertiefung Kommunikationssysteme: Pflicht Information and Communication Systems: Vertiefung Sichere und zuverlässige IT-Systeme, Schwerpunkt Netze: Wahlpflicht

	Internationales Wirtschaftsingenieurwesen: Vertiefung II. Informationstechnologie: Wahlpflicht Internationales Wirtschaftsingenieurwesen: Vertiefung II. Elektrotechnik: Wahlpflicht
--	---

Lehrveranstaltung L0444: Digitale Nachrichtenübertragung	
Typ	Vorlesung
SWS	2
LP	3
Arbeitsaufwand in Stunden	Eigenstudium 62, Präsenzstudium 28
Dozenten	Prof. Gerhard Bauch
Sprachen	DE/EN
Zeitraum	WiSe
Inhalt	<ul style="list-style-type: none"> • Digitale Modulationsverfahren • Kohärente und nicht-kohärente Detektion • Kanalschätzung und Entzerrung • Single-Carrier- und Multicarrierübertragungsverfahren, Vielfachzugriffsverfahren (TDMA, FDMA, CDMA, OFDM)
Literatur	K. Kammeyer: Nachrichtenübertragung, Teubner P.A. Höher: Grundlagen der digitalen Informationsübertragung, Teubner. J.G. Proakis, M. Salehi: Digital Communications. McGraw-Hill. S. Haykin: Communication Systems. Wiley R.G. Gallager: Principles of Digital Communication. Cambridge A. Goldsmith: Wireless Communication. Cambridge. D. Tse, P. Viswanath: Fundamentals of Wireless Communication. Cambridge.

Lehrveranstaltung L0445: Digitale Nachrichtenübertragung	
Typ	Hörsaalübung
SWS	1
LP	2
Arbeitsaufwand in Stunden	Eigenstudium 46, Präsenzstudium 14
Dozenten	Prof. Gerhard Bauch
Sprachen	DE/EN
Zeitraum	WiSe
Inhalt	Siehe korrespondierende Vorlesung
Literatur	Siehe korrespondierende Vorlesung

Lehrveranstaltung L0646: Praktikum Digitale Nachrichtenübertragung	
Typ	Laborpraktikum
SWS	1
LP	1
Arbeitsaufwand in Stunden	Eigenstudium 16, Präsenzstudium 14
Dozenten	Prof. Gerhard Bauch
Sprachen	DE/EN
Zeitraum	WiSe
Inhalt	<ul style="list-style-type: none"> - DSL-Übertragung - Stochastische Prozesse - Digitale Datenübertragung
Literatur	<p>K. Kammeyer: Nachrichtenübertragung, Teubner</p> <p>P.A. Höher: Grundlagen der digitalen Informationsübertragung, Teubner.</p> <p>J.G. Proakis, M. Salehi: Digital Communications. McGraw-Hill.</p> <p>S. Haykin: Communication Systems. Wiley</p> <p>R.G. Gallager: Principles of Digital Communication. Cambridge</p> <p>A. Goldsmith: Wireless Communication. Cambridge.</p> <p>D. Tse, P. Viswanath: Fundamentals of Wireless Communication. Cambridge.</p>

Modul M0586: Effiziente Algorithmen

Lehrveranstaltungen			
Titel	Typ	SWS	LP
Effiziente Algorithmen (L0120)	Vorlesung	2	3
Effiziente Algorithmen (L1207)	Gruppenübung	2	3
Modulverantwortlicher	Prof. Siegfried Rump		
Zulassungsvoraussetzungen	Keine		
Empfohlene Vorkenntnisse	Programmieren in Matlab und/oder C Grundkenntnisse in diskreter Mathematik		
Modulziele/ angestrebte Lernergebnisse	Nach erfolgreicher Teilnahme haben die Studierenden die folgenden Lernergebnisse erreicht		
Fachkompetenz	<p><i>Wissen</i></p> <p>Die Studierenden können die grundlegenden Theorien, Zusammenhänge und Methoden der Netzwerkalgorithmen und insbesondere deren Datenstrukturen erklären. Sie können das Rechenzeitverhalten wesentlicher Netzwerkalgorithmen beschreiben und analysieren. Die Studierenden können insbesondere zwischen effizient lösbaren und NP-harten Aufgabenstellungen diskriminieren.</p> <p><i>Fertigkeiten</i></p> <p>Die Studenten können komplexe Problemstellungen analysieren und die Möglichkeiten der Transformation in Netzwerkalgorithmen bestimmen. Sie können grundlegende Algorithmen und Datenstrukturen der linearen Optimierung und Netzwerktheorie effizient implementieren und mögliche Schwachstellen identifizieren. Sie können die Auswirkung der Nutzung verschiedener effizienter Datenstrukturen selbständig analysieren und jene gegebenenfalls einsetzen.</p>		
Personale Kompetenzen	<p><i>Sozialkompetenz</i></p> <p>Die Studierenden können in kleinen Gruppen fachspezifische Aufgaben gemeinsam bearbeiten und Ergebnisse in geeigneter Weise präsentieren, zum Beispiel während Kleingruppenübungen.</p> <p><i>Selbstständigkeit</i></p> <p>Die Studierenden sind in der Lage, die notwendigen Informationen aus den angegebenen Literaturquellen zu beschaffen und in den Kontext der Vorlesung zu setzen. Sie können ihren Wissensstand mit Hilfe vorlesungsbegleitender Maßnahmen (Quiz-Fragen in den Vorlesungen, klausurnahe Aufgaben) kontinuierlich überprüfen und auf dieser Basis ihre Lernprozesse steuern.</p>		
Arbeitsaufwand in Stunden	Eigenstudium 124, Präsenzstudium 56		

Leistungspunkte	6
Prüfung	Klausur
Prüfungsdauer und -umfang	30 min
Zuordnung zu folgenden Curricula	Computer Science: Vertiefung Intelligence Engineering: Wahlpflicht Computer Science: Vertiefung Computer and Software Engineering: Wahlpflicht Elektrotechnik: Vertiefung Modellierung und Simulation: Wahlpflicht Informatik-Ingenieurwesen: Vertiefung Informations- und Kommunikationstechnik: Wahlpflicht Informatik-Ingenieurwesen: Vertiefung Systemtechnik - Robotik: Wahlpflicht Informatik-Ingenieurwesen: Vertiefung Wissenschaftliches Rechnen: Wahlpflicht Theoretischer Maschinenbau: Technischer Ergänzungskurs: Wahlpflicht Theoretischer Maschinenbau: Vertiefung Numerik und Informatik: Wahlpflicht

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

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

Modul M0836: Communication Networks I - Analysis and Structure

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

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

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

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

Modul M0926: Verteilte Algorithmen			
Lehrveranstaltungen			
Titel	Typ	SWS	LP
Verteilte Algorithmen (L1071)	Vorlesung	2	3
Verteilte Algorithmen (L1072)	Hörsaalübung	2	3
Modulverantwortlicher	Prof. Volker Turau		
Zulassungsvoraussetzungen	Keine		
Empfohlene Vorkenntnisse	<ul style="list-style-type: none"> • Algorithmen und Datenstrukturen • Verteilte Systeme • Diskrete Mathematik • Graphentheorie 		
Modulziele/ angestrebte Lernergebnisse	Nach erfolgreicher Teilnahme haben die Studierenden die folgenden Lernergebnisse erreicht		
Fachkompetenz	<p><i>Wissen</i></p> <p>Studierende können die wichtigsten Abstraktion von Verteilten Algorithmen erklären (synchrones/asynchrones Model, nachrichtenbasierte und speicherbasierte Kommunikation, Randomisierung). Sie sind in der Lage, komplexitätsmaße für verteilte Algorithmen zu beschreiben (Runden-, Nachrichten- und Speicherkomplexität). Sie können Basisalgorithmen für die wichtigsten verteilten Probleme: Leader election, wechselseitiger Ausschluss, Graphfärbungen, Spannbäume beschreiben. Sie kennen die wesentlichen Techniken von randomisierten Algorithmen.</p> <p><i>Fertigkeiten</i></p> <p>Studierende können eigene verteilte Algorithmen entwerfen und der Komplexität analysieren. Sie greifen dabei auf existierende Standardalgorithmen zurück. Sie analysieren die Komplexität randomisierter Algorithmen.</p>		
Personale Kompetenzen	<p><i>Sozialkompetenz</i></p> <p><i>Selbstständigkeit</i></p>		
Arbeitsaufwand in Stunden	Eigenstudium 124, Präsenzstudium 56		
Leistungspunkte	6		
Prüfung	Mündliche Prüfung		
Prüfungsdauer und -umfang	45 min		
Zuordnung zu folgenden Curricula	Computer Science: Vertiefung Computer and Software Engineering: Wahlpflicht Computer Science: Vertiefung Intelligence Engineering: Wahlpflicht Informatik-Ingenieurwesen: Vertiefung Informations- und Kommunikationstechnik: Wahlpflicht Informatik-Ingenieurwesen: Vertiefung Systemtechnik - Robotik: Wahlpflicht Theoretischer Maschinenbau: Technischer Ergänzungskurs: Wahlpflicht Theoretischer Maschinenbau: Vertiefung Numerik und Informatik: Wahlpflicht		

Lehrveranstaltung L1071: Verteilte Algorithmen	
Typ	Vorlesung
SWS	2
LP	3
Arbeitsaufwand in Stunden	Eigenstudium 62, Präsenzstudium 28
Dozenten	Prof. Volker Turau
Sprachen	DE/EN
Zeitraum	WiSe
Inhalt	<ul style="list-style-type: none"> • Leader Election • Färbungen & Unabhängige Mengen • Algorithmen für Bäume • Minimal aufspannende Bäume • Randomisierte Verteilte Algorithmen • Wechselseitiger Ausschluss
Literatur	<ol style="list-style-type: none"> 1. David Peleg: Distributed Computing - A Locality-Sensitive Approach. SIAM Monograph, 2000 2. Gerard Tel: Introduction to Distributed Algorithms, Cambridge University Press, 2nd edition, 2000 3. Nancy Lynch: Distributed Algorithms. Morgan Kaufmann, 1996 4. Volker Turau: Algorithmische Graphentheorie. Oldenbourg Wissenschaftsverlag, 3. Auflage, 2004.

Lehrveranstaltung L1072: Verteilte Algorithmen	
Typ	Hörsaalübung
SWS	2
LP	3
Arbeitsaufwand in Stunden	Eigenstudium 62, Präsenzstudium 28
Dozenten	Prof. Volker Turau
Sprachen	DE/EN
Zeitraum	WiSe
Inhalt	Siehe korrespondierende Vorlesung
Literatur	Siehe korrespondierende Vorlesung

Modul M0942: Software Security			
Lehrveranstaltungen			
Titel	Typ	SWS	LP
Software-Sicherheit (L1103)	Vorlesung	2	3
Software-Sicherheit (L1104)	Gruppenübung	2	3
Modulverantwortlicher	Prof. Dieter Gollmann		
Zulassungsvoraussetzungen	None		
Empfohlene Vorkenntnisse	Familiarity with C/C++, web programming		
Modulziele/ angestrebte Lernergebnisse	Nach erfolgreicher Teilnahme haben die Studierenden die folgenden Lernergebnisse erreicht		
Fachkompetenz	Students can <ul style="list-style-type: none"> • name the main causes for security vulnerabilities in software • explain current methods for identifying and avoiding security vulnerabilities • explain the fundamental concepts of code-based access control 		
<i>Wissen</i>			
Fertigkeiten	Students are capable of <ul style="list-style-type: none"> • performing a software vulnerability analysis • developing secure code 		
<i>Fertigkeiten</i>			
Personale Kompetenzen			
<i>Sozialkompetenz</i>	None		
<i>Selbstständigkeit</i>	Students are capable of acquiring knowledge independently from professional publications, technical standards, and other sources, and are capable of applying newly acquired knowledge to new problems.		
Arbeitsaufwand in Stunden	Eigenstudium 124, Präsenzstudium 56		
Leistungspunkte	6		
Prüfung	Klausur		
Prüfungsdauer und -umfang	120 Minuten		
Zuordnung zu folgenden Curricula	Computer Science: Vertiefung Computer and Software Engineering: Wahlpflicht Informatik-Ingenieurwesen: Vertiefung Informations- und Kommunikationstechnik: Wahlpflicht Information and Communication Systems: Vertiefung Sichere und zuverlässige IT-Systeme: Wahlpflicht		

Lehrveranstaltung L1103: Software Security	
Typ	Vorlesung
SWS	2
LP	3
Arbeitsaufwand in Stunden	Eigenstudium 62, Präsenzstudium 28
Dozenten	Prof. Dieter Gollmann
Sprachen	EN
Zeitraum	WiSe
Inhalt	<ul style="list-style-type: none"> • Reliability and Software Security • Attacks exploiting character and integer representations • Buffer overruns • Vulnerabilities in memory managemet: double free attacks • Race conditions • SQL injection • Cross-site scripting and cross-site request forgery • Testing for security; taint analysis • Type safe languages • Development proceses for secure software • Code-based access control
Literatur	<p>M. Howard, D. LeBlanc: Writing Secure Code, 2nd edition, Microsoft Press (2002)</p> <p>G. Hoglund, G. McGraw: Exploiting Software, Addison-Wesley (2004)</p> <p>L. Gong, G. Ellison, M. Dageforde: Inside Java 2 Platform Security, 2nd edition, Addison-Wesley (2003)</p> <p>B. LaMacchia, S. Lange, M. Lyons, R. Martin, K. T. Price: .NET Framework Security, Addison-Wesley Professional (2002)</p> <p>D. Gollmann: Computer Security, 3rd edition (2011)</p>

Lehrveranstaltung L1104: Software Security	
Typ	Gruppenübung
SWS	2
LP	3
Arbeitsaufwand in Stunden	Eigenstudium 62, Präsenzstudium 28
Dozenten	Prof. Dieter Gollmann
Sprachen	EN
Zeitraum	WiSe
Inhalt	Siehe korrespondierende Vorlesung
Literatur	Siehe korrespondierende Vorlesung

Modul M0753: Software Verification	
Lehrveranstaltungen	
Titel	Typ SWS LP
Softwareverifikation (L0629)	Vorlesung 2 3
Softwareverifikation (L0630)	Gruppenübung 2 3
Modulverantwortlicher	Prof. Sibylle Schupp
Zulassungsvoraussetzungen	None
Empfohlene Vorkenntnisse	<ul style="list-style-type: none"> • Automata theory and formal languages • Computational logic • Object-oriented programming, algorithms, and data structures • Functional programming or procedural programming • Concurrency
Modulziele/ angestrebte Lernergebnisse	Nach erfolgreicher Teilnahme haben die Studierenden die folgenden Lernergebnisse erreicht
Fachkompetenz	
<i>Wissen</i>	Students apply the major verification techniques in model checking and deductive verification. They explain in formal terms syntax and semantics of the underlying logics, and assess the expressivity of different logics as well as their limitations. They classify formal properties of software systems. They find flaws in formal arguments, arising from modeling artifacts or underspecification.
<i>Fertigkeiten</i>	Students formulate provable properties of a software system in a formal language. They develop logic-based models that properly abstract from the software under verification and, where necessary, adapt model or property. They construct proofs and property checks by hand or using tools for model checking or deductive verification, and reflect on the scope of the results. Presented with a verification problem in natural language, they select the appropriate verification technique and justify their choice.
Personale Kompetenzen	
<i>Sozialkompetenz</i>	Students discuss relevant topics in class. They defend their solutions orally. They communicate in English.
<i>Selbstständigkeit</i>	Using accompanying on-line material for self study, students can assess their level of knowledge continuously and adjust it appropriately. Working on exercise problems, they receive additional feedback. Within limits, they can set their own learning goals. Upon successful completion, students can identify and precisely formulate new problems in academic or applied research in the field of software verification. Within this field, they can conduct independent studies to acquire the necessary competencies and compile their findings in academic reports. They can devise plans to arrive at new solutions or assess existing ones.
Arbeitsaufwand in Stunden	Eigenstudium 124, Präsenzstudium 56
Leistungspunkte	6
Prüfung	Klausur
Prüfungsdauer und -umfang	90 min
Zuordnung zu folgenden Curricula	Computer Science: Vertiefung Computer and Software Engineering: Wahlpflicht Informatik-Ingenieurwesen: Vertiefung Informations- und Kommunikationstechnik: Wahlpflicht Information and Communication Systems: Vertiefung Kommunikationssysteme, Schwerpunkt Software: Wahlpflicht Information and Communication Systems: Vertiefung Sichere und zuverlässige IT-

	Systeme: Pflicht Internationales Wirtschaftsingenieurwesen: Vertiefung II. Informationstechnologie: Wahlpflicht
--	---

Lehrveranstaltung L0629: Software Verification	
Typ	Vorlesung
SWS	2
LP	3
Arbeitsaufwand in Stunden	Eigenstudium 62, Präsenzstudium 28
Dozenten	Prof. Sibylle Schupp
Sprachen	EN
Zeitraum	WiSe
Inhalt	<ul style="list-style-type: none"> • Syntax and semantics of logic-based systems • Deductive verification <ul style="list-style-type: none"> ◦ Specification ◦ Proof obligations ◦ Program properties ◦ Automated vs. interactive theorem proving • Model checking <ul style="list-style-type: none"> ◦ Foundations ◦ Property languages ◦ Tool support • Timed automata • Recent developments of verification techniques and applications
Literatur	<ul style="list-style-type: none"> • C. Baier and J-P. Katoen, Principles of Model Checking, MIT Press 2007. • M. Huth and M. Bryan, Logic in Computer Science. Modelling and Reasoning about Systems, 2nd Edition, 2004. • Selected Research Papers

Lehrveranstaltung L0630: Software Verification	
Typ	Gruppenübung
SWS	2
LP	3
Arbeitsaufwand in Stunden	Eigenstudium 62, Präsenzstudium 28
Dozenten	Prof. Sibylle Schupp
Sprachen	EN
Zeitraum	WiSe
Inhalt	Siehe korrespondierende Vorlesung
Literatur	Siehe korrespondierende Vorlesung

Modul M0637: Advanced Concepts of Wireless Communications			
Lehrveranstaltungen			
Titel	Typ	SWS	LP
Weiterführende Konzepte der drahtlosen Kommunikation (L0297)	Vorlesung	3	4
Weiterführende Konzepte der drahtlosen Kommunikation (L0298)	Hörsaalübung	1	2
Modulverantwortlicher	Dr. Rainer Grünheid		
Zulassungsvoraussetzungen	None		
Empfohlene Vorkenntnisse	<ul style="list-style-type: none"> • Lecture "Signals and Systems" • Lecture "Fundamentals of Telecommunications and Stochastic Processes" • Lecture "Digital Communications" 		
Modulziele/ angestrebte Lernergebnisse	Nach erfolgreicher Teilnahme haben die Studierenden die folgenden Lernergebnisse erreicht		
Fachkompetenz	<p><i>Wissen</i></p> <p>Students are able to explain the general as well as advanced principles and techniques that are applied to wireless communications. They understand the properties of wireless channels and the corresponding mathematical description. Furthermore, students are able to explain the physical layer of wireless transmission systems. In this context, they are proficient in the concepts of multicarrier transmission (OFDM), modulation, error control coding, channel estimation and multi-antenna techniques (MIMO). Students can also explain methods of multiple access. On the example of contemporary communication systems (UMTS, LTE) they can put the learnt content into a larger context.</p> <p><i>Fertigkeiten</i></p> <p>Using the acquired knowledge, students are able to understand the design of current and future wireless systems. Moreover, given certain constraints, they can choose appropriate parameter settings of communication systems. Students are also able to assess the suitability of technical concepts for a given application.</p>		
Personale Kompetenzen	<p><i>Sozialkompetenz</i></p> <p>Students can jointly elaborate tasks in small groups and present their results in an adequate fashion.</p> <p><i>Selbstständigkeit</i></p> <p>Students are able to extract necessary information from given literature sources and put it into the perspective of the lecture. They can continuously check their level of expertise with the help of accompanying measures (such as online tests, clicker questions, exercise tasks) and, based on that, to steer their learning process accordingly. They can relate their acquired knowledge to topics of other lectures, e.g., "Fundamentals of Communications and Stochastic Processes" and "Digital Communications".</p>		
Arbeitsaufwand in Stunden	Eigenstudium 124, Präsenzstudium 56		
Leistungspunkte	6		
Prüfung	Klausur		
Prüfungsdauer und -umfang	90 Minuten; Umfang: Inhalt von Vorlesung und Übung		
Zuordnung zu folgenden Curricula	Elektrotechnik: Vertiefung Nachrichten- und Kommunikationstechnik: Wahlpflicht Informatik-Ingenieurwesen: Vertiefung Informations- und Kommunikationstechnik: Wahlpflicht Information and Communication Systems: Vertiefung Kommunikationssysteme: Wahlpflicht Microelectronics and Microsystems: Vertiefung Communication and Signal Processing: Wahlpflicht		

Lehrveranstaltung L0297: Advanced Concepts of Wireless Communications	
Typ	Vorlesung
SWS	3
LP	4
Arbeitsaufwand in Stunden	Eigenstudium 78, Präsenzstudium 42
Dozenten	Dr. Rainer Grünheid
Sprachen	EN
Zeitraum	SoSe
Inhalt	<p>The lecture deals with technical principles and related concepts of mobile communications. In this context, the main focus is put on the physical and data link layer of the ISO-OSI stack.</p> <p>In the lecture, the transmission medium, i.e., the mobile radio channel, serves as the starting point of all considerations. The characteristics and the mathematical descriptions of the radio channel are discussed in detail. Subsequently, various physical layer aspects of wireless transmission are covered, such as channel coding, modulation/demodulation, channel estimation, synchronization, and equalization. Moreover, the different uses of multiple antennas at the transmitter and receiver, known as MIMO techniques, are described. Besides these physical layer topics, concepts of multiple access schemes in a cellular network are outlined.</p> <p>In order to illustrate the above-mentioned technical solutions, the lecture will also provide a system view, highlighting the basics of some contemporary wireless systems, including UMTS/HSPA, LTE, LTE Advanced, and WiMAX.</p>
Literatur	<p>John G. Proakis, Masoud Salehi: Digital Communications. 5th Edition, Irwin/McGraw Hill, 2007</p> <p>David Tse, Pramod Viswanath: Fundamentals of Wireless Communication. Cambridge, 2005</p> <p>Bernard Sklar: Digital Communications: Fundamentals and Applications. 2nd Edition, Pearson, 2013</p> <p>Stefani Sesia, Issam Toufik, Matthew Baker: LTE - The UMTS Long Term Evolution. Second Edition, Wiley, 2011</p>

Lehrveranstaltung L0298: Advanced Concepts of Wireless Communications	
Typ	Hörsaalübung
SWS	1
LP	2
Arbeitsaufwand in Stunden	Eigenstudium 46, Präsenzstudium 14
Dozenten	Dr. Rainer Grünheid
Sprachen	EN
Zeitraum	SoSe
Inhalt	Siehe korrespondierende Vorlesung
Literatur	Siehe korrespondierende Vorlesung

Modul M1337: Codes und Cryptosysteme

Lehrveranstaltungen			
Titel	Typ	SWS	LP
Codes und Cryptosysteme (L1870)	Vorlesung	4	6
Modulverantwortlicher	Prof. Karl-Heinz Zimmermann		
Zulassungsvoraussetzungen	Keine		
Empfohlene Vorkenntnisse			
Modulziele/ angestrebte Lernergebnisse	Nach erfolgreicher Teilnahme haben die Studierenden die folgenden Lernergebnisse erreicht		
Fachkompetenz <i>Wissen</i> <i>Fertigkeiten</i>			
Personale Kompetenzen <i>Sozialkompetenz</i> <i>Selbstständigkeit</i>			
Arbeitsaufwand in Stunden	Eigenstudium 124, Präsenzstudium 56		
Leistungspunkte	6		
Prüfung	Mündliche Prüfung		
Prüfungsdauer und -umfang	25 min		
Zuordnung zu folgenden Curricula	Computer Science: Vertiefung Computer and Software Engineering: Wahlpflicht Informatik-Ingenieurwesen: Vertiefung Informations- und Kommunikationstechnik: Wahlpflicht		

Lehrveranstaltung L1870: Codes und Cryptosysteme

Typ	Vorlesung
SWS	4
LP	6
Arbeitsaufwand in Stunden	Eigenstudium 124, Präsenzstudium 56
Dozenten	Prof. Karl-Heinz Zimmermann
Sprachen	DE/EN
Zeitraum	SoSe
Inhalt	
Literatur	

Modul M1318: Wireless Sensor Networks			
Lehrveranstaltungen			
Titel	Typ	SWS	LP
Ausgewählte Themen Drahtloser Sensornetzwerke (L1819)	Projekt-/problembasierte Lehrveranstaltung	1	2
Drahtlose Sensornetze (L1815)	Vorlesung	2	2
Drahtlose Sensornetze (L1816)	Gruppenübung	1	2
Modulverantwortlicher	Prof. Bernd-Christian Renner		
Zulassungsvoraussetzungen	None		
Empfohlene Vorkenntnisse			
Modulziele/ angestrebte Lernergebnisse	Nach erfolgreicher Teilnahme haben die Studierenden die folgenden Lernergebnisse erreicht		
Fachkompetenz <i>Wissen</i> <i>Fertigkeiten</i>			
Personale Kompetenzen <i>Sozialkompetenz</i> <i>Selbstständigkeit</i>			
Arbeitsaufwand in Stunden	Eigenstudium 124, Präsenzstudium 56		
Leistungspunkte	6		
Prüfung	Mündliche Prüfung		
Prüfungsdauer und -umfang	30 min		
Zuordnung zu folgenden Curricula	Computer Science: Vertiefung Computer and Software Engineering: Wahlpflicht Elektrotechnik: Vertiefung Nachrichten- und Kommunikationstechnik: Wahlpflicht Elektrotechnik: Vertiefung Nachrichten- und Kommunikationstechnik: Wahlpflicht Informatik-Ingenieurwesen: Vertiefung Informations- und Kommunikationstechnik: Wahlpflicht		

Lehrveranstaltung L1819: Selected Topics of Wireless Sensor Networks	
Typ	Projekt-/problembasierte Lehrveranstaltung
SWS	1
LP	2
Arbeitsaufwand in Stunden	Eigenstudium 46, Präsenzstudium 14
Dozenten	Prof. Bernd-Christian Renner
Sprachen	EN
Zeitraum	SoSe
Inhalt	<p>Selected topics on sensor network research will be researched in a PBL course by the students in groups and will be presented in a poster session at the end of the term. Topics are:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Energy-efficient / low-power Medium Access • Energy-efficient / low-power Routing (Data Collection and Data Dissemination) • Energy Harvesting • Intermittently Powered Sensor Nodes • Energy-Aware Load Adaptation and Scheduling • Additional Topics will be provided on demand / depending on the number of participants
Literatur	Will be provided individually

Lehrveranstaltung L1815: Wireless Sensor Networks	
Typ	Vorlesung
SWS	2
LP	2
Arbeitsaufwand in Stunden	Eigenstudium 32, Präsenzstudium 28
Dozenten	Prof. Bernd-Christian Renner
Sprachen	EN
Zeitraum	SoSe
Inhalt	
Literatur	

Lehrveranstaltung L1816: Wireless Sensor Networks	
Typ	Gruppenübung
SWS	1
LP	2
Arbeitsaufwand in Stunden	Eigenstudium 46, Präsenzstudium 14
Dozenten	Prof. Bernd-Christian Renner
Sprachen	EN
Zeitraum	SoSe
Inhalt	Siehe korrespondierende Vorlesung
Literatur	Siehe korrespondierende Vorlesung

Modul M1301: Software Testing

Lehrveranstaltungen

Titel	Typ	SWS	LP
Softwaretesten (L1791)	Vorlesung	2	3
Softwaretesten (L1792)	Projekt-/problembasierte Lehrveranstaltung	2	3

Modulverantwortlicher Prof. Sibylle Schupp

Zulassungsvoraussetzungen None

- Empfohlene Vorkenntnisse**
- Software Engineering
 - Higher Programming Languages
 - Object-Oriented Programming
 - Algorithms and Data Structures
 - Experience with (Small) Software Projects
 - Statistics

Modulziele/ angestrebte Lernergebnisse Nach erfolgreicher Teilnahme haben die Studierenden die folgenden Lernergebnisse erreicht

Fachkompetenz	
<i>Wissen</i>	Students explain the different phases of testing, describe fundamental techniques of different types of testing, and paraphrase the basic principles of the corresponding test process. They give examples of software development scenarios and the corresponding test type and technique. They explain algorithms used for particular testing techniques and describe possible advantages and limitations.
<i>Fertigkeiten</i>	Students identify the appropriate testing type and technique for a given problem. They adapt and execute respective algorithms to execute a concrete test technique properly. They interpret testing results and execute corresponding steps for proper re-test scenarios. They write and analyze test specifications. They apply bug finding techniques for non-trivial problems.
Personale Kompetenzen	
<i>Sozialkompetenz</i>	Students discuss relevant topics in class. They defend their solutions orally. They communicate in English.
<i>Selbstständigkeit</i>	Students can assess their level of knowledge continuously and adjust it appropriately, based on feedback and on self-guided studies. Within limits, they can set their own learning goals. Upon successful completion, students can identify and precisely formulate new problems in academic or applied research in the field of software testing. Within this field, they can conduct independent studies to acquire the necessary competencies and compile their findings in academic reports. They can devise plans to arrive at new solutions or assess existing ones

Arbeitsaufwand in Stunden Eigenstudium 124, Präsenzstudium 56

Leistungspunkte 6

Prüfung Fachtheoretisch-fachpraktische Arbeit

Prüfungsdauer und -umfang Software

Zuordnung zu folgenden Computer Science: Vertiefung Computer and Software Engineering: Wahlpflicht
 Informatik-Ingenieurwesen: Vertiefung Informations- und Kommunikationstechnik: Wahlpflicht
 Information and Communication Systems: Vertiefung Sichere und zuverlässige IT-

Curricula	Systeme, Schwerpunkt Software und Signalverarbeitung : Wahlpflicht Information and Communication Systems: Vertiefung Kommunikationssysteme, Schwerpunkt Software: Wahlpflicht Information and Communication Systems: Vertiefung Kommunikationssysteme, Schwerpunkt Software: Wahlpflicht
------------------	--

Lehrveranstaltung L1791: Software Testing	
Typ	Vorlesung
SWS	2
LP	3
Arbeitsaufwand in Stunden	Eigenstudium 62, Präsenzstudium 28
Dozenten	Prof. Sibylle Schupp
Sprachen	EN
Zeitraum	SoSe
Inhalt	<ul style="list-style-type: none"> • Fundamentals of software testing • Regression-testing techniques • Search-based testing • Combinatorial testing • Product-line testing • Debugging • Model-based testing
Literatur	<ul style="list-style-type: none"> • M. Pezze and M. Young, Software Testing and Analysis, John Wiley 2008. • P. Ammann and J. Offutt, "Introduction to Software Testing", 2nd edition 2016. • A. Zeller: "Why Programs Fail: A Guide to Systematic Debugging", 2nd edition 2012.

Lehrveranstaltung L1792: Software Testing	
Typ	Projekt-/problembasierte LehrveranstaltungLehrveranstaltung
SWS	2
LP	3
Arbeitsaufwand in Stunden	Eigenstudium 62, Präsenzstudium 28
Dozenten	Prof. Sibylle Schupp
Sprachen	EN
Zeitraum	SoSe
Inhalt	<ul style="list-style-type: none"> • Fundamentals of software testing • Regression-testing techniques • Search-based testing • Combinatorial testing • Product-line testing • Debugging • Model-based testing
Literatur	<ul style="list-style-type: none"> • M. Pezze and M. Young, Software Testing and Analysis, John Wiley 2008. • P. Ammann and J. Offutt, "Introduction to Software Testing", 2nd edition 2015. • A. Zeller: "Why Programs Fail: A Guide to Systematic Debugging", 2nd edition 2012.

Modul M0711: Numerische Mathematik II

Lehrveranstaltungen			
Titel	Typ	SWS	LP
Numerische Mathematik II (L0568)	Vorlesung	2	3
Numerische Mathematik II (L0569)	Gruppenübung	2	3
Modulverantwortlicher	Prof. Sabine Le Borne		
Zulassungsvoraussetzungen	Keine		
Empfohlene Vorkenntnisse	<ul style="list-style-type: none"> Numerische Mathematik I MATLAB Kenntnisse 		
Modulziele/ angestrebte Lernergebnisse	Nach erfolgreicher Teilnahme haben die Studierenden die folgenden Lernergebnisse erreicht		
Fachkompetenz	Studierende können		
<i>Wissen</i>	<ul style="list-style-type: none"> weiterführende numerische Verfahren zur Interpolation, Integration, Lösung von Ausgleichproblemen, Lösung von Eigenwertproblemen und nichtlinearen Nullstellenproblemen benennen und deren Kernideen erläutern, Konvergenzaussagen zu den numerischen Methoden wiedergeben, Konvergenzbeweise skizzieren, Aspekte der praktischen Durchführung numerischer Verfahren im Hinblick auf Rechenzeit und Speicherbedarf erklären. 		
<i>Fertigkeiten</i>	Studierende sind in der Lage, <ul style="list-style-type: none"> vertiefende numerische Methoden in MATLAB zu implementieren, anzuwenden und zu vergleichen, das Konvergenzverhalten numerischer Methoden in Abhängigkeit vom gestellten Problem und des verwendeten Lösungsalgorithmus zu begründen und auf verwandte Problemstellungen zu übertragen zu gegebener Problemstellung einen geeigneten Lösungsansatz zu entwickeln, gegebenenfalls durch Zusammensetzen mehrerer Algorithmen, diesen durchzuführen und die Ergebnisse kritisch auszuwerten. 		
Personale Kompetenzen	Studierende können		
<i>Sozialkompetenz</i>	<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. 		
<i>Selbstständigkeit</i>	Studierende sind fähig, <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		
Prüfung	Mündliche Prüfung		
Prüfungsdauer und -umfang	25 min		

Zuordnung zu folgenden Curricula	Computer Science: Vertiefung Intelligence Engineering: Wahlpflicht Computer Science: Vertiefung Computer and Software Engineering: Wahlpflicht Informatik-Ingenieurwesen: Vertiefung Informations- und Kommunikationstechnik: Wahlpflicht Informatik-Ingenieurwesen: Vertiefung Systemtechnik - Robotik: Wahlpflicht Informatik-Ingenieurwesen: Vertiefung Wissenschaftliches Rechnen: Wahlpflicht Technomathematik: Vertiefung I. Mathematik: Wahlpflicht Theoretischer Maschinenbau: Vertiefung Numerik und Informatik: Wahlpflicht Theoretischer Maschinenbau: Technischer Ergänzungskurs: Wahlpflicht Theoretischer Maschinenbau: Vertiefung Numerik und Informatik: Wahlpflicht
---	--

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

Lehrveranstaltung L0569: Numerische Mathematik II	
Typ	Gruppenübung
SWS	2
LP	3
Arbeitsaufwand in Stunden	Eigenstudium 62, Präsenzstudium 28
Dozenten	Prof. Sabine Le Borne, Dr. Patricio Farrell
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)	Fachlabor	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>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.
<i>Wissen</i>	<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>
<i>Fertigkeiten</i>	<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>
Personale Kompetenzen	
<i>Sozialkompetenz</i>	<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>Die Studierenden sind nach Abschluss des Moduls in der Lage, sich Teilbereiche des</p>

Selbstständigkeit	Fachgebietes anhand von Fachliteratur selbständig zu erarbeiten, das erworbene Wissen zusammenzufassen, zu präsentieren und es mit den Inhalten anderer Lehrveranstaltungen zu verknüpfen.
Arbeitsaufwand in Stunden	Eigenstudium 124, Präsenzstudium 56
Leistungspunkte	6
Prüfung	Mündliche Prüfung
Prüfungsdauer und -umfang	30 min
Zuordnung zu folgenden Curricula	Computer Science: Vertiefung Computer and Software Engineering: Wahlpflicht Elektrotechnik: Vertiefung Nachrichten- und Kommunikationstechnik: Wahlpflicht Informatik-Ingenieurwesen: Vertiefung Informations- und Kommunikationstechnik: Wahlpflicht Mechatronics: Vertiefung Intelligente Systeme und Robotik: Wahlpflicht Mechatronics: Vertiefung Systementwurf: Wahlpflicht Mechatronics: Technischer Ergänzungskurs: Wahlpflicht

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	Fachlabor
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 M1304: Informationssicherheit in eingebetteten Systemen

Lehrveranstaltungen

Titel	Typ	SWS	LP
Informationssicherheit in eingebetteten Systemen (L1804)	Vorlesung	2	3
Informationssicherheit in eingebetteten Systemen (L1805)	Gruppenübung	2	3

Modulverantwortlicher	Prof. Daniel Ziener
------------------------------	---------------------

Zulassungsvoraussetzungen	Keine
----------------------------------	-------

Empfohlene Vorkenntnisse	Technische Informatik Grundkenntnisse eingebettete Systeme
---------------------------------	---

Modulziele/ angestrebte Lernergebnisse	Nach erfolgreicher Teilnahme haben die Studierenden die folgenden Lernergebnisse erreicht
---	---

Fachkompetenz	<p>Das Modul besteht aus folgende Inhalte:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Einleitung und Motivation <ul style="list-style-type: none"> ◦ Was ist Security? ◦ Die Bedeutung von Security für zuverlässige Systeme ◦ Klassifikation von Angriffen ◦ Entwurf eingebetteter Systeme • Angriffsszenarien <ul style="list-style-type: none"> ◦ Beispiele von Angriffsszenarien ◦ Kryptographischer Algorithmen als Ziel von Angriffen • Angriffe durch Einschleusen von Code (Code Injection Attacks) <ul style="list-style-type: none"> ◦ Welche Arten von Code Injection-Angriffe gibt es? ◦ Gegenmaßnahmen • Invasive physikalische Angriffe (Invasive Physical Attacks) <ul style="list-style-type: none"> ◦ Microprobing ◦ Reverse Engineering ◦ Differential Fault Analysis ◦ Gegenmaßnahmen • Nichtinvasive softwarebasierte Angriffe (Non-Invasive Logical Attacks) <ul style="list-style-type: none"> ◦ Erlangen von nicht autorisiertem Zugriff ◦ Gegenmaßnahmen • Nichtinvasive physikalische Angriffe (Non-Invasive Physical Attacks) <ul style="list-style-type: none"> ◦ Abhören ◦ Seitenkanalangriffe ◦ Gegenmaßnahmen
<i>Wissen</i>	
Fertigkeiten	<ul style="list-style-type: none"> • Die Studierenden legen die entsprechenden Gegenmaßnahmen dar • Die Studierenden nennen verschiedene Sicherheitseinrichtungen und -maßnahmen in eingebetteten Systemen • Die Studierenden zeigen den Einfluss von Angriffen und deren Gegenmaßnahmen auf die Verlässlichkeit eines eingebetteten Systems auf • Die Studierenden zeigen den zusätzlichen Aufwand (Fläche, Rechenzeit) von Sicherheitseinrichtungen auf • Die Studierenden klassifizieren verschiedene Angriffstypen auf eingebettete Systeme
<i>Fertigkeiten</i>	
Personale Kompetenzen	
<i>Sozialkompetenz</i>	<ul style="list-style-type: none"> • Die Studierenden erarbeiten kooperativ in Gruppen Lösungskonzepte und implementieren diese gemeinsam

<i>Selbstständigkeit</i>	<ul style="list-style-type: none"> • Die Studierenden erarbeiten sich Teilbereiche des Fachgebietes anhand von Fachliteratur selbständig • Die Studierenden fügen das erworbene Wissen zusammen, um es mit den Inhalten anderer Lehrveranstaltungen zu verknüpfen.
Arbeitsaufwand in Stunden	Eigenstudium 124, Präsenzstudium 56
Leistungspunkte	6
Prüfung	Mündliche Prüfung
Prüfungsdauer und -umfang	30 min
Zuordnung zu folgenden Curricula	Computer Science: Vertiefung Computer and Software Engineering: Wahlpflicht Informatik-Ingenieurwesen: Vertiefung Informations- und Kommunikationstechnik: Wahlpflicht

Lehrveranstaltung L1804: Informationssicherheit in eingebetteten Systemen	
Typ	Vorlesung
SWS	2
LP	3
Arbeitsaufwand in Stunden	Eigenstudium 62, Präsenzstudium 28
Dozenten	NN
Sprachen	DE/EN
Zeitraum	SoSe
Inhalt	<p>Der Schutz eingebetteter Systeme gegenüber Angriffe Dritter auf gespeicherte Daten und Implementierungen, stellt eine immer wichtigere, jedoch auch durch zunehmende Vernetzung herausfordernde Aufgabe dar. Der Schutz der eingebetteten Systeme gegenüber bekannten als auch neueren ausgeklügelten Angriffsmöglichkeiten ist Gegenstand dieser Vorlesung. Es wird gezeigt, welche Angriffe existieren, welche Gegenmaßnahmen man ergreifen kann und wie man sichere eingebettete Systeme entwirft.</p> <p>Die Vorlesung behandelt folgende Inhalte:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Einleitung und Motivation <ul style="list-style-type: none"> ◦ Was ist Security? ◦ Die Bedeutung von Security für zuverlässige Systeme ◦ Klassifikation von Angriffen ◦ Entwurf eingebetteter Systeme • Angriffsszenarien <ul style="list-style-type: none"> ◦ Beispiele von Angriffsszenarien ◦ Kryptographischer Algorithmen als Ziel von Angriffen • Angriffe durch Einschleusen von Code (Code Injection Attacks) <ul style="list-style-type: none"> ◦ Welche Arten von Code Injection-Angriffe gibt es? ◦ Gegenmaßnahmen • Invasive physikalische Angriffe (Invasive Physical Attacks) <ul style="list-style-type: none"> ◦ Microprobing ◦ Reverse Engineering ◦ Differential Fault Analysis ◦ Gegenmaßnahmen • Nichtinvasive softwarebasierte Angriffe (Non-Invasive Logical Attacks) <ul style="list-style-type: none"> ◦ Erlangen von nicht autorisiertem Zugriff ◦ Gegenmaßnahmen • Nichtinvasive physikalische Angriffe (Non-Invasive Physical Attacks) <ul style="list-style-type: none"> ◦ Abhören ◦ Seitenkanalangriffe ◦ Gegenmaßnahmen
Literatur	<ul style="list-style-type: none"> • Catherine H. Gebotys Security in Embedded Devices. Springer 2010. • Benoit Badrignans et al. Security Trends for FPGAs. Springer 2011. • Daniel Ziener Techniques for Increasing Security and Reliability of IP Cores Embedded in FPGA and ASIC Designs. Dr. Hut 2010.

Lehrveranstaltung L1805: Informationssicherheit in eingebetteten Systemen	
Typ	Gruppenübung
SWS	2
LP	3
Arbeitsaufwand in Stunden	Eigenstudium 62, Präsenzstudium 28
Dozenten	NN
Sprachen	DE/EN
Zeitraum	SoSe
Inhalt	Siehe korrespondierende Vorlesung
Literatur	Siehe korrespondierende Vorlesung

Modul M0837: Communication Networks II - Simulation and Modeling	
Lehrveranstaltungen	
Titel	Typ SWS LP
Simulation und Modellierung von Kommunikationsnetzen (L0887)	Projekt-/problembasierte LehrveranstaltungLehrveranstaltung 5 6
Modulverantwortlicher	Prof. Andreas Timm-Giel
Zulassungsvoraussetzungen	None
Empfohlene Vorkenntnisse	<ul style="list-style-type: none"> • Knowledge of computer and communication networks • Basic programming skills
Modulziele/ angestrebte Lernergebnisse	Nach erfolgreicher Teilnahme haben die Studierenden die folgenden Lernergebnisse erreicht
Fachkompetenz	
<i>Wissen</i>	Students are able to explain the necessary stochastics, the discrete event simulation technology and modelling of networks for performance evaluation.
<i>Fertigkeiten</i>	Students are able to apply the method of simulation for performance evaluation to different, also not practiced, problems of communication networks. The students can analyse the obtained results and explain the effects observed in the network. They are able to question their own results.
Personale Kompetenzen	
<i>Sozialkompetenz</i>	Students are able to acquire expert knowledge in groups, present the results, and discuss solution approaches and results. They are able to work out solutions for new problems in small teams.
<i>Selbstständigkeit</i>	Students are able to transfer independently and in discussion with others the acquired method and expert knowledge to new problems. They can identify missing knowledge and acquire this knowledge independently.
Arbeitsaufwand in Stunden	Eigenstudium 110, Präsenzstudium 70
Leistungspunkte	6
Prüfung	Mündliche Prüfung
Prüfungsdauer und -umfang	45-60 Minuten Kolloquium mit zwei Studierenden, also ca. 30 Minuten pro Student.
Zuordnung zu folgenden Curricula	Computer Science: Vertiefung Computer and Software Engineering: Wahlpflicht Elektrotechnik: Vertiefung Nachrichten- und Kommunikationstechnik: Wahlpflicht Informatik-Ingenieurwesen: Vertiefung Informations- und Kommunikationstechnik: Wahlpflicht Information and Communication Systems: Vertiefung Kommunikationssysteme: Wahlpflicht Information and Communication Systems: Vertiefung Sichere und zuverlässige IT-Systeme, Schwerpunkt Netze: Wahlpflicht

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

Modul M0673: Informationstheorie und Codierung			
Lehrveranstaltungen			
Titel	Typ	SWS	LP
Informationstheorie und Codierung (L0436)	Vorlesung	3	4
Informationstheorie und Codierung (L0438)	Hörsaalübung	1	2
Modulverantwortlicher	Prof. Gerhard Bauch		
Zulassungsvoraussetzungen	Keine		
Empfohlene Vorkenntnisse	<ul style="list-style-type: none"> • Mathematik 1-3 • Wahrscheinlichkeitsrechnung und Stochastische Prozesse • Grundkenntnisse der Nachrichtentechnik, z.B. aus der Vorlesung "Einführung in die Nachrichtentechnik und deren stochastische Methoden" 		
Modulziele/ angestrebte Lernergebnisse	Nach erfolgreicher Teilnahme haben die Studierenden die folgenden Lernergebnisse erreicht		
Fachkompetenz	<p><i>Wissen</i></p> <p>Die Studierenden kennen die grundlegenden Definitionen zur informationstheoretischen Quantifizierung von Information. Sie kennen das Shannonsche Quellencodierungstheorem sowie das Kanalcodierungstheorem und können damit Grenzen der Kompression bzw. der fehlerfreien Datenübertragung bestimmen. Sie verstehen die Grundprinzipien der Datenkompression (Quellencodierung) und der fehlererkennenden und fehlerkorrigierenden Kanalcodierung. Sie sind mit den Prinzipien der Decodierung vertraut, insbesondere mit modernen Verfahren der iterativen Decodierung. Sie kennen grundlegende Codierverfahren, deren Eigenschaften und Decodierverfahren.</p> <p><i>Fertigkeiten</i></p> <p>Die Studierenden sind in der Lage, die Grenzen der Datenkompression bzw. der Datenübertragungsrate für gestörte Kanäle zu bestimmen und damit ein Übertragungsverfahren zu dimensionieren. Sie sind in der Lage, die Parameter eines fehlererkennenden bzw. fehlerkorrigierenden Kanalcodierungsverfahrens zum Erreichen gegebener Zielvorgaben abzuschätzen. Sie sind in der Lage, die Eigenschaften grundlegender Kanalcodierungs- und Decodierungsverfahren hinsichtlich Fehlerkorrektureigenschaften, Decodierverzögerung und Decodierkomplexität zu vergleichen und ein geeignetes Verfahren auszuwählen. Sie sind in der Lage, grundlegende Codier- und Decodierverfahren in Software zu implementieren.</p>		
Personale Kompetenzen	<p><i>Sozialkompetenz</i></p> <p>Die Studierenden können in fachspezifische Aufgaben gemeinsam bearbeiten.</p> <p><i>Selbstständigkeit</i></p> <p>Die Studierenden sind in der Lage, die notwendigen Informationen aus geeigneten Literaturquellen selbstständig zu beschaffen und in den Kontext der Vorlesung zu setzen. Sie können ihren Wissensstand mit Hilfe vorlesungsbegleitender Maßnahmen (klausurnahe Aufgaben, Software-Tools, Clicker-System) kontinuierlich überprüfen und auf dieser Basis ihre Lernprozesse steuern.</p>		
Arbeitsaufwand in Stunden	Eigenstudium 124, Präsenzstudium 56		
Leistungspunkte	6		
Prüfung	Klausur		
Prüfungsdauer und -umfang	90 min		
	Computer Science: Vertiefung Intelligence Engineering: Wahlpflicht Elektrotechnik: Vertiefung Nachrichten- und Kommunikationstechnik: Wahlpflicht		

Zuordnung zu folgenden Curricula	Informatik-Ingenieurwesen: Vertiefung Informations- und Kommunikationstechnik: Wahlpflicht Informatik-Ingenieurwesen: Vertiefung Systemtechnik - Robotik: Wahlpflicht Information and Communication Systems: Kernqualifikation: Pflicht Internationales Wirtschaftsingenieurwesen: Vertiefung II. Elektrotechnik: Wahlpflicht Mechatronik: Technischer Ergänzungskurs: Wahlpflicht
---	--

Lehrveranstaltung L0436: Informationstheorie und Codierung	
Typ	Vorlesung
SWS	3
LP	4
Arbeitsaufwand in Stunden	Eigenstudium 78, Präsenzstudium 42
Dozenten	Prof. Gerhard Bauch
Sprachen	DE/EN
Zeitraum	SoSe
Inhalt	<ul style="list-style-type: none"> • Grundlagen der Informationstheorie <ul style="list-style-type: none"> ◦ Selbstinformation, Entropie, Mutual Information ◦ Quellencodierungstheorem, Kanalcodierungstheorem ◦ Kanalkapazität verschiedener Kanäle • Grundlegende Algorithmen der Quellencodierung: <ul style="list-style-type: none"> ◦ Huffman Code, Lempel Ziv Algorithmus • Grundlagen der Kanalcodierung <ul style="list-style-type: none"> ◦ Grundlegende Parameter der Kanalcodierung und deren Abschätzung durch obere und untere Schranken ◦ Prinzipien der Decodierung: Maximum-A-Posteriori Decodierung, Maximum-Likelihood Decodierung, Hard-Decision-Decodierung und Soft-Decision-Decodierung ◦ Bestimmung der Fehlerwahrscheinlichkeit • Blockcodes • Low Density Parity Check (LDPC) Codes und iterative Decodierung • Faltungscodes und Viterbi-Decodierung • Turbo Codes und iterative Decodierung • Codierte Modulation
Literatur	Bossert, M.: Kanalcodierung. Oldenbourg. Friedrichs, B.: Kanalcodierung. Springer. Lin, S., Costello, D.: Error Control Coding. Prentice Hall. Roth, R.: Introduction to Coding Theory. Johnson, S.: Iterative Error Correction. Cambridge. Richardson, T., Urbanke, R.: Modern Coding Theory. Cambridge University Press. Gallager, R. G.: Information theory and reliable communication. Wiley-VCH Cover, T., Thomas, J.: Elements of information theory. Wiley.

Lehrveranstaltung L0438: Informationstheorie und Codierung	
Typ	Hörsaalübung
SWS	1
LP	2
Arbeitsaufwand in Stunden	Eigenstudium 46, Präsenzstudium 14
Dozenten	Prof. Gerhard Bauch
Sprachen	DE/EN
Zeitraum	SoSe
Inhalt	Siehe korrespondierende Vorlesung
Literatur	Siehe korrespondierende Vorlesung

Modul M1307: Kryptographie			
Lehrveranstaltungen			
Titel	Typ	SWS	LP
Kryptographie (L1806)	Vorlesung	2	3
Kryptographie (L1807)	Gruppenübung	2	3
Modulverantwortlicher	Prof. Chris Brzuska		
Zulassungsvoraussetzungen	Keine		
Empfohlene Vorkenntnisse	Einführung in die Informationssicherheit, Grundlagen der Berechenbarkeit und Komplexität		
Modulziele/ angestrebte Lernergebnisse	Nach erfolgreicher Teilnahme haben die Studierenden die folgenden Lernergebnisse erreicht		
Fachkompetenz	<p><i>Wissen</i> Kenntnis von kryptographischen Primitiven wie One-Way-Funktionen, digitalen Signaturen, Verschlüsselungsverfahren, key exchange, Zero-Knowledge Beweise etc. sowie die Relationen zwischen den Primitiven, Kenntnis formaler Sicherheitsdefinitionen von kryptographischen Bausteine, Zusammenhänge zwischen Kryptographie und Komplexitätstheorie, insbesondere zu der Frage, ob NP in P enthalten ist.</p> <p><i>Fertigkeiten</i> Fähigkeit, Sicherheitsmodelle für kryptographische Primitive zu beurteilen und zu entwickeln. Reduktionen zwischen kryptographischen Primitiven konstruieren und Fähigkeit, zu beurteilen, ob kleine Veränderungen ein kryptographisches Primitiv unsicher machen können.</p>		
Personale Kompetenzen	<p><i>Sozialkompetenz</i> Fähigkeit, Verfahren und Methoden, die intuitiv sicher erscheinen, kritisch zu hinterfragen.</p> <p><i>Selbstständigkeit</i></p>		
Arbeitsaufwand in Stunden	Eigenstudium 124, Präsenzstudium 56		
Leistungspunkte	6		
Prüfung	Mündliche Prüfung		
Prüfungsdauer und -umfang	30 min		
Zuordnung zu folgenden Curricula	Computer Science: Vertiefung Computer and Software Engineering: Wahlpflicht Informatik-Ingenieurwesen: Vertiefung Informations- und Kommunikationstechnik: Wahlpflicht Information and Communication Systems: Vertiefung Sichere und zuverlässige IT-Systeme: Wahlpflicht Technomathematik: Vertiefung II. Informatik: Wahlpflicht		

Lehrveranstaltung L1806: Kryptographie	
Typ	Vorlesung
SWS	2
LP	3
Arbeitsaufwand in Stunden	Eigenstudium 62, Präsenzstudium 28
Dozenten	Prof. Chris Brzuska
Sprachen	DE/EN
Zeitraum	SoSe
Inhalt	<p>Inhalt: Dieses Modul behandelt die Grundlagen der Kryptographie. Wir führen kryptographische Sicherheitsmodelle und Konzepte ein und verstehen, wie diese zueinander in Relation stehen. Wir wenden die erlernten Konzepten dann auf praktische Probleme an. Konkrete Inhalte:</p> <ul style="list-style-type: none"> - One-Way Funktionen - Pseudozufälligkeit - Pseudozufallsgeneratoren - Pseudozufällige Funktionen - Symmetrische Verschlüsselung - Asymmetrische Verachlüsselung - MACs - Signaturverfahren - sichere Kanäle - aktuelle Angriffe auf Protokolle wie TLS und IPsec.
Literatur	<p>Literatur:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Foundations of Cryptography: Volume 1, Basic Tools, Oded Goldreich, Cambridge University Press 2007, ISBN-10: 0521035368, ISBN-13: 978-0521035361 - Foundations of Cryptography: Volume 2, Basic Applications, Oded Goldreich, Cambridge University Press 2009, ISBN-10: 052111991X, ISBN-13: 978-0521119917

Lehrveranstaltung L1807: Kryptographie	
Typ	Gruppenübung
SWS	2
LP	3
Arbeitsaufwand in Stunden	Eigenstudium 62, Präsenzstudium 28
Dozenten	Prof. Chris Brzuska
Sprachen	DE/EN
Zeitraum	SoSe
Inhalt	
Literatur	<p>Literatur:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Foundations of Cryptography: Volume 1, Basic Tools, Oded Goldreich, Cambridge University Press 2007, ISBN-10: 0521035368, ISBN-13: 978-0521035361 - Foundations of Cryptography: Volume 2, Basic Applications, Oded Goldreich, Cambridge University Press 2009, ISBN-10: 052111991X, ISBN-13: 978-0521119917

Modul M0943: Network Security

Lehrveranstaltungen

Titel	Typ	SWS	LP
Netzwerk-Sicherheit (L1105)	Vorlesung	3	3
Netzwerk-Sicherheit (L1106)	Gruppenübung	2	3
Modulverantwortlicher	Prof. Dieter Gollmann		
Zulassungsvoraussetzungen	None		
Empfohlene Vorkenntnisse	Discrete Mathematics, Computer Networks (TCP/IP)		
Modulziele/ angestrebte Lernergebnisse	Nach erfolgreicher Teilnahme haben die Studierenden die folgenden Lernergebnisse erreicht		
Fachkompetenz	<p>Students can</p> <ul style="list-style-type: none"> explain the fundamental security services that can be implemented with the methods of modern cryptography, describe current standardized network security protocols and mechanisms, follow current methods for the formal analysis of security protocols. <p>Students are capable of</p> <ul style="list-style-type: none"> performing an analysis of network security solutions. identifying suitable security solutions for given requirements. recognizing the limitations of existing standard solutions, performing a formal analysis of security protocols. 		
Personale Kompetenzen	<p><i>Sozialkompetenz</i> None</p> <p><i>Selbstständigkeit</i> Students are capable of acquiring knowledge independently from professional publications, technical standards, and other sources, and are capable of applying newly acquired knowledge to new problems.</p>		
Arbeitsaufwand in Stunden	Eigenstudium 110, Präsenzstudium 70		
Leistungspunkte	6		
Prüfung	Klausur		
Prüfungsdauer und -umfang	120 Minuten		
Zuordnung zu folgenden Curricula	Computer Science: Vertiefung Computer and Software Engineering: Wahlpflicht Informatik-Ingenieurwesen: Vertiefung Informations- und Kommunikationstechnik: Wahlpflicht Information and Communication Systems: Vertiefung Sichere und zuverlässige IT-Systeme: Wahlpflicht		

Lehrveranstaltung L1105: Network Security	
Typ	Vorlesung
SWS	3
LP	3
Arbeitsaufwand in Stunden	Eigenstudium 48, Präsenzstudium 42
Dozenten	Prof. Dieter Gollmann
Sprachen	EN
Zeitraum	SoSe
Inhalt	<ul style="list-style-type: none"> • Security objectives • Security services and cryptographic mechanisms • Key establishment: Diffie-Hellman, Kerberos • IPsec protocols, mobile IPv6 • SSL/TLS • GSM/UMTS/LTE security protocols • WLAN security • Firewalls and Intrusion Detection Systems • Formal analysis of security protocols
Literatur	W. Stallings: Cryptography and Network Security: Principles and Practice, 6th edition (2013) A. Menezes, P. van Oorschot, S. Vanstone: Handbook of Applied Cryptography, CRC Press (1997) D. Gollmann: Computer Security, 3rd edition, Wiley (2011) V. Niemi, K. Nyberg: UMTS Security, Wiley (2003)

Lehrveranstaltung L1106: Network Security	
Typ	Gruppenübung
SWS	2
LP	3
Arbeitsaufwand in Stunden	Eigenstudium 62, Präsenzstudium 28
Dozenten	Prof. Dieter Gollmann
Sprachen	EN
Zeitraum	SoSe
Inhalt	Siehe korrespondierende Vorlesung
Literatur	Siehe korrespondierende Vorlesung

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. Volker Turau		
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></p> <p>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></p> <p>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> <p>Personale Kompetenzen</p> <p><i>Sozialkompetenz</i></p> <p><i>Selbstständigkeit</i></p>		
Arbeitsaufwand in Stunden	Eigenstudium 110, Präsenzstudium 70		
Leistungspunkte	6		
Prüfung	Klausur		
Prüfungsdauer und -umfang	90 min		
Zuordnung zu folgenden Curricula	Computer Science: Vertiefung Computer and Software Engineering: Wahlpflicht Informatik-Ingenieurwesen: Vertiefung Informations- und Kommunikationstechnik: Wahlpflicht Information and Communication Systems: Vertiefung Sichere und zuverlässige IT-Systeme, Schwerpunkt Software und Signalverarbeitung : 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		

Lehrveranstaltung L1069: Software für Eingebettete Systeme	
Typ	Vorlesung
SWS	2
LP	3
Arbeitsaufwand in Stunden	Eigenstudium 62, Präsenzstudium 28
Dozenten	Prof. Volker Turau
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. Volker Turau
Sprachen	DE/EN
Zeitraum	SoSe
Inhalt	Siehe korrespondierende Vorlesung
Literatur	Siehe korrespondierende Vorlesung

Modul M0758: Application Security

Lehrveranstaltungen			
Titel	Typ	SWS	LP
Anwendungssicherheit (L0726)	Vorlesung	3	3
Anwendungssicherheit (L0729)	Gruppenübung	2	3
Modulverantwortlicher	Prof. Dieter Gollmann		
Zulassungsvoraussetzungen	None		
Empfohlene Vorkenntnisse	Familiarity with Information security, fundamentals of cryptography, Web protocols and the architecture of the Web		
Modulziele/ angestrebte Lernergebnisse	Nach erfolgreicher Teilnahme haben die Studierenden die folgenden Lernergebnisse erreicht		
Fachkompetenz	<p style="margin-left: 20px;"><i>Wissen</i></p> <p>Students can name current approaches for securing selected applications, in particular of web applications</p> <p style="margin-left: 20px;"><i>Fertigkeiten</i></p> <p>Students are capable of</p> <ul style="list-style-type: none"> • performing a security analysis • developing security solutions for distributed applications • recognizing the limitations of existing standard solutions 		
Personale Kompetenzen	<p style="margin-left: 20px;"><i>Sozialkompetenz</i></p> <p>Students are capable of appreciating the impact of security problems on those affected and of the potential responsibilities for their resolution.</p> <p style="margin-left: 20px;"><i>Selbstständigkeit</i></p> <p>Students are capable of acquiring knowledge independently from professional publications, technical standards, and other sources, and are capable of applying newly acquired knowledge to new problems.</p>		
Arbeitsaufwand in Stunden	Eigenstudium 110, Präsenzstudium 70		
Leistungspunkte	6		
Prüfung	Klausur		
Prüfungsdauer und -umfang	120 Minuten		
Zuordnung zu folgenden Curricula	Computer Science: Vertiefung Computer and Software Engineering: Wahlpflicht Informatik-Ingenieurwesen: Vertiefung Informations- und Kommunikationstechnik: Wahlpflicht Information and Communication Systems: Vertiefung Kommunikationssysteme, Schwerpunkt Software: Wahlpflicht Information and Communication Systems: Vertiefung Sichere und zuverlässige IT-Systeme: Wahlpflicht Internationales Wirtschaftsingenieurwesen: Vertiefung II. Informationstechnologie: Wahlpflicht Technomathematik: Vertiefung II. Informatik: Wahlpflicht Technomathematik: Kernqualifikation: Wahlpflicht		

Lehrveranstaltung L0726: Application Security	
Typ	Vorlesung
SWS	3
LP	3
Arbeitsaufwand in Stunden	Eigenstudium 48, Präsenzstudium 42
Dozenten	Prof. Dieter Gollmann
Sprachen	EN
Zeitraum	SoSe
Inhalt	<ul style="list-style-type: none"> • Email security • Web Services security • Security in Web applications • Access control • Trust Management • Trusted Computing • Digital Rights Management • Security Solutions for selected applications
Literatur	Webseiten der OMG, W3C, OASIS, WS-Security, OECD, TCG D. Gollmann: Computer Security, 3rd edition, Wiley (2011) R. Anderson: Security Engineering, 2nd edition, Wiley (2008) U. Lang: CORBA Security, Artech House, 2002

Lehrveranstaltung L0729: Application Security	
Typ	Gruppenübung
SWS	2
LP	3
Arbeitsaufwand in Stunden	Eigenstudium 62, Präsenzstudium 28
Dozenten	Prof. Dieter Gollmann
Sprachen	EN
Zeitraum	SoSe
Inhalt	Siehe korrespondierende Vorlesung
Literatur	Siehe korrespondierende Vorlesung

Modul M0913: CMOS Nanoelectronics with Practice

Lehrveranstaltungen			
Titel	Typ	SWS	LP
CMOS-Nanoelektronik (L0764)	Vorlesung	2	3
CMOS-Nanoelektronik (L1063)	Laborpraktikum	2	2
CMOS-Nanoelektronik (L1059)	Gruppenübung	1	1
Modulverantwortlicher	NN		
Zulassungsvoraussetzungen	None		
Empfohlene Vorkenntnisse	Fundamentals of MOS devices and electronic circuits		
Modulziele/ angestrebte Lernergebnisse	Nach erfolgreicher Teilnahme haben die Studierenden die folgenden Lernergebnisse erreicht		
Fachkompetenz	<ul style="list-style-type: none"> Students can explain the functionality of very small MOS transistors and explain the problems occurring due to scaling-down the minimum feature size. Students are able to explain the basic steps of processing of very small MOS devices. Students can exemplify the functionality of volatile and non-volatile memories und give their specifications. Students can describe the limitations of advanced MOS technologies. Students can explain measurement methods for MOS quality control. 		
<i>Wissen</i>			
<i>Fertigkeiten</i>			
Personale Kompetenzen			
<i>Sozialkompetenz</i>	<ul style="list-style-type: none"> Students can quantify the current-voltage-behavior of very small MOS transistors and list possible applications. Students can describe larger electronic systems by their functional blocks. Students can name the existing options for the specific applications and select the most appropriate ones. 		
<i>Selbstständigkeit</i>	<ul style="list-style-type: none"> Students can team up with one or several partners who may have different professional backgrounds Students are able to work by their own or in small groups for solving problems and answer scientific questions. 		
Arbeitsaufwand in Stunden	Eigenstudium 110, Präsenzstudium 70		
Leistungspunkte	6		
Prüfung	Klausur		
Prüfungsdauer und -umfang	90 min		
Zuordnung zu folgenden	Informatik-Ingenieurwesen: Vertiefung Informations- und Kommunikationstechnik: Wahlpflicht Internationales Wirtschaftsingenieurwesen: Vertiefung II. Elektrotechnik: Wahlpflicht		

Curricula	Mechanical Engineering and Management: Vertiefung Mechatronik: Wahlpflicht Mechatronics: Vertiefung Systementwurf: Wahlpflicht Microelectronics and Microsystems: Kernqualifikation: Wahlpflicht
------------------	--

Lehrveranstaltung L0764: CMOS Nanoelectronics	
Typ	Vorlesung
SWS	2
LP	3
Arbeitsaufwand in Stunden	Eigenstudium 62, Präsenzstudium 28
Dozenten	Prof. Wolfgang Krautschneider
Sprachen	EN
Zeitraum	WiSe
Inhalt	<ul style="list-style-type: none"> • Ideal and non-ideal MOS devices • Threshold voltage, Parasitic charges, Work function difference • I-V behavior • Scaling-down rules • Details of very small MOS transistors • Basic CMOS process flow • Memory Technology, SRAM, DRAM, embedded DRAM • Gain memory cells • Non-volatile memories, Flash memory circuits • Methods for Quality Control, C(V)-technique, Charge pumping, Uniform injection • Systems with extremely small CMOS transistors
Literatur	<ul style="list-style-type: none"> • S. Deleonibus, Electronic Device Architectures for the Nano-CMOS Era, Pan Stanford Publishing, 2009. • Y. Taur and T.H. Ning, Fundamentals of Modern VLSI Devices, Cambridge University Press, 2nd edition. • R.F. Pierret, Advanced Semiconductor Fundamentals, Prentice Hall, 2003. • F. Schwier, H. Wong, J. J. Liou, Nanometer CMOS, Pan Stanford Publishing, 2010. • H.-G. Wagemann und T. Schönauer, Silizium-Planartechnologie, Grundprozesse, Physik und Bauelemente Teubner-Verlag, 2003, ISBN 3519004674

Lehrveranstaltung L1063: CMOS Nanoelectronics	
Typ	Laborpraktikum
SWS	2
LP	2
Arbeitsaufwand in Stunden	Eigenstudium 32, Präsenzstudium 28
Dozenten	Prof. Wolfgang Krautschneider
Sprachen	EN
Zeitraum	WiSe
Inhalt	Siehe korrespondierende Vorlesung
Literatur	Siehe korrespondierende Vorlesung

Lehrveranstaltung L1059: CMOS Nanoelectronics	
Typ	Gruppenübung
SWS	1
LP	1
Arbeitsaufwand in Stunden	Eigenstudium 16, Präsenzstudium 14
Dozenten	Prof. Wolfgang Krautschneider
Sprachen	EN
Zeitraum	WiSe
Inhalt	Siehe korrespondierende Vorlesung
Literatur	Siehe korrespondierende Vorlesung

Modul M0839: Traffic Engineering			
Lehrveranstaltungen			
Titel	Typ	SWS	LP
Seminar Traffic Engineering (L0902)	Seminar	2	2
Traffic Engineering (L0900)	Vorlesung	2	2
Traffic Engineering Übung (L0901)	Gruppenübung	1	2
Modulverantwortlicher	Prof. Andreas Timm-Giel		
Zulassungsvoraussetzungen	None		
Empfohlene Vorkenntnisse	<ul style="list-style-type: none"> • Fundamentals of communication or computer networks • Stochastics 		
Modulziele/ angestrebte Lernergebnisse	Nach erfolgreicher Teilnahme haben die Studierenden die folgenden Lernergebnisse erreicht		
Fachkompetenz	<p><i>Wissen</i> Students are able to describe methods for planning, optimisation and performance evaluation of communication networks.</p> <p><i>Fertigkeiten</i> Students are able to solve typical planning and optimisation tasks for communication networks. Furthermore they are able to evaluate the network performance using queuing theory.</p> <p>Students are able to apply independently what they have learned to other and new problems. They can present their results in front of experts and discuss them.</p>		
Personale Kompetenzen	<p><i>Sozialkompetenz</i></p> <p><i>Selbstständigkeit</i> Students are able to acquire the necessary expert knowledge to understand the functionality and performance of new communication networks independently.</p>		
Arbeitsaufwand in Stunden	Eigenstudium 110, Präsenzstudium 70		
Leistungspunkte	6		
Prüfung	Mündliche Prüfung		
Prüfungsdauer und -umfang	30 min		
Zuordnung zu folgenden Curricula	Computer Science: Vertiefung Computer and Software Engineering: Wahlpflicht Elektrotechnik: Vertiefung Nachrichten- und Kommunikationstechnik: Wahlpflicht Informatik-Ingenieurwesen: Vertiefung Informations- und Kommunikationstechnik: Wahlpflicht Information and Communication Systems: Vertiefung Sichere und zuverlässige IT-Systeme, Schwerpunkt Netze: Wahlpflicht Information and Communication Systems: Vertiefung Kommunikationssysteme: Wahlpflicht		

Lehrveranstaltung L0902: Seminar Traffic Engineering	
Typ	Seminar
SWS	2
LP	2
Arbeitsaufwand in Stunden	Eigenstudium 32, Präsenzstudium 28
Dozenten	Prof. Andreas Timm-Giel
Sprachen	EN
Zeitraum	WiSe
Inhalt	Selected applications of methods for planning, optimization, and performance evaluation of communication networks, which have been introduced in the traffic engineering lecture are prepared by the students and presented in a seminar.
Literatur	<ul style="list-style-type: none"> • U. Killat, Entwurf und Analyse von Kommunikationsnetzen, Vieweg + Teubner • further literature announced in the lecture

Lehrveranstaltung L0900: Traffic Engineering	
Typ	Vorlesung
SWS	2
LP	2
Arbeitsaufwand in Stunden	Eigenstudium 32, Präsenzstudium 28
Dozenten	Prof. Andreas Timm-Giel
Sprachen	EN
Zeitraum	WiSe
Inhalt	<p>Network Planning and Optimization</p> <ul style="list-style-type: none"> • Linear Programming (LP) • Network planning with LP solvers • Planning of communication networks <p>Queueing Theory for Communication Networks</p> <ul style="list-style-type: none"> • Stochastic processes • Queueing systems • Switches (circuit- and packet switching) • Network of queues
Literatur	<p>Literatur: U. Killat, Entwurf und Analyse von Kommunikationsnetzen, Springer Weitere Literatur wird in der Lehrveranstaltung bekanntgegeben</p> <p>/</p> <p>Literature: U. Killat, Entwurf und Analyse von Kommunikationsnetzen, Springer further literature announced in the lecture</p>

Lehrveranstaltung L0901: Traffic Engineering Exercises	
Typ	Gruppenübung
SWS	1
LP	2
Arbeitsaufwand in Stunden	Eigenstudium 46, Präsenzstudium 14
Dozenten	Prof. Andreas Timm-Giel
Sprachen	EN
Zeitraum	WiSe
Inhalt	Accompanying exercise for the traffic engineering course
Literatur	Literatur: U. Killat, Entwurf und Analyse von Kommunikationsnetzen, Springer Weitere Literatur wird in der Lehrveranstaltung bekanntgegeben / Literature: U. Killat, Entwurf und Analyse von Kommunikationsnetzen, Springer further literature announced in the lecture

Modul M0919: Praktischer Schaltungsentwurf analog und digital

Lehrveranstaltungen

Titel	Typ	SWS	LP
Praktischer Schaltungsentwurf analog (L0692)	Laborpraktikum	2	3
Praktischer Schaltungsentwurf digital (L0694)	Laborpraktikum	2	3

Modulverantwortlicher	Prof. Matthias Kuhl
------------------------------	---------------------

Zulassungsvoraussetzungen	Keine
----------------------------------	-------

Empfohlene Vorkenntnisse	Grundkenntnisse von Halbleiterbauelementen und in der Halbleiterschaltungstechnik
---------------------------------	---

Modulziele/ angestrebte Lernergebnisse	Nach erfolgreicher Teilnahme haben die Studierenden die folgenden Lernergebnisse erreicht
---	---

Fachkompetenz	<ul style="list-style-type: none"> Students can explain the structure and philosophy of the software framework for circuit design. Students can determine all necessary input parameters for circuit simulation. Students know the basics physics of the analog behavior. Students are able to explain the functions of the logic gates of their digital design. Students can explain the algorithms of checking routines. Students are able to select the appropriate transistor models for fast and accurate simulations.
<i>Wissen</i>	
<i>Fertigkeiten</i>	
Personale Kompetenzen	<ul style="list-style-type: none"> Students can activate and execute all necessary checking routines for verification of proper circuit functionality. Students are able to run the input desks for definition of their electronic circuits. Students can define the specifications of the electronic circuits to be designed. Students can optimize the electronic circuits for low-noise and low-power. Students can develop analog circuits for mobile medical applications. Students can define the building blocks of digital systems.
<i>Sozialkompetenz</i>	
<i>Selbstständigkeit</i>	
	<ul style="list-style-type: none"> Students are trained to work through complex circuits in teams. Students are able to share their knowledge for efficient design work. Students can help each other to understand all the details and options of the design software. Students are aware of their limitations regarding circuit design, so they do not go ahead, but they involve experts when required. Students can present their design approaches for easy checking by more experienced experts.
	<ul style="list-style-type: none"> Students are able to realistically judge the status of their knowledge and to define actions for improvements when necessary. Students can break down their design work in sub-tasks and can schedule the design work in a realistic way. Students can handle the complex data structures of their design task and document it in concise but understandable way. Students are able to judge the amount of work for a major design project.

Arbeitsaufwand in Stunden	Eigenstudium 124, Präsenzstudium 56
Leistungspunkte	6
Prüfung	Klausur
Prüfungsdauer und -umfang	60 min
Zuordnung zu folgenden Curricula	Elektrotechnik: Vertiefung Nanoelektronik und Mikrosystemtechnik: Wahlpflicht Informatik-Ingenieurwesen: Vertiefung Informations- und Kommunikationstechnik: Wahlpflicht Mechatronics: Vertiefung Systementwurf: Wahlpflicht Microelectronics and Microsystems: Kernqualifikation: Wahlpflicht

Lehrveranstaltung L0692: Praktischer Schaltungsentwurf analog	
Typ	Laborpraktikum
SWS	2
LP	3
Arbeitsaufwand in Stunden	Eigenstudium 62, Präsenzstudium 28
Dozenten	Prof. Matthias Kuhl
Sprachen	DE
Zeitraum	WiSe
Inhalt	<ul style="list-style-type: none"> • Input desk for circuits • Algorithms for simulation • MOS transistor model • Simulation of analog circuits • Placement and routing • Generation of layouts • Design checking routines • Postlayout simulations
Literatur	Handouts to be distributed

Lehrveranstaltung L0694: Praktischer Schaltungsentwurf digital	
Typ	Laborpraktikum
SWS	2
LP	3
Arbeitsaufwand in Stunden	Eigenstudium 62, Präsenzstudium 28
Dozenten	Prof. Matthias Kuhl
Sprachen	DE
Zeitraum	SoSe
Inhalt	<ul style="list-style-type: none"> • Definition of specifications • Architecture studies • Digital simulation flow • Philosophy of standard cells • Placement and routing of standard cells • Layout generation • Design checking routines
Literatur	Handouts will be distributed

Modul M0910: Fortgeschrittener Entwurf von Chip-Systemen (Praktikum)			
Lehrveranstaltungen			
Titel		Typ	SWS LP
Fortgeschrittener Entwurf von Chip-Systemen (L1061)		Projekt-/problembasierte Lehrveranstaltung	3 Lehrveranstaltung 6
Modulverantwortlicher	Prof. Heiko Falk		
Zulassungsvoraussetzungen	Keine		
Empfohlene Vorkenntnisse	Erfolgreiche Teilnahme am praktischen FPGA-Labor des Moduls "Rechnerarchitektur" ist zwingende Voraussetzung.		
Modulziele/ angestrebte Lernergebnisse	Nach erfolgreicher Teilnahme haben die Studierenden die folgenden Lernergebnisse erreicht		
Fachkompetenz	<p>In diesem Modul werden fortgeschrittene Konzepte der Rechnerarchitektur praxisorientiert vermittelt. Mit Hilfe der Hardware-Beschreibungssprache VHDL und rekonfigurierbarer FPGA-Hardware lernen Studierende, wie komplexe Rechensysteme (sog. Systems-on-Chip, SoCs), wie sie insbesondere im Bereich der eingebetteten Systeme anzutreffen sind, in Hardware zu entwerfen sind.</p>		
<i>Wissen</i>	<p>Ausgehend von einer einfachen Prozessor-Architektur lernen Studierende, die Verarbeitung von Befehlen durch eine Maschine nach dem Pipelining-Prinzip zu realisieren. Sie implementieren verschiedene Formen Cache-basierter Speicher-Hierarchien, untersuchen Ansätze zum dynamischen Scheduling von Maschinenbefehlen und zur Sprungvorhersage, und konstruieren letztlich ein komplexes MPSoC-System (multi-processor system-on-chip), das aus mehreren Kernen besteht, die über einen gemeinsamen Bus verbunden sind.</p>		
<i>Fertigkeiten</i>	<p>Die Studierenden können analysieren, wie hochspezifische und individuelle Rechner aus einer Sammlung gängiger Einzelkomponenten zusammengesetzt werden. Sie sind in der Lage, die Wechselwirkungen zwischen einem physischen Rechensystem und der darauf ausgeführten Software beurteilen zu können. Sie sollen so in die Lage versetzt werden, Auswirkungen hardwarenaher Entwurfsentscheidungen auf die Leistung des Gesamtsystems abzuschätzen, zu beurteilen und geeignete Optionen vorzuschlagen.</p>		
Personale Kompetenzen			
<i>Sozialkompetenz</i>	<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>		
<i>Selbstständigkeit</i>	<p>Die Studierenden sind nach Abschluss des Moduls in der Lage, sich Teilbereiche des Fachgebietes anhand von Fachliteratur selbständig zu erarbeiten, das erworbene Wissen in konkrete Implementierungen komplexer Hardware-Strukturen zu überführen und es mit den Inhalten anderer Lehrveranstaltungen zu verknüpfen.</p>		
Arbeitsaufwand in Stunden	Eigenstudium 138, Präsenzstudium 42		
Leistungspunkte	6		
Prüfung	Fachtheoretisch-fachpraktische Arbeit		
Prüfungsdauer und -umfang	VHDL-Code und FPGA-basierte Implementierungen		
Zuordnung zu folgenden Curricula	Computer Science: Vertiefung Computer and Software Engineering: Wahlpflicht Informatik-Ingenieurwesen: Vertiefung Informations- und Kommunikationstechnik: Wahlpflicht Microelectronics and Microsystems: Vertiefung Embedded Systems: Wahlpflicht		

Lehrveranstaltung L1061: Fortgeschrittener Entwurf von Chip-Systemen	
Typ	Projekt-/problembasierte Lehrveranstaltung Lehrveranstaltung
SWS	3
LP	6
Arbeitsaufwand in Stunden	Eigenstudium 138, Präsenzstudium 42
Dozenten	Prof. Heiko Falk
Sprachen	DE/EN
Zeitraum	WiSe
Inhalt	<ul style="list-style-type: none"> • Einführung in grundlegende Technologien (FPGAs, MIPS Einzelzyklus-Maschine) • Fließband-Befehlsverarbeitung • Cache-basierte Speicher-Hierarchien • Busse und Bus-Arbitrierung • Multi-Prozessor Chip-Systeme • Optional: Fortgeschrittene Fließband-Konzepte (Dynamisches Scheduling, Sprungvorhersage)
Literatur	<ul style="list-style-type: none"> • D. Patterson, J. Hennessy. Rechnerorganisation und -entwurf. Elsevier, 2005. • A. Tanenbaum, J. Goodman. Computerarchitektur. Pearson, 2001. • A. Clements. The Principles of Computer Hardware. 3. Auflage, Oxford University Press, 2000.

Modul M0733: Software Analysis			
Lehrveranstaltungen			
Titel	Typ	SWS	LP
Softwareanalyse (L0631)	Vorlesung	2	3
Softwareanalyse (L0632)	Gruppenübung	2	3
Modulverantwortlicher	Prof. Sibylle Schupp		
Zulassungsvoraussetzungen	None		
Empfohlene Vorkenntnisse	<ul style="list-style-type: none"> • Basic knowledge of software-engineering activities • Discrete algebraic structures • Object-oriented programming, algorithms, and data structures • Functional programming or Procedural programming 		
Modulziele/ angestrebte Lernergebnisse	Nach erfolgreicher Teilnahme haben die Studierenden die folgenden Lernergebnisse erreicht		
Fachkompetenz	<p><i>Wissen</i></p> <p>Students apply the major approaches to data-flow analysis, control-flow analysis, and type-based analysis, along with their classification schemes, and employ abstract interpretation. They explain the standard forms of internal representations and models, including their mathematical structure and properties, and evaluate their suitability for a particular analysis. They explain and categorize the major analysis algorithms. They distinguish precise solutions from approximative approaches, and show termination and soundness properties.</p> <p><i>Fertigkeiten</i></p> <p>Presented with an analytical task for a software artifact, students select appropriate approaches from software analysis, and justify their choice. They design suitable representations by modifying standard representations. They develop customized analyses and devise them as safe overapproximations. They formulate analyses in a formal way and construct arguments for their correctness, behavior, and precision.</p>		
Personale Kompetenzen	<p><i>Sozialkompetenz</i></p> <p>Students discuss relevant topics in class. They defend their solutions orally. They communicate in English.</p> <p><i>Selbstständigkeit</i></p> <p>Using accompanying on-line material for self study, students can assess their level of knowledge continuously and adjust it appropriately. Working on exercise problems, they receive additional feedback. Within limits, they can set their own learning goals. Upon successful completion, students can identify and precisely formulate new problems in academic or applied research in the field of software analysis. Within this field, they can conduct independent studies to acquire the necessary competencies and compile their findings in academic reports. They can devise plans to arrive at new solutions or assess existing ones.</p>		
Arbeitsaufwand in Stunden	Eigenstudium 124, Präsenzstudium 56		
Leistungspunkte	6		
Prüfung	Fachtheoretisch-fachpraktische Arbeit		
Prüfungsdauer und -umfang	siehe englisch		
Zuordnung zu folgenden Curricula	Computer Science: Vertiefung Computer and Software Engineering: Wahlpflicht Informatik-Ingenieurwesen: Vertiefung Informations- und Kommunikationstechnik: Wahlpflicht Information and Communication Systems: Vertiefung Kommunikationssysteme, Schwerpunkt Software: Wahlpflicht Information and Communication Systems: Vertiefung Sichere und zuverlässige IT-Systeme, Schwerpunkt Software und Signalverarbeitung : Wahlpflicht		

	Internationales Wirtschaftsingenieurwesen: Vertiefung II. Informationstechnologie: Wahlpflicht
--	---

Lehrveranstaltung L0631: Software Analysis	
Typ	Vorlesung
SWS	2
LP	3
Arbeitsaufwand in Stunden	Eigenstudium 62, Präsenzstudium 28
Dozenten	Prof. Sibylle Schupp
Sprachen	EN
Zeitraum	WiSe
Inhalt	<ul style="list-style-type: none"> • Modeling: Control-Flow Modeling, Data Dependences, Intermediate Languages) • Classical Bit-Vector Analyses (Reaching Definition, Very Busy Expressions, Liveness, Available Expressions, May/Must, Forward/Backward) • Monotone Frameworks (Lattices, Transfer Functions, Ascending Chain Condition, Distributivity, Constant Propagation) • Theory of Data-Flow Analysis (Tarski's Fixed Point Theorem, Data-Flow Equations, MFP Solution, MOP Solution, Worklist Algorithm) • Non-Classical Data-Flow Analyses • Abstract Interpretation (Galois Connections, Approximating Fixed Points, Construction Techniques) • Type Systems (Type Derivation, Inference Trees, Algorithm W, Unification) • Recent Developments of Analysis Techniques and Applications
Literatur	<ul style="list-style-type: none"> • Flemming Nielsen, Hanne Nielsen, and Chris Hankin. Principles of Program Analysis. Springer, 2nd. ed. 2005. • Uday Khedker, Amitabha Sanyal, and Bageshri Karkara. Data Flow Analysis: Theory and Practice. CRC Press, 2009. • Benjamin Pierce, Types and Programming Languages, MIT Press. • Selected research papers

Lehrveranstaltung L0632: Software Analysis	
Typ	Gruppenübung
SWS	2
LP	3
Arbeitsaufwand in Stunden	Eigenstudium 62, Präsenzstudium 28
Dozenten	Prof. Sibylle Schupp
Sprachen	EN
Zeitraum	WiSe
Inhalt	Siehe korrespondierende Vorlesung
Literatur	Siehe korrespondierende Vorlesung

Fachmodule der Vertiefung Systemtechnik - Robotik

Die Vertiefung, in der intelligentes Handeln und Verhalten eine besondere Rolle spielt, bietet einerseits eine umfangreiche Ausbildung für Anwendungen der Informatik in Medizinbereichen, wie z.B. medizinische Bildverarbeitung, oder auch Ingenieurbereichen, wie z.B. Automobilindustrie, Industrieautomatisierung, Smart Homes, Smart Ports, Smart Cities usw. Andererseits wird in dieser Vertiefung eine fundierte Ausbildung für eines der gesellschaftlich bedeutsamsten Forschungsgebiete in Informatik und Ingenieurwesen angeboten, so dass Absolventen vielfältige Möglichkeiten zur wissenschaftlichen Weiterqualifikation geboten werden.

Modul M1244: Technischer Ergänzungskurs für IIWMS (laut FSPO)	
Lehrveranstaltungen	
Titel	Typ SWS LP
Modulverantwortlicher	Prof. Volker Turau
Zulassungsvoraussetzungen	Keine
Empfohlene Vorkenntnisse	Keine
Modulziele/ angestrebte Lernergebnisse	Nach erfolgreicher Teilnahme haben die Studierenden die folgenden Lernergebnisse erreicht
Fachkompetenz	
<i>Wissen</i>	Die Studierenden erwerben weitergehende Kenntnisse in einem an der TUHH vertretenen technischen Fach.
<i>Fertigkeiten</i>	Die Studierenden erwerben weitergehende Fertigkeiten in einem an der TUHH ansässigen technischen Fach.
Personale Kompetenzen	
<i>Sozialkompetenz</i>	Die Studierenden sind in der Lage, alleine oder in kleinen Gruppen weitergehende Kenntnisse und Fähigkeiten in einem an der TUHH vertretenen technischen Fach zu erwerben.
<i>Selbstständigkeit</i>	Die Studierenden können die wesentlichen Inhalte des technischen Faches im Rahmen eines Vortrages oder einer Diskussion wiedergeben.
Arbeitsaufwand in Stunden	Abhängig von der Wahl der Lehrveranstaltungen
Leistungspunkte	12
Zuordnung zu folgenden Curricula	Informatik-Ingenieurwesen: Vertiefung Wissenschaftliches Rechnen: Wahlpflicht Informatik-Ingenieurwesen: Vertiefung Systemtechnik - Robotik: Wahlpflicht Informatik-Ingenieurwesen: Vertiefung Informations- und Kommunikationstechnik: Wahlpflicht

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

Lehrveranstaltung L0168: Robotics: Modelling and Control	
Typ	Vorlesung
SWS	3
LP	3
Arbeitsaufwand in Stunden	Eigenstudium 48, Präsenzstudium 42
Dozenten	Prof. Uwe Weltin
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	Gruppenübung
SWS	2
LP	3
Arbeitsaufwand in Stunden	Eigenstudium 62, Präsenzstudium 28
Dozenten	Prof. Uwe Weltin
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
Prüfung	Klausur
Prüfungsdauer und -umfang	120 min
Zuordnung zu folgenden Curricula	<p>Computer Science: Vertiefung Intelligence Engineering: Wahlpflicht Elektrotechnik: Kernqualifikation: Pflicht Energietechnik: Kernqualifikation: Wahlpflicht Flugzeug-Systemtechnik: Vertiefung Flugzeugsysteme: Pflicht Informatik-Ingenieurwesen: Vertiefung Systemtechnik - Robotik: Wahlpflicht Internationales Wirtschaftsingenieurwesen: Vertiefung II. Elektrotechnik: Wahlpflicht Internationales Wirtschaftsingenieurwesen: Vertiefung II. Mechatronik: Wahlpflicht Mechanical Engineering and Management: Vertiefung Mechatronik: Wahlpflicht Mechatronics: Kernqualifikation: Pflicht Mediziningenieurwesen: Vertiefung Künstliche Organe und Regenerative Medizin: Wahlpflicht Mediziningenieurwesen: Vertiefung Implantate und Endoprothesen: Wahlpflicht Mediziningenieurwesen: Vertiefung Medizin- und Regelungstechnik: Pflicht Mediziningenieurwesen: Vertiefung Management und Administration: Wahlpflicht Produktentwicklung, Werkstoffe und Produktion: Kernqualifikation: Wahlpflicht Theoretischer Maschinenbau: Kernqualifikation: Pflicht</p>

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 M1336: Soft-Computing	
Lehrveranstaltungen	
Titel	Typ
Soft-Computing (L1869)	Vorlesung
	SWS
	4
	LP
	6
Modulverantwortlicher	Prof. Karl-Heinz Zimmermann
Zulassungsvoraussetzungen	Keine
Empfohlene Vorkenntnisse	
Modulziele/ angestrebte Lernergebnisse	Nach erfolgreicher Teilnahme haben die Studierenden die folgenden Lernergebnisse erreicht
Fachkompetenz	
<i>Wissen</i>	
<i>Fertigkeiten</i>	
Personale Kompetenzen	
<i>Sozialkompetenz</i>	
<i>Selbstständigkeit</i>	
Arbeitsaufwand in Stunden	Eigenstudium 124, Präsenzstudium 56
Leistungspunkte	6
Prüfung	Mündliche Prüfung
Prüfungsdauer und -umfang	25 min
Zuordnung zu folgenden Curricula	Bioverfahrenstechnik: Vertiefung A - Allgemeine Bioverfahrenstechnik: Wahlpflicht Chemical and Bioprocess Engineering: Vertiefung Allgemeine Verfahrenstechnik: Wahlpflicht Chemical and Bioprocess Engineering: Vertiefung Bioverfahrenstechnik: Wahlpflicht Computer Science: Vertiefung Intelligence Engineering: Wahlpflicht Computer Science: Vertiefung Computer and Software Engineering: Wahlpflicht Informatik-Ingenieurwesen: Vertiefung Informations- und Kommunikationstechnik: Wahlpflicht Informatik-Ingenieurwesen: Vertiefung Systemtechnik - Robotik: Wahlpflicht Internationales Wirtschaftsingenieurwesen: Vertiefung II. Informationstechnologie: Wahlpflicht

Lehrveranstaltung L1869: Soft-Computing	
Typ	Vorlesung
SWS	4
LP	6
Arbeitsaufwand in Stunden	Eigenstudium 124, Präsenzstudium 56
Dozenten	Prof. Karl-Heinz Zimmermann
Sprachen	DE/EN
Zeitraum	WiSe
Inhalt	
Literatur	

Modul M0667: Algorithmische Algebra

Lehrveranstaltungen			
Titel	Typ	SWS	LP
Algorithmische Algebra (L0422)	Vorlesung	3	5
Algorithmische Algebra (L0423)	Gruppenübung	1	1
Modulverantwortlicher	Dr. Prashant Batra		
Zulassungsvoraussetzungen	Keine		
Empfohlene Vorkenntnisse	Mathe I-III (Reelle Analysis, Rechnen in Vektorräumen, Vollst. Induktion) Diskrete Mathematik I (Gruppen, Ringe, Ideale, Körper; euklidischer Algorithmus)		
Modulziele/ angestrebte Lernergebnisse	Nach erfolgreicher Teilnahme haben die Studierenden die folgenden Lernergebnisse erreicht		
Fachkompetenz	Studierende sind in der Lage, logische Zusammenhänge zwischen diesen Konzepten zu diskutieren und anhand von Beispielen zu erläutern: Smith-Normalform, Chinesischer Restsatz, Gitterpunktsätze, Ganzzahlige Lösung von Ungleichungssystemen.		
<i>Wissen</i>			
Fertigkeiten	Studierende sind in der Lage, sich weitere logische Zusammenhänge zwischen den kennengelernten Konzepten selbständig zu erschließen und können diese verifizieren.		
<i>Fertigkeiten</i>			
Personale Kompetenzen	Studierende können zu gegebenen Problemstellungen einen geeigneten Lösungsansatz entwickeln, diesen verfolgen und die Ergebnisse kritisch auswerten, wie beispielsweise bei der Lösung multivariater Gleichungssysteme und in der Gitterpunkttheorie.		
<i>Sozialkompetenz</i> , <i>Selbstständigkeit</i>			
Arbeitsaufwand in Stunden	Eigenstudium 124, Präsenzstudium 56		
Leistungspunkte	6		
Prüfung	Mündliche Prüfung		
Prüfungsdauer und -umfang	30 min		
Zuordnung zu folgenden Curricula	Computer Science: Vertiefung Computer and Software Engineering: Wahlpflicht Computer Science: Vertiefung Intelligence Engineering: Wahlpflicht Informatik-Ingenieurwesen: Vertiefung Informations- und Kommunikationstechnik: Wahlpflicht Informatik-Ingenieurwesen: Vertiefung Systemtechnik - Robotik: Wahlpflicht		

Lehrveranstaltung L0422: Algorithmische Algebra

Typ	Vorlesung
SWS	3
LP	5
Arbeitsaufwand in Stunden	Eigenstudium 108, Präsenzstudium 42
Dozenten	Dr. Prashant Batra
Sprachen	DE

Zeitraum	WiSe
	<p>Erweiterter Euklidischer Algorithmus, Lösen der Bezout-Gleichung</p> <p>Teilen mit Rest in Ringen</p> <p>Schnelle Rechenalgorithmen (Konversion in Zahlformate, Schnelle Multiplikationen)</p> <p>Diskrete Fourier-Transformation in Ringe</p> <p>Rechnen mit modularen Resten, Lösen von Restsystemen (Chinesischer Restsatz), Lösbarkeit ganzzahliger Gleichungssysteme</p> <p>Linearisierung polynomialer Gleichungen - Matrizenansatz</p> <p>Sylvester-Matrix, Elimination</p> <p>Elimination in Ringen, Elimination mehrerer Veränderlicher</p> <p>Inhalt Buchberger-Algorithmus, Gröbner-Basis</p> <p>Minkowskischer Gitterpunktsatz und Ganzzahlige Optimierung</p> <p>LLL-Algorithmus zum Auffinden 'kurzer' Vektoren in polynomialer Zeit</p>
Literatur	<p>von zur Gathen, Joachim; Gerhard, Jürgen Modern computer algebra. 3rd ed. (English) Zbl 1277.68002 Cambridge: Cambridge University Press (ISBN 978-1-107-03903-2/hbk; 978-1-139-85606-5/ebook).</p> <p>Yap, Chee Keng Fundamental problems of algorithmic algebra. (English) Zbl 0999.68261 Oxford: Oxford University Press. xvi, 511 p. \$ 87.00 (2000).</p> <p>Free download for students from author's website: http://cs.nyu.edu/yap/book/berlin/</p> <p>Cox, David; Little, John; O'Shea, Donal Ideals, varieties, and algorithms. An introduction to computational algebraic geometry and commutative algebra. 3rd ed. (English) Zbl 1118.13001 Undergraduate Texts in Mathematics. New York, NY: Springer (ISBN 978-0-387-35650-1/hbk; 978-0-387-35651-8/ebook). xv, 551 p.</p> <p>eBook: http://dx.doi.org/10.1007/978-0-387-35651-8</p> <p>Concrete abstract algebra : from numbers to Gröbner bases / Niels Lauritzen Lauritzen, Niels Reprinted with corr. Cambridge [u.a.] : Cambridge Univ. Press, 2006 XIV, 240 S. : graph. Darst.</p>

	<p>Anmerkung: Includes bibliographical references and index 0-521-82679-9, 978-0-521-82679-2 (hbk.) : GBP 55.00</p> <p>ISBN: 0-521-53410-0, 978-0-521-53410-9 (pbk.) : USD 39.99</p> <p>Koepf, Wolfram Computer algebra. An algorithmic oriented introduction. (Computeralgebra. Eine algorithmisch orientierte Einführung.) (German) Zbl 1161.68881 Berlin: Springer (ISBN 3-540-29894-0/pbk). xiii, 515 p.</p> <p>springer eBook: http://dx.doi.org/10.1007/3-540-29895-9</p> <p>Kaplan, Michael Computer algebra. (Computeralgebra.) (German) Zbl 1093.68148 Berlin: Springer (ISBN 3-540-21379-1/pbk). xii, 391 p.</p> <p>springer eBook: http://dx.doi.org/10.1007/b137968</p>
--	---

Lehrveranstaltung L0423: Algorithmische Algebra	
Typ	Gruppenübung
SWS	1
LP	1
Arbeitsaufwand in Stunden	Eigenstudium 16, Präsenzstudium 14
Dozenten	Dr. Prashant Batra
Sprachen	DE
Zeitraum	WiSe
Inhalt	Siehe korrespondierende Vorlesung
Literatur	Siehe korrespondierende Vorlesung

Modul M0550: Digital Image Analysis			
Lehrveranstaltungen			
Titel	Typ	SWS	LP
Digitale Bildanalyse (L0126)	Vorlesung	4	6
Modulverantwortlicher	Prof. Rolf-Rainer Grigat		
Zulassungsvoraussetzungen	None		
Empfohlene Vorkenntnisse	System theory of one-dimensional signals (convolution and correlation, sampling theory, interpolation and decimation, Fourier transform, linear time-invariant systems), linear algebra (Eigenvalue decomposition, SVD), basic stochastics and statistics (expectation values, influence of sample size, correlation and covariance, normal distribution and its parameters), basics of Matlab, basics in optics		
Modulziele/ angestrebte Lernergebnisse	Nach erfolgreicher Teilnahme haben die Studierenden die folgenden Lernergebnisse erreicht		
Fachkompetenz	<p>Students can</p> <ul style="list-style-type: none"> Describe imaging processes Depict the physics of sensorics Explain linear and non-linear filtering of signals Establish interdisciplinary connections in the subject area and arrange them in their context Interpret effects of the most important classes of imaging sensors and displays using mathematical methods and physical models. 		
<i>Wissen</i>	<p>Students are able to</p> <ul style="list-style-type: none"> Use highly sophisticated methods and procedures of the subject area Identify problems and develop and implement creative solutions. 		
<i>Fertigkeiten</i>	<p>Students can solve simple arithmetical problems relating to the specification and design of image processing and image analysis systems.</p> <p>Students are able to assess different solution approaches in multidimensional decision-making areas.</p> <p>Students can undertake a prototypical analysis of processes in Matlab.</p>		
Personale Kompetenzen	k.A.		
<i>Sozialkompetenz</i>	k.A.		
<i>Selbstständigkeit</i>	Students can solve image analysis tasks independently using the relevant literature.		
Arbeitsaufwand in Stunden	Eigenstudium 124, Präsenzstudium 56		
Leistungspunkte	6		
Prüfung	Klausur		
Prüfungsdauer und -umfang	60 Minuten, Umfang Vorlesung und Materialien im StudIP		
	Computer Science: Vertiefung Intelligence Engineering: Wahlpflicht Elektrotechnik: Vertiefung Nachrichten- und Kommunikationstechnik: Wahlpflicht		

Zuordnung zu folgenden Curricula	Elektrotechnik: Vertiefung Medizintechnik: Wahlpflicht Informatik-Ingenieurwesen: Vertiefung Systemtechnik - Robotik: Wahlpflicht Information and Communication Systems: Vertiefung Kommunikationssysteme, Schwerpunkt Signalverarbeitung: Wahlpflicht Information and Communication Systems: Vertiefung Sichere und zuverlässige IT-Systeme, Schwerpunkt Software und Signalverarbeitung : Wahlpflicht Internationales Wirtschaftsingenieurwesen: Vertiefung II. Informationstechnologie: Wahlpflicht Mechatronics: Vertiefung Intelligente Systeme und Robotik: Wahlpflicht Microelectronics and Microsystems: Vertiefung Communication and Signal Processing: Wahlpflicht Theoretischer Maschinenbau: Technischer Ergänzungskurs: Wahlpflicht Theoretischer Maschinenbau: Vertiefung Numerik und Informatik: Wahlpflicht
---	---

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

Modul 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	1	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>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>		
<i>Wissen</i>			
<i>Fertigkeiten</i>	<p>The students are able to apply methods of digital signal processing to new problems. They can choose and parameterize suitable filter structures. In particular, they can design adaptive filters according to the minimum mean squared error (MMSE) criterion and develop an efficient implementation, e.g. based on the LMS or RLS algorithm. Furthermore, the students are able to apply methods of spectrum estimation and to take the effects of a limited observation window into account.</p>		
Personale Kompetenzen			
<i>Sozialkompetenz</i>	The students can jointly solve specific problems.		
<i>Selbstständigkeit</i>	The students are able to acquire relevant information from appropriate literature sources. They can control their level of knowledge during the lecture period by solving tutorial problems, software tools, clicker system.		
Arbeitsaufwand in Stunden	Eigenstudium 124, Präsenzstudium 56		
Leistungspunkte	6		
Prüfung	Klausur		
Prüfungsdauer und -umfang	90 min		
Zuordnung zu folgenden Curricula	<p>Computer Science: Vertiefung Intelligence Engineering: Wahlpflicht Elektrotechnik: Vertiefung Nachrichten- und Kommunikationstechnik: Wahlpflicht Elektrotechnik: Vertiefung Regelungs- und Energietechnik: Wahlpflicht Informatik-Ingenieurwesen: Vertiefung Systemtechnik - Robotik: Wahlpflicht Information and Communication Systems: Vertiefung Kommunikationssysteme, Schwerpunkt Signalverarbeitung: Wahlpflicht Mechanical Engineering and Management: Vertiefung Mechatronik: Wahlpflicht Mechatronics: Vertiefung Intelligente Systeme und Robotik: Wahlpflicht Microelectronics and Microsystems: Vertiefung Microelectronics Complements: Wahlpflicht</p>		

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	<p>K.-D. Kammeyer, K. Kroschel: Digitale Signalverarbeitung. Vieweg Teubner.</p> <p>V. Oppenheim, R. W. Schafer, J. R. Buck: Zeitdiskrete Signalverarbeitung. Pearson StudiumA. V.</p> <p>W. Hess: Digitale Filter. Teubner.</p> <p>Oppenheim, R. W. Schafer: Digital signal processing. Prentice Hall.</p> <p>S. Haykin: Adaptive filter theory.</p> <p>L. B. Jackson: Digital filters and signal processing. Kluwer.</p> <p>T.W. Parks, C.S. Burrus: Digital filter design. Wiley.</p>

Lehrveranstaltung L0447: Digital Signal Processing and Digital Filters	
Typ	Hörsaalübung
SWS	1
LP	2
Arbeitsaufwand in Stunden	Eigenstudium 46, Präsenzstudium 14
Dozenten	Prof. Gerhard Bauch
Sprachen	EN
Zeitraum	WiSe
Inhalt	Siehe korrespondierende Vorlesung
Literatur	Siehe korrespondierende Vorlesung

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>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 		
<i>Wissen</i>			
Fertigkeiten	<p>Die Studierenden können</p> <ul style="list-style-type: none"> • elementare Methoden der Bildverarbeitung implementieren und anwenden • moderne Methoden der Bildverarbeitung erklären und anwenden 		
<i>Fertigkeiten</i>			
Personale Kompetenzen	<p>Studierende können in heterogen zusammengesetzten Teams (d.h. aus unterschiedlichen Studiengängen und mit unterschiedlichem Hintergrundwissen) zusammenarbeiten und sich theoretische Grundlagen erklären.</p>		
<i>Sozialkompetenz</i>			
Selbstständigkeit	<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. 		
<i>Selbstständigkeit</i>			
Arbeitsaufwand in Stunden	Eigenstudium 124, Präsenzstudium 56		
Leistungspunkte	6		
Prüfung	Mündliche Prüfung		
Prüfungsdauer und -umfang	20 min		
Zuordnung zu folgenden Curricula	Bioverfahrenstechnik: Vertiefung A - Allgemeine Bioverfahrenstechnik: Wahlpflicht Computer Science: Vertiefung Intelligence Engineering: Wahlpflicht Elektrotechnik: Vertiefung Modellierung und Simulation: Wahlpflicht Informatik-Ingenieurwesen: Vertiefung Systemtechnik - Robotik: Wahlpflicht Mechatronics: Technischer Ergänzungskurs: Wahlpflicht Technomathematik: Vertiefung I. Mathematik: Wahlpflicht Theoretischer Maschinenbau: Vertiefung Numerik und Informatik: Wahlpflicht Theoretischer Maschinenbau: Technischer Ergänzungskurs: Wahlpflicht Verfahrenstechnik: Vertiefung Allgemeine Verfahrenstechnik: Wahlpflicht		

Lehrveranstaltung L0991: Mathematische Bildverarbeitung	
Typ	Vorlesung
SWS	3
LP	4
Arbeitsaufwand in Stunden	Eigenstudium 78, Präsenzstudium 42
Dozenten	Prof. Marko Lindner
Sprachen	DE/EN
Zeitraum	WiSe
Inhalt	<ul style="list-style-type: none"> • Elementare Methoden der Bildverarbeitung • Glättungsfilter • Grundlagen der Diffusions- bzw. Wärmeleitgleichung • Variationsformulierungen in der Bildverarbeitung • Kantenerkennung • 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 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	<p><i>Wissen</i></p> <p>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.</p> <p><i>Fertigkeiten</i></p> <p>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.</p>		
Personale Kompetenzen	<p><i>Sozialkompetenz</i></p> <p>The students work in teams to solve problems.</p> <p><i>Selbstständigkeit</i></p> <p>The students can reflect their knowledge and document the results of their work.</p>		
Arbeitsaufwand in Stunden	Eigenstudium 124, Präsenzstudium 56		
Leistungspunkte	6		
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 Intelligence Engineering: Wahlpflicht Elektrotechnik: Vertiefung Regelungs- und Energietechnik: Wahlpflicht Flugzeug-Systemtechnik: Vertiefung Kabinensysteme: Wahlpflicht Informatik-Ingenieurwesen: Vertiefung Systemtechnik - Robotik: Wahlpflicht International Production Management: Vertiefung Produktionstechnik: Wahlpflicht Internationales Wirtschaftsingenieurwesen: Vertiefung II. Mechatronik: Wahlpflicht Mechanical Engineering and Management: Vertiefung Mechatronik: Wahlpflicht Mechatronics: Vertiefung Intelligente Systeme und Robotik: Wahlpflicht Theoretischer Maschinenbau: Vertiefung Numerik und Informatik: Wahlpflicht		

	Theoretischer Maschinenbau: Technischer Ergänzungskurs: Wahlpflicht Verfahrenstechnik: Vertiefung Chemische Verfahrenstechnik: Wahlpflicht Verfahrenstechnik: Vertiefung Allgemeine Verfahrenstechnik: Wahlpflicht
--	--

Lehrveranstaltung L0344: Industrial Process Automation

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 Hrúz, 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 M0586: Effiziente Algorithmen

Lehrveranstaltungen			
Titel	Typ	SWS	LP
Effiziente Algorithmen (L0120)	Vorlesung	2	3
Effiziente Algorithmen (L1207)	Gruppenübung	2	3
Modulverantwortlicher	Prof. Siegfried Rump		
Zulassungsvoraussetzungen	Keine		
Empfohlene Vorkenntnisse	Programmieren in Matlab und/oder C Grundkenntnisse in diskreter Mathematik		
Modulziele/ angestrebte Lernergebnisse	Nach erfolgreicher Teilnahme haben die Studierenden die folgenden Lernergebnisse erreicht		
Fachkompetenz	<p><i>Wissen</i></p> <p>Die Studierenden können die grundlegenden Theorien, Zusammenhänge und Methoden der Netzwerkalgorithmen und insbesondere deren Datenstrukturen erklären. Sie können das Rechenzeitverhalten wesentlicher Netzwerkalgorithmen beschreiben und analysieren. Die Studierenden können insbesondere zwischen effizient lösbaren und NP-harten Aufgabenstellungen diskriminieren.</p> <p><i>Fertigkeiten</i></p> <p>Die Studenten können komplexe Problemstellungen analysieren und die Möglichkeiten der Transformation in Netzwerkalgorithmen bestimmen. Sie können grundlegende Algorithmen und Datenstrukturen der linearen Optimierung und Netzwerktheorie effizient implementieren und mögliche Schwachstellen identifizieren. Sie können die Auswirkung der Nutzung verschiedener effizienter Datenstrukturen selbständig analysieren und jene gegebenenfalls einsetzen.</p>		
Personale Kompetenzen	<p><i>Sozialkompetenz</i></p> <p>Die Studierenden können in kleinen Gruppen fachspezifische Aufgaben gemeinsam bearbeiten und Ergebnisse in geeigneter Weise präsentieren, zum Beispiel während Kleingruppenübungen.</p> <p><i>Selbstständigkeit</i></p> <p>Die Studierenden sind in der Lage, die notwendigen Informationen aus den angegebenen Literaturquellen zu beschaffen und in den Kontext der Vorlesung zu setzen. Sie können ihren Wissensstand mit Hilfe vorlesungsbegleitender Maßnahmen (Quiz-Fragen in den Vorlesungen, klausurnahe Aufgaben) kontinuierlich überprüfen und auf dieser Basis ihre Lernprozesse steuern.</p>		
Arbeitsaufwand in Stunden	Eigenstudium 124, Präsenzstudium 56		

Leistungspunkte	6
Prüfung	Klausur
Prüfungsdauer und -umfang	30 min
Zuordnung zu folgenden Curricula	Computer Science: Vertiefung Intelligence Engineering: Wahlpflicht Computer Science: Vertiefung Computer and Software Engineering: Wahlpflicht Elektrotechnik: Vertiefung Modellierung und Simulation: Wahlpflicht Informatik-Ingenieurwesen: Vertiefung Informations- und Kommunikationstechnik: Wahlpflicht Informatik-Ingenieurwesen: Vertiefung Systemtechnik - Robotik: Wahlpflicht Informatik-Ingenieurwesen: Vertiefung Wissenschaftliches Rechnen: Wahlpflicht Theoretischer Maschinenbau: Technischer Ergänzungskurs: Wahlpflicht Theoretischer Maschinenbau: Vertiefung Numerik und Informatik: Wahlpflicht

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

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

Modul M0676: Digitale Nachrichtenübertragung	
Lehrveranstaltungen	
Titel	Typ SWS LP
Digitale Nachrichtenübertragung (L0444)	Vorlesung 2 3
Digitale Nachrichtenübertragung (L0445)	Hörsaalübung 1 2
Praktikum Digitale Nachrichtenübertragung (L0646)	Laborpraktikum 1 1
Modulverantwortlicher	Prof. Gerhard Bauch
Zulassungsvoraussetzungen	Keine
Empfohlene Vorkenntnisse	<ul style="list-style-type: none"> • Mathematik 1-3 • Signale und Systeme • Einführung in die Nachrichtentechnik und ihre stochastischen Methoden
Modulziele/ angestrebte Lernergebnisse	Nach erfolgreicher Teilnahme haben die Studierenden die folgenden Lernergebnisse erreicht
Fachkompetenz	Die Studierenden sind in der Lage, moderne digitale Nachrichtenübertragungsverfahren zu verstehen, zu vergleichen und zu entwerfen. Sie sind vertraut mit den Eigenschaften linearer und nicht-linearer digitaler Modulationsverfahren. Sie können die Verzerrungen durch Übertragungskanäle beschreiben sowie Empfänger einschließlich Kanalschätzung und Entzerrung entwerfen und beurteilen. Sie kennen die Prinzipien der Single Carrier- und Multicarrier-Übertragung und die Grundlagen wichtiger Vielfachzugriffsverfahren.
<i>Wissen</i>	
<i>Fertigkeiten</i>	Die Studierenden sind in der Lage, ein digitales Nachrichtenübertragungsverfahren einschließlich Vielfachzugriff zu analysieren und zu entwerfen. Sie sind in der Lage, ein hinsichtlich Übertragungsrate, Bandbreitebedarf, Fehlerwahrscheinlichkeit und weiterer Signaleigenschaften geeignetes digitales Modulationsverfahren zu wählen. Sie können einen geeigneten Detektor einschließlich Kanalschätzung und Entzerrung entwerfen und dabei Eigenschaften suboptimaler Verfahren hinsichtlich Leistungsfähigkeit und Aufwand berücksichtigen. Sie sind in der Lage, ein Single-Carrierverfahren oder ein Multicarrier-Verfahren zu dimensionieren und die Eigenschaften beider Ansätze gegeneinander abzuwägen.
Personale Kompetenzen	
<i>Sozialkompetenz</i>	Die Studierenden können in fachspezifische Aufgaben gemeinsam bearbeiten.
<i>Selbstständigkeit</i>	Die Studierenden sind in der Lage, die notwendigen Informationen aus geeigneten Literaturquellen selbständig zu beschaffen und in den Kontext der Vorlesung zu setzen. Sie können ihren Wissensstand mit Hilfe vorlesungsbegleitender Maßnahmen (klausurnahe Aufgaben, Software-Tools, Clicker-System) kontinuierlich überprüfen und auf dieser Basis ihre Lernprozesse steuern.
Arbeitsaufwand in Stunden	Eigenstudium 124, Präsenzstudium 56
Leistungspunkte	6
Prüfung	Klausur
Prüfungsdauer und -umfang	90 min
Zuordnung zu folgenden Curricula	Computer Science: Vertiefung Intelligence Engineering: Wahlpflicht Elektrotechnik: Kernqualifikation: Pflicht Informatik-Ingenieurwesen: Vertiefung Informations- und Kommunikationstechnik: Wahlpflicht Informatik-Ingenieurwesen: Vertiefung Systemtechnik - Robotik: Wahlpflicht Information and Communication Systems: Vertiefung Kommunikationssysteme: Pflicht Information and Communication Systems: Vertiefung Sichere und zuverlässige IT-Systeme, Schwerpunkt Netze: Wahlpflicht

	Internationales Wirtschaftsingenieurwesen: Vertiefung II. Informationstechnologie: Wahlpflicht Internationales Wirtschaftsingenieurwesen: Vertiefung II. Elektrotechnik: Wahlpflicht
--	---

Lehrveranstaltung L0444: Digitale Nachrichtenübertragung

Typ	Vorlesung
SWS	2
LP	3
Arbeitsaufwand in Stunden	Eigenstudium 62, Präsenzstudium 28
Dozenten	Prof. Gerhard Bauch
Sprachen	DE/EN
Zeitraum	WiSe
Inhalt	<ul style="list-style-type: none"> • Digitale Modulationsverfahren • Kohärente und nicht-kohärente Detektion • Kanalschätzung und Entzerrung • Single-Carrier- und Multicarrierübertragungsverfahren, Vielfachzugriffsverfahren (TDMA, FDMA, CDMA, OFDM)
Literatur	K. Kammeyer: Nachrichtenübertragung, Teubner P.A. Höher: Grundlagen der digitalen Informationsübertragung, Teubner. J.G. Proakis, M. Salehi: Digital Communications. McGraw-Hill. S. Haykin: Communication Systems. Wiley R.G. Gallager: Principles of Digital Communication. Cambridge A. Goldsmith: Wireless Communication. Cambridge. D. Tse, P. Viswanath: Fundamentals of Wireless Communication. Cambridge.

Lehrveranstaltung L0445: Digitale Nachrichtenübertragung

Typ	Hörsaalübung
SWS	1
LP	2
Arbeitsaufwand in Stunden	Eigenstudium 46, Präsenzstudium 14
Dozenten	Prof. Gerhard Bauch
Sprachen	DE/EN
Zeitraum	WiSe
Inhalt	Siehe korrespondierende Vorlesung
Literatur	Siehe korrespondierende Vorlesung

Lehrveranstaltung L0646: Praktikum Digitale Nachrichtenübertragung	
Typ	Laborpraktikum
SWS	1
LP	1
Arbeitsaufwand in Stunden	Eigenstudium 16, Präsenzstudium 14
Dozenten	Prof. Gerhard Bauch
Sprachen	DE/EN
Zeitraum	WiSe
Inhalt	<ul style="list-style-type: none"> - DSL-Übertragung - Stochastische Prozesse - Digitale Datenübertragung
Literatur	<p>K. Kammeyer: Nachrichtenübertragung, Teubner</p> <p>P.A. Höher: Grundlagen der digitalen Informationsübertragung, Teubner.</p> <p>J.G. Proakis, M. Salehi: Digital Communications. McGraw-Hill.</p> <p>S. Haykin: Communication Systems. Wiley</p> <p>R.G. Gallager: Principles of Digital Communication. Cambridge</p> <p>A. Goldsmith: Wireless Communication. Cambridge.</p> <p>D. Tse, P. Viswanath: Fundamentals of Wireless Communication. Cambridge.</p>

Modul M0926: Verteilte Algorithmen

Lehrveranstaltungen

Titel	Typ	SWS	LP
Verteilte Algorithmen (L1071)	Vorlesung	2	3
Verteilte Algorithmen (L1072)	Hörsaalübung	2	3

Modulverantwortlicher	Prof. Volker Turau
Zulassungsvoraussetzungen	Keine
Empfohlene Vorkenntnisse	<ul style="list-style-type: none"> • Algorithmen und Datenstrukturen • Verteilte Systeme • Diskrete Mathematik • Graphentheorie
Modulziele/ angestrebte Lernergebnisse	Nach erfolgreicher Teilnahme haben die Studierenden die folgenden Lernergebnisse erreicht
Fachkompetenz	<p>Studierende können die wichtigsten Abstraktion von Verteilten Algorithmen erklären (synchrones/asynchrones Model, nachrichtenbasierte und speicherbasierte Kommunikation, Randomisierung). Sie sind in der Lage, komplexitätsmaße für verteilte Algorithmen zu beschreiben (Runden-, Nachrichten- und Speicherkomplexität). Sie können Basisalgorithmen für die wichtigsten verteilten Probleme: Leader election, wechselseitiger Ausschluss, Graphfärbungen, Spannbäume beschreiben. Sie kennen die wesentlichen Techniken von randomisierten Algorithmen.</p>
<i>Wissen</i>	
<i>Fertigkeiten</i>	Studierende können eigene verteilte Algorithmen entwerfen und der Komplexität analysieren. Sie greifen dabei auf existierende Standardalgorithmen zurück. Sie analysieren die Komplexität randomisierter Algorithmen.
Personale Kompetenzen	
<i>Sozialkompetenz</i>	
<i>Selbstständigkeit</i>	
Arbeitsaufwand in Stunden	Eigenstudium 124, Präsenzstudium 56
Leistungspunkte	6
Prüfung	Mündliche Prüfung
Prüfungsdauer und -umfang	45 min
Zuordnung zu folgenden Curricula	Computer Science: Vertiefung Computer and Software Engineering: Wahlpflicht Computer Science: Vertiefung Intelligence Engineering: Wahlpflicht Informatik-Ingenieurwesen: Vertiefung Informations- und Kommunikationstechnik: Wahlpflicht Informatik-Ingenieurwesen: Vertiefung Systemtechnik - Robotik: Wahlpflicht Theoretischer Maschinenbau: Technischer Ergänzungskurs: Wahlpflicht Theoretischer Maschinenbau: Vertiefung Numerik und Informatik: Wahlpflicht

Lehrveranstaltung L1071: Verteilte Algorithmen	
Typ	Vorlesung
SWS	2
LP	3
Arbeitsaufwand in Stunden	Eigenstudium 62, Präsenzstudium 28
Dozenten	Prof. Volker Turau
Sprachen	DE/EN
Zeitraum	WiSe
Inhalt	<ul style="list-style-type: none"> • Leader Election • Färbungen & Unabhängige Mengen • Algorithmen für Bäume • Minimal aufspannende Bäume • Randomisierte Verteilte Algorithmen • Wechselseitiger Ausschluss
Literatur	<ol style="list-style-type: none"> 1. David Peleg: Distributed Computing - A Locality-Sensitive Approach. SIAM Monograph, 2000 2. Gerard Tel: Introduction to Distributed Algorithms, Cambridge University Press, 2nd edition, 2000 3. Nancy Lynch: Distributed Algorithms. Morgan Kaufmann, 1996 4. Volker Turau: Algorithmische Graphentheorie. Oldenbourg Wissenschaftsverlag, 3. Auflage, 2004.

Lehrveranstaltung L1072: Verteilte Algorithmen	
Typ	Hörsaalübung
SWS	2
LP	3
Arbeitsaufwand in Stunden	Eigenstudium 62, Präsenzstudium 28
Dozenten	Prof. Volker Turau
Sprachen	DE/EN
Zeitraum	WiSe
Inhalt	Siehe korrespondierende Vorlesung
Literatur	Siehe korrespondierende Vorlesung

Modul M0629: Intelligent Autonomous Agents and Cognitive Robotics

Lehrveranstaltungen

Titel	Typ	SWS	LP
Intelligente Autonome Agenten und kognitive Robotik (L0341)	Vorlesung	2	4
Intelligente Autonome Agenten und kognitive Robotik (L0512)	Gruppenübung	2	2

Modulverantwortlicher	Rainer Marrone
------------------------------	----------------

Zulassungsvoraussetzungen	None
----------------------------------	------

Empfohlene Vorkenntnisse	Vectors, matrices, Calculus
---------------------------------	-----------------------------

Modulziele/ angestrebte Lernergebnisse	Nach erfolgreicher Teilnahme haben die Studierenden die folgenden Lernergebnisse erreicht
---	---

Fachkompetenz	<p>Students can explain the agent abstraction, define intelligence in terms of rational behavior, and give details about agent design (goals, utilities, environments). They can describe the main features of environments. The notion of adversarial agent cooperation can be discussed in terms of decision problems and algorithms for solving these problems. For dealing with uncertainty in real-world scenarios, students can summarize how Bayesian networks can be employed as a knowledge representation and reasoning formalism in static and dynamic settings. In addition, students can define decision making procedures in simple and sequential settings, with and with complete access to the state of the environment. In this context, students can describe techniques for solving (partially observable) Markov decision problems, and they can recall techniques for measuring the value of information. Students can identify techniques for simultaneous localization and mapping, and can explain planning techniques for achieving desired states. Students can explain coordination problems and decision making in a multi-agent setting in term of different types of equilibria, social choice functions, voting protocol, and mechanism design techniques.</p>
<i>Wissen</i>	
<i>Fertigkeiten</i>	<p>Students can select an appropriate agent architecture for concrete agent application scenarios. For simplified agent application students can derive decision trees and apply basic optimization techniques. For those applications they can also create Bayesian networks/dynamic Bayesian networks and apply bayesian reasoning for simple queries. Students can also name and apply different sampling techniques for simplified agent scenarios. For simple and complex decision making students can compute the best action or policies for concrete settings. In multi-agent situations students will apply techniques for finding different equilibria states,e.g., Nash equilibria. For multi-agent decision making students will apply different voting protocols and compare and explain the results.</p>
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
------------------------	---

Prüfung	Klausur
----------------	---------

Prüfungsdauer und -umfang	90 Minuten
----------------------------------	------------

	Computer Science: Vertiefung Intelligence Engineering: Wahlpflicht Informatik-Ingenieurwesen: Vertiefung Systemtechnik - Robotik: Wahlpflicht International Production Management: Vertiefung Produktionstechnik: Wahlpflicht
--	---

Zuordnung zu folgenden Curricula	Internationales Wirtschaftsingenieurwesen: Vertiefung II. Informationstechnologie: Wahlpflicht Mechatronics: Technischer Ergänzungskurs: Wahlpflicht Mediziningenieurwesen: Vertiefung Künstliche Organe und Regenerative Medizin: Wahlpflicht Mediziningenieurwesen: Vertiefung Implantate und Endoprothesen: Wahlpflicht Mediziningenieurwesen: Vertiefung Medizin- und Regelungstechnik: Wahlpflicht Mediziningenieurwesen: Vertiefung Management und Administration: Wahlpflicht
---	---

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 informatio 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 M1302: Angewandte Humanoide Robotik			
Lehrveranstaltungen			
Titel	Typ	SWS	LP
Humanoide Robotik (L1794)	Projekt-/problembasierte Lehrveranstaltung	6 Lehrveranstaltung	6
Modulverantwortlicher	Prof. Herbert Werner		
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>			
Fertigkeiten	<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>Fertigkeiten</i>			
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>			
Selbstständigkeit	<ul style="list-style-type: none"> Die Studierenden sind in der Lage, die notwendigen Informationen aus den angegebenen Literaturquellen zu beschaffen und in den Kontext der Lehrveranstaltung zu setzen. Sie können sich eigenständig Aufgaben definieren und geeignete Mittel zur Umsetzung einsetzen. 		
<i>Selbstständigkeit</i>			
Arbeitsaufwand in Stunden	Eigenstudium 96, Präsenzstudium 84		
Leistungspunkte	6		
Prüfung	Schriftliche Ausarbeitung		
Prüfungsdauer und -umfang	5-10 Seiten		
Zuordnung zu folgenden	Computer Science: Vertiefung Intelligence Engineering: Wahlpflicht Informatik-Ingenieurwesen: Vertiefung Systemtechnik - Robotik: Wahlpflicht		

Curricula	Mechatronics: Vertiefung Intelligente Systeme und Robotik: Wahlpflicht Theoretischer Maschinenbau: Vertiefung Bio- und Medizintechnik: Wahlpflicht Theoretischer Maschinenbau: Technischer Ergänzungskurs: Wahlpflicht
------------------	--

Lehrveranstaltung L1794: Humanoide Robotik	
Typ	Projekt-/problembasierte Lehrveranstaltung
SWS	6
LP	6
Arbeitsaufwand in Stunden	Eigenstudium 96, Präsenzstudium 84
Dozenten	Prof. Herbert Werner
Sprachen	DE/EN
Zeitraum	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 M0747: Microsystem Design			
Lehrveranstaltungen			
Titel	Typ	SWS	LP
Mikrosystementwurf (L0683)	Vorlesung	2	3
Mikrosystementwurf (L0684)	Laborpraktikum	3	3
Modulverantwortlicher	Prof. Manfred Kasper		
Zulassungsvoraussetzungen	None		
Empfohlene Vorkenntnisse	Mathematical Calculus, Linear Algebra, Microsystem 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 and most common simulation and design methods used in microsystem design. The scientific background of finite element methods and the basic theory of these methods are known.		
<i>Fertigkeiten</i>	Students are able to apply simulation methods and commercial simulators in a goal oriented approach to complex design tasks. Students know to apply the theory in order to achieve estimates of expected accuracy and can judge and verify the correctness of results. Students are able to develop a design approach even if only incomplete information about material data or constraints are available. Student can make use of approximate and reduced order models in a preliminary design stage or a system simulation.		
Personale Kompetenzen			
<i>Sozialkompetenz</i>	Students are able to solve specific problems alone or in a group and to present the results accordingly. Students can develop and explain their solution approach and subdivide the design task to subproblems which are solved separately by group members.		
<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 110, Präsenzstudium 70		
Leistungspunkte	6		
Prüfung	Mündliche Prüfung		
Prüfungsdauer und -umfang	30 min		
Zuordnung zu folgenden Curricula	Elektrotechnik: Vertiefung Nanoelektronik und Mikrosystemtechnik: Wahlpflicht Elektrotechnik: Vertiefung Modellierung und Simulation: Wahlpflicht Informatik-Ingenieurwesen: Vertiefung Systemtechnik - Robotik: Wahlpflicht Microelectronics and Microsystems: Kernqualifikation: Wahlpflicht		

Lehrveranstaltung L0683: Microsystem Design	
Typ	Vorlesung
SWS	2
LP	3
Arbeitsaufwand in Stunden	Eigenstudium 62, Präsenzstudium 28
Dozenten	Prof. Manfred Kasper
Sprachen	EN
Zeitraum	SoSe
Inhalt	Finite difference methods Approximation error Finite element method Order of convergence Error estimation, mesh refinement Makromodeling Reduced order modeling Black-box models System identification Multi-physics systems System simulation Levels of simulation, network simulation Transient problems Non-linear problems Introduction to Comsol Application to thermal, electric, electromagnetic, mechanical and fluidic problems
Literatur	M. Kasper: Mikrosystementwurf, Springer (2000) S. Senturia: Microsystem Design, Kluwer (2001)

Lehrveranstaltung L0684: Microsystem Design	
Typ	Laborpraktikum
SWS	3
LP	3
Arbeitsaufwand in Stunden	Eigenstudium 48, Präsenzstudium 42
Dozenten	Prof. Manfred Kasper
Sprachen	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>	<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>Fertigkeiten</i>	<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	<ul style="list-style-type: none"> Students can work in small groups on specific problems to arrive at joint solutions. Students are able to find required information in sources provided (lecture notes, literature, software documentation) and use it to solve given problems. 		
<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		

Prüfung	Mündliche Prüfung
Prüfungsdauer und -umfang	30 min
Zuordnung zu folgenden Curricula	<p>Computer Science: Vertiefung Intelligence Engineering: Wahlpflicht Elektrotechnik: Vertiefung Regelungs- und Energietechnik: Wahlpflicht Energietechnik: Kernqualifikation: Wahlpflicht Flugzeug-Systemtechnik: Vertiefung Flugzeugsysteme: Wahlpflicht Informatik-Ingenieurwesen: Vertiefung Systemtechnik - Robotik: Wahlpflicht 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: Technischer Ergänzungskurs: Wahlpflicht Theoretischer Maschinenbau: Kernqualifikation: Wahlpflicht</p>

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 H_2 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 (H_2, 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 M0551: Pattern Recognition and Data Compression			
Lehrveranstaltungen			
Titel	Typ	SWS	LP
Mustererkennung und Datenkompression (L0128)	Vorlesung	4	6
Modulverantwortlicher	Prof. Rolf-Rainer Grigat		
Zulassungsvoraussetzungen	None		
Empfohlene Vorkenntnisse	Linear algebra (including PCA, unitary transforms), stochastics and statistics, binary arithmetics		
Modulziele/ angestrebte Lernergebnisse	Nach erfolgreicher Teilnahme haben die Studierenden die folgenden Lernergebnisse erreicht		
Fachkompetenz	<p><i>Wissen</i></p> <p>Students can name the basic concepts of pattern recognition and data compression.</p> <p>Students are able to discuss logical connections between the concepts covered in the course and to explain them by means of examples.</p> <p><i>Fertigkeiten</i></p> <p>Students can apply statistical methods to classification problems in pattern recognition and to prediction in data compression. On a sound theoretical and methodical basis they can analyze characteristic value assignments and classifications and describe data compression and video signal coding. They are able to use highly sophisticated methods and processes of the subject area. Students are capable of assessing different solution approaches in multidimensional decision-making areas.</p>		
Personale Kompetenzen	<p><i>Sozialkompetenz</i></p> <p>k.A.</p> <p><i>Selbstständigkeit</i></p> <p>Students are capable of identifying problems independently and of solving them scientifically, using the methods they have learnt.</p>		
Arbeitsaufwand in Stunden	Eigenstudium 124, Präsenzstudium 56		
Leistungspunkte	6		
Prüfung	Klausur		
Prüfungsdauer und -umfang	60 Minuten, Umfang Vorlesung und Materialien im StudIP		
Zuordnung zu folgenden Curricula	Computer Science: Vertiefung Intelligence Engineering: Wahlpflicht Elektrotechnik: Vertiefung Nachrichten- und Kommunikationstechnik: Wahlpflicht Informatik-Ingenieurwesen: Vertiefung Systemtechnik - Robotik: 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 Internationales Wirtschaftsingenieurwesen: Vertiefung II. Elektrotechnik: Wahlpflicht Theoretischer Maschinenbau: Vertiefung Numerik und Informatik: Wahlpflicht Theoretischer Maschinenbau: Technischer Ergänzungskurs: Wahlpflicht		

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

Modul M0673: Informationstheorie und Codierung			
Lehrveranstaltungen			
Titel	Typ	SWS	LP
Informationstheorie und Codierung (L0436)	Vorlesung	3	4
Informationstheorie und Codierung (L0438)	Hörsaalübung	1	2
Modulverantwortlicher	Prof. Gerhard Bauch		
Zulassungsvoraussetzungen	Keine		
Empfohlene Vorkenntnisse	<ul style="list-style-type: none"> • Mathematik 1-3 • Wahrscheinlichkeitsrechnung und Stochastische Prozesse • Grundkenntnisse der Nachrichtentechnik, z.B. aus der Vorlesung "Einführung in die Nachrichtentechnik und deren stochastische Methoden" 		
Modulziele/ angestrebte Lernergebnisse	Nach erfolgreicher Teilnahme haben die Studierenden die folgenden Lernergebnisse erreicht		
Fachkompetenz	<p><i>Wissen</i></p> <p>Die Studierenden kennen die grundlegenden Definitionen zur informationstheoretischen Quantifizierung von Information. Sie kennen das Shannonsche Quellencodierungstheorem sowie das Kanalcodierungstheorem und können damit Grenzen der Kompression bzw. der fehlerfreien Datenübertragung bestimmen. Sie verstehen die Grundprinzipien der Datenkompression (Quellencodierung) und der fehlererkennenden und fehlerkorrigierenden Kanalcodierung. Sie sind mit den Prinzipien der Decodierung vertraut, insbesondere mit modernen Verfahren der iterativen Decodierung. Sie kennen grundlegende Codierverfahren, deren Eigenschaften und Decodierverfahren.</p> <p><i>Fertigkeiten</i></p> <p>Die Studierenden sind in der Lage, die Grenzen der Datenkompression bzw. der Datenübertragungsrate für gestörte Kanäle zu bestimmen und damit ein Übertragungsverfahren zu dimensionieren. Sie sind in der Lage, die Parameter eines fehlererkennenden bzw. fehlerkorrigierenden Kanalcodierungsverfahrens zum Erreichen gegebener Zielvorgaben abzuschätzen. Sie sind in der Lage, die Eigenschaften grundlegender Kanalcodierungs- und Decodierungsverfahren hinsichtlich Fehlerkorrektureigenschaften, Decodierverzögerung und Decodierkomplexität zu vergleichen und ein geeignetes Verfahren auszuwählen. Sie sind in der Lage, grundlegende Codier- und Decodierverfahren in Software zu implementieren.</p>		
Personale Kompetenzen	<p><i>Sozialkompetenz</i></p> <p>Die Studierenden können in fachspezifische Aufgaben gemeinsam bearbeiten.</p> <p><i>Selbstständigkeit</i></p> <p>Die Studierenden sind in der Lage, die notwendigen Informationen aus geeigneten Literaturquellen selbstständig zu beschaffen und in den Kontext der Vorlesung zu setzen. Sie können ihren Wissensstand mit Hilfe vorlesungsbegleitender Maßnahmen (klausurnahe Aufgaben, Software-Tools, Clicker-System) kontinuierlich überprüfen und auf dieser Basis ihre Lernprozesse steuern.</p>		
Arbeitsaufwand in Stunden	Eigenstudium 124, Präsenzstudium 56		
Leistungspunkte	6		
Prüfung	Klausur		
Prüfungsdauer und -umfang	90 min		
	Computer Science: Vertiefung Intelligence Engineering: Wahlpflicht Elektrotechnik: Vertiefung Nachrichten- und Kommunikationstechnik: Wahlpflicht		

**Zuordnung zu folgenden
Curricula**

Informatik-Ingenieurwesen: Vertiefung Informations- und Kommunikationstechnik:
Wahlpflicht
Informatik-Ingenieurwesen: Vertiefung Systemtechnik - Robotik: Wahlpflicht
Information and Communication Systems: Kernqualifikation: Pflicht
Internationales Wirtschaftsingenieurwesen: Vertiefung II. Elektrotechnik: Wahlpflicht
Mechatronik: Technischer Ergänzungskurs: Wahlpflicht

Lehrveranstaltung L0436: Informationstheorie und Codierung	
Typ	Vorlesung
SWS	3
LP	4
Arbeitsaufwand in Stunden	Eigenstudium 78, Präsenzstudium 42
Dozenten	Prof. Gerhard Bauch
Sprachen	DE/EN
Zeitraum	SoSe
Inhalt	<ul style="list-style-type: none"> • Grundlagen der Informationstheorie <ul style="list-style-type: none"> ◦ Selbstinformation, Entropie, Mutual Information ◦ Quellencodierungstheorem, Kanalcodierungstheorem ◦ Kanalkapazität verschiedener Kanäle • Grundlegende Algorithmen der Quellencodierung: <ul style="list-style-type: none"> ◦ Huffman Code, Lempel Ziv Algorithmus • Grundlagen der Kanalcodierung <ul style="list-style-type: none"> ◦ Grundlegende Parameter der Kanalcodierung und deren Abschätzung durch obere und untere Schranken ◦ Prinzipien der Decodierung: Maximum-A-Posteriori Decodierung, Maximum-Likelihood Decodierung, Hard-Decision-Decodierung und Soft-Decision-Decodierung ◦ Bestimmung der Fehlerwahrscheinlichkeit • Blockcodes • Low Density Parity Check (LDPC) Codes und iterative Decodierung • Faltungscodes und Viterbi-Decodierung • Turbo Codes und iterative Decodierung • Codierte Modulation
Literatur	Bossert, M.: Kanalcodierung. Oldenbourg. Friedrichs, B.: Kanalcodierung. Springer. Lin, S., Costello, D.: Error Control Coding. Prentice Hall. Roth, R.: Introduction to Coding Theory. Johnson, S.: Iterative Error Correction. Cambridge. Richardson, T., Urbanke, R.: Modern Coding Theory. Cambridge University Press. Gallager, R. G.: Information theory and reliable communication. Wiley-VCH Cover, T., Thomas, J.: Elements of information theory. Wiley.

Lehrveranstaltung L0438: Informationstheorie und Codierung	
Typ	Hörsaalübung
SWS	1
LP	2
Arbeitsaufwand in Stunden	Eigenstudium 46, Präsenzstudium 14
Dozenten	Prof. Gerhard Bauch
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 details. 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		
Prüfung	Klausur		
Prüfungsdauer und -umfang	90 Minuten		
Zuordnung zu folgenden Curricula	Computer Science: Vertiefung Intelligence Engineering: Wahlpflicht Elektrotechnik: Vertiefung Medizintechnik: Wahlpflicht Informatik-Ingenieurwesen: Vertiefung Systemtechnik - Robotik: Wahlpflicht Internationales Wirtschaftsingenieurwesen: Vertiefung II. Elektrotechnik: Wahlpflicht Mechatronics: Vertiefung Intelligente Systeme und Robotik: Wahlpflicht Mediziningenieurwesen: Vertiefung Künstliche Organe und Regenerative Medizin: Wahlpflicht Mediziningenieurwesen: Vertiefung Implantate und Endoprothesen: Wahlpflicht Mediziningenieurwesen: Vertiefung Medizin- und Regelungstechnik: Wahlpflicht Mediziningenieurwesen: Vertiefung Management und Administration: Wahlpflicht Produktentwicklung, Werkstoffe und Produktion: Vertiefung Produktentwicklung: Wahlpflicht Produktentwicklung, Werkstoffe und Produktion: Vertiefung Produktion: Wahlpflicht Produktentwicklung, Werkstoffe und Produktion: Vertiefung Werkstoffe: Wahlpflicht Theoretischer Maschinenbau: Technischer Ergänzungskurs: Wahlpflicht Theoretischer Maschinenbau: Vertiefung Bio- und Medizintechnik: Wahlpflicht		

Lehrveranstaltung L0335: Robotics and Navigation in Medicine	
Typ	Vorlesung
SWS	2
LP	3
Arbeitsaufwand in Stunden	Eigenstudium 62, Präsenzstudium 28
Dozenten	Prof. Alexander Schlaefer
Sprachen	EN
Zeitraum	SoSe
Inhalt	<ul style="list-style-type: none"> - 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 M0711: Numerische Mathematik II

Lehrveranstaltungen			
Titel	Typ	SWS	LP
Numerische Mathematik II (L0568)	Vorlesung	2	3
Numerische Mathematik II (L0569)	Gruppenübung	2	3
Modulverantwortlicher	Prof. Sabine Le Borne		
Zulassungsvoraussetzungen	Keine		
Empfohlene Vorkenntnisse	<ul style="list-style-type: none"> Numerische Mathematik I MATLAB Kenntnisse 		
Modulziele/ angestrebte Lernergebnisse	Nach erfolgreicher Teilnahme haben die Studierenden die folgenden Lernergebnisse erreicht		
Fachkompetenz	<p>Studierende können</p> <ul style="list-style-type: none"> weiterführende numerische Verfahren zur Interpolation, Integration, Lösung von Ausgleichproblemen, Lösung von Eigenwertproblemen und nichtlinearen Nullstellenproblemen benennen und deren Kernideen erläutern, Konvergenzaussagen zu den numerischen Methoden wiedergeben, Konvergenzbeweise skizzieren, Aspekte der praktischen Durchführung numerischer Verfahren im Hinblick auf Rechenzeit und Speicherbedarf erklären. 		
<i>Wissen</i>			
Fertigkeiten	<p>Studierende sind in der Lage,</p> <ul style="list-style-type: none"> vertiefende numerische Methoden in MATLAB zu implementieren, anzuwenden und zu vergleichen, das Konvergenzverhalten numerischer Methoden in Abhängigkeit vom gestellten Problem und des verwendeten Lösungsalgorithmus zu begründen und auf verwandte Problemstellungen zu übertragen zu gegebener Problemstellung einen geeigneten Lösungsansatz zu entwickeln, gegebenenfalls durch Zusammensetzen mehrerer Algorithmen, diesen durchzuführen und die Ergebnisse kritisch auszuwerten. 		
<i>Fertigkeiten</i>			
Personale Kompetenzen	<p>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. 		
<i>Sozialkompetenz</i>			
Selbstständigkeit	<p>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. 		
<i>Selbstständigkeit</i>			
Arbeitsaufwand in Stunden	Eigenstudium 124, Präsenzstudium 56		
Leistungspunkte	6		
Prüfung	Mündliche Prüfung		
Prüfungsdauer und -umfang	25 min		

Zuordnung zu folgenden Curricula	Computer Science: Vertiefung Intelligence Engineering: Wahlpflicht Computer Science: Vertiefung Computer and Software Engineering: Wahlpflicht Informatik-Ingenieurwesen: Vertiefung Informations- und Kommunikationstechnik: Wahlpflicht Informatik-Ingenieurwesen: Vertiefung Systemtechnik - Robotik: Wahlpflicht Informatik-Ingenieurwesen: Vertiefung Wissenschaftliches Rechnen: Wahlpflicht Technomathematik: Vertiefung I. Mathematik: Wahlpflicht Theoretischer Maschinenbau: Vertiefung Numerik und Informatik: Wahlpflicht Theoretischer Maschinenbau: Technischer Ergänzungskurs: Wahlpflicht Theoretischer Maschinenbau: Vertiefung Numerik und Informatik: Wahlpflicht
---	--

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

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

Modul M1310: Methoden und Anwendungen der Differentialgeometrie

Lehrveranstaltungen

Titel	Typ	SWS	LP
Methoden und Anwendungen der Differentialgeometrie (L1808)	Vorlesung	4	6

Modulverantwortlicher	Prof. Karl-Heinz Zimmermann
------------------------------	-----------------------------

Zulassungsvoraussetzungen	Keine
----------------------------------	-------

Empfohlene Vorkenntnisse	Mathematik I-III
---------------------------------	------------------

Modulziele/ angestrebte Lernergebnisse	Nach erfolgreicher Teilnahme haben die Studierenden die folgenden Lernergebnisse erreicht
---	---

Fachkompetenz	<p>Fachliche Modulziele:</p> <p>Diese Vorlesung resümiert Inhalte der Vorlesungen über Analysis und lineare Algebra unter dem Gesichtspunkt der Abstraktion von Koordinaten und führt sodann in Methoden der Differentialgeometrie ein, die Anwendungen in der Computergraphik, der Robotik, aber auch den Feldgleichungen der Physik und ihrer Behandlung auf dem Rechner hat. Sie erhält zusätzliche Interdisziplinarität, indem Beziehungen zwischen in der Mathematik gebräuchlichen Datentypen wie Zahlen, Vektorräumen, Mannigfaltigkeiten und Datentypen auf dem Rechner hergestellt und mathematische Konstruktionen im Hinblick auf eine Rechnerimplementierung diskutiert werden.</p> <p>Inhalt:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Datentypbegriff, Zahlen und Zahlcodierungen, Diskretisierung kontinuierlicher Strukturen, Koordinatensysteme für Vektorräume und gekrümmte Flächen • Vektorräume , Tensoren, symplektische Formen, Quaternionen, äußere Algebra und Clifford-Algebren • Koordinatenfreie Vektoranalysis, Tangential- und Jet-Räume, Differenzialgleichungen, Variationsrechnung, Differentialformen und Integration • Elementare Differenzialgeometrie: Flächen im Raum, Riemann'sche Metrik, Krümmung, kovariante Ableitung, Geodätische • Mannigfaltigkeiten, Faserbündel, Tangentialbündel, Vektorfelder, Lie-Ableitung, Transformationsgruppen, symplektische Strukturen • Riemann'sche Mannigfaltigkeiten, Zusammenhang, Geodätische als Lösungen eines Variationsproblems, Krümmungstesenoren, Einstein-Mannigfaltigkeiten • Partielle Differenzialoperatoren, harmonische Analyse, Symmetriegruppen, • Klassische Mechanik, Feldgleichungen <p>Literatur:</p> <p>Agricola, Friedrich Vektoranalysis Vieweg/Teubner 2010</p> <p>A.C. Da Silva Lectures on Symplectic Geometry Springer L.N. Math. 1764</p> <p>J. Snugg Differential Geometry using Clifford's Algebra Birkhäuser 2010</p> <p>M.Desbrun et al. Discrete exterior calculus arXiv:math/0508341v2</p> <p>J.E.Marsden et al. Discrete Mechanics and Variational Integrators Acta Num. 2001</p>
Wissen	
Fertigkeiten	
Personale Kompetenzen	
Sozialkompetenz	

Selbstständigkeit	
Arbeitsaufwand in Stunden	Eigenstudium 124, Präsenzstudium 56
Leistungspunkte	6
Prüfung	Mündliche Prüfung
Prüfungsdauer und -umfang	25 min
Zuordnung zu folgenden Curricula	Computer Science: Vertiefung Intelligence Engineering: Wahlpflicht Informatik-Ingenieurwesen: Vertiefung Systemtechnik - Robotik: Wahlpflicht

Lehrveranstaltung L1808: Methoden und Anwendungen der Differentialgeometrie

Typ	Vorlesung
SWS	4
LP	6
Arbeitsaufwand in Stunden	Eigenstudium 124, Präsenzstudium 56
Dozenten	Prof. Georg Friedrich Mayer-Lindenberg
Sprachen	DE/EN
Zeitraum	SoSe
Inhalt	<p>Diese Vorlesung resümiert Grundbegriffe der Analysis und linearen Algebra unter dem Blickwinkel der Abstraktion von Koordinaten und führt dann in Methoden der Differentialgeometrie mit Anwendungen in der Computergraphik, der Robotik und den Feldgleichungen der Physik ein. Als CS-Kurs stellt sie auch Beziehungen zu Datentypen auf dem Rechner her und diskutiert Rechnerimplementierungen mathematischer Konstruktionen. Stichworte:</p> <p>Datentypbegriff, Algorithmen, Zahlen und Zahlcodierungen, Diskretisierung kontinuierlicher Strukturen, Koordinatensysteme; Vektorräume, Tensoren, Quaternionen, äußere Algebra, Clifford-Algebren, Lie-Algebren; koordinatenfreie Vektoranalysis, Vektorfelder, Lie-Ableitung, Differenzialgleichungen, Variationsrechnung, Differentialformen und -operatoren; Flächen im Raum, Krümmung, kovariante Ableitung, Geodätische; Mannigfaltigkeiten, Faserbündel, Transformationsgruppen, Riemann'sche Metriken, symplektische Strukturen; Symmetriegruppen, Invarianten, spezielle Funktionen</p>
Literatur	<p>Agricola, Friedrich, Vektoranalysis, Vieweg/Teubner 2010</p> <p>A.C. Da Silva, Lectures on Symplectic Geometry, Springer L.N. Math. 1764</p> <p>J. Snugg, Differential Geometry using Clifford's Algebra, Birkhäuser 2010</p> <p>T. Frankel The Geometry of Physics Cambridge U. P. 2012</p> <p>M.Desbrun et al. Discrete exterior calculus, arXiv:math/0508341v2</p> <p>J.Marsden et al. Discrete Mechanics and Variational Integrators, Acta numerica. 2001</p>

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></p> <p>Students can explain the difference between instance-based and model-based learning approaches, and they can enumerate basic machine learning technique for each of the two basic approaches, either on the basis of static data, or on the basis of incrementally incoming data . For dealing with uncertainty, students can describe suitable representation formalisms, and they explain how axioms, features, parameters, or structures used in these formalisms can be learned automatically with different algorithms. Students are also able to sketch different clustering techniques. They depict how the performance of learned classifiers can be improved by ensemble learning, and they can summarize how this influences computational learning theory. Algorithms for reinforcement learning can also be explained by students.</p> <p><i>Fertigkeiten</i></p> <p>Student derive decision trees and, in turn, propositional rule sets from simple and static data tables and are able to name and explain basic optimization techniques. They present and apply the basic idea of first-order inductive leaning. 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		
Prüfung	Klausur		
Prüfungsdauer und -umfang	90 Minuten		
Zuordnung zu folgenden Curricula	Computer Science: Vertiefung Intelligence Engineering: Wahlpflicht Informatik-Ingenieurwesen: Vertiefung Systemtechnik - Robotik: Wahlpflicht Internationales Wirtschaftsingenieurwesen: Vertiefung II. Informationstechnologie: Wahlpflicht Theoretischer Maschinenbau: Vertiefung Numerik und Informatik: Wahlpflicht Theoretischer Maschinenbau: Technischer Ergänzungskurs: Wahlpflicht		

Lehrveranstaltung L0340: Machine Learning and Data Mining	
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 M0549: Wissenschaftliches Rechnen und Genauigkeit

Lehrveranstaltungen

Titel	Typ	SWS	LP
Einschließungsmethoden (L0122)	Vorlesung	2	3
Einschließungsmethoden (L1208)	Gruppenübung	2	3

Modulverantwortlicher	Prof. Siegfried Rump
------------------------------	----------------------

Zulassungsvoraussetzungen	Keine
----------------------------------	-------

Empfohlene Vorkenntnisse	Grundkenntnisse in numerischer Mathematik
---------------------------------	---

Modulziele/ angestrebte Lernergebnisse	Nach erfolgreicher Teilnahme haben die Studierenden die folgenden Lernergebnisse erreicht
---	---

Fachkompetenz	<p><i>Wissen</i> Die Studenten haben vertiefte Kenntnisse von numerischen und seminumerischen Methoden mit dem Ziel, prinzipiell exakte und genaue Fehlerschranken zu berechnen. Für diverse, grundlegende Problemstellungen kennen sie Algorithmen mit der Verifikation der Korrektheit des Resultats.</p> <p><i>Fertigkeiten</i> Die Studenten können für grundlegende Probleme Algorithmen entwerfen, die korrekte Fehlerschranken für die Lösung berechnen und gleichzeitig die Empfindlichkeit in bezug auf Variation der Eingabedaten analysieren.</p>
Personale Kompetenzen	<p><i>Sozialkompetenz</i> Die Studierenden können in kleinen Gruppen fachspezifische Aufgaben gemeinsam bearbeiten und Ergebnisse in geeigneter Weise präsentieren, zum Beispiel während Kleingruppenübungen.</p> <p><i>Selbstständigkeit</i> Die Studierenden sind in der Lage, die notwendigen Informationen aus den angegebenen Literaturquellen zu beschaffen und in den Kontext der Vorlesung zu setzen. Sie können ihren Wissensstand mit Hilfe vorlesungsbegleitender Maßnahmen (Quiz-Fragen in den Vorlesungen, klausurnahe Aufgaben) kontinuierlich überprüfen und auf dieser Basis ihre Lernprozesse steuern.</p>

Arbeitsaufwand in Stunden	Eigenstudium 124, Präsenzstudium 56
----------------------------------	-------------------------------------

Leistungspunkte	6
------------------------	---

Prüfung	Mündliche Prüfung
----------------	-------------------

Prüfungsdauer und -umfang	30 min
----------------------------------	--------

	Bioverfahrenstechnik: Vertiefung A - Allgemeine Bioverfahrenstechnik: Wahlpflicht Computer Science: Vertiefung Intelligence Engineering: Wahlpflicht Computer Science: Vertiefung Computer and Software Engineering: Wahlpflicht Informatik-Ingenieurwesen: Vertiefung Systemtechnik - Robotik: Wahlpflicht
--	--

Zuordnung zu folgenden Curricula	Informatik-Ingenieurwesen: Vertiefung Wissenschaftliches Rechnen: Wahlpflicht Technomathematik: Vertiefung II. Informatik: Wahlpflicht Theoretischer Maschinenbau: Vertiefung Numerik und Informatik: Wahlpflicht Theoretischer Maschinenbau: Technischer Ergänzungskurs: Wahlpflicht Verfahrenstechnik: Vertiefung Allgemeine Verfahrenstechnik: Wahlpflicht Verfahrenstechnik: Vertiefung Chemische Verfahrenstechnik: Wahlpflicht
---	---

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

Lehrveranstaltung L1208: Einschließungsmethoden	
Typ	Gruppenübung
SWS	2
LP	3
Arbeitsaufwand in Stunden	Eigenstudium 62, Präsenzstudium 28
Dozenten	Prof. Siegfried Rump
Sprachen	DE
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	<ul style="list-style-type: none"> • Students can explain the advantages and shortcomings of the classical gain scheduling approach • They can explain the representation of nonlinear systems in the form of quasi-LPV systems • They can explain how stability and performance conditions for LPV systems can be formulated as LMI conditions • They can explain how gridding techniques can be used to solve analysis and synthesis problems for LPV systems • They are familiar with polytopic and LFT representations of LPV systems and some of the basic synthesis techniques associated with each of these model structures
<i>Wissen</i>	<ul style="list-style-type: none"> • Students can explain how graph theoretic concepts are used to represent the communication topology of multiagent systems • They can explain the convergence properties of first order consensus protocols • They can explain analysis and synthesis conditions for formation control loops involving either LTI or LPV agent models
<i>Fertigkeiten</i>	<ul style="list-style-type: none"> • Students can explain the state space representation of spatially invariant distributed systems that are discretized according to an actuator/sensor array • They can explain (in outline) the extension of the bounded real lemma to such distributed systems and the associated synthesis conditions for distributed controllers • Students are capable of constructing LPV models of nonlinear plants and carry out a mixed-sensitivity design of gain-scheduled controllers; they can do this using polytopic, LFT or general LPV models • They are able to use standard software tools (Matlab robust control toolbox) for these tasks
	<ul style="list-style-type: none"> • Students are able to design distributed formation controllers for groups of agents with either LTI or LPV dynamics, using Matlab tools provided • Students are able to design distributed controllers for spatially interconnected systems, using the Matlab MD-toolbox

Personale Kompetenzen	
<i>Sozialkompetenz</i>	Students can work in small groups and arrive at joint results.
<i>Selbstständigkeit</i>	Students are able to find required information in sources provided (lecture notes, literature, software documentation) and use it to solve given problems.
Arbeitsaufwand in Stunden	Eigenstudium 124, Präsenzstudium 56
Leistungspunkte	6
Prüfung	Mündliche Prüfung
Prüfungsdauer und -umfang	30 min
Zuordnung zu folgenden Curricula	<p>Computer Science: Vertiefung Intelligence Engineering: Wahlpflicht Elektrotechnik: Vertiefung Regelungs- und Energietechnik: Wahlpflicht Elektrotechnik: Vertiefung Regelungs- und Energietechnik: Wahlpflicht Flugzeug-Systemtechnik: Vertiefung Flugzeugsysteme: Wahlpflicht Flugzeug-Systemtechnik: Vertiefung Avionik und Eingebettete Systeme: Wahlpflicht Informatik-Ingenieurwesen: Vertiefung Systemtechnik - Robotik: Wahlpflicht Internationales Wirtschaftsingenieurwesen: Vertiefung II. Mechatronik: Wahlpflicht Mechatronics: Vertiefung Systementwurf: Wahlpflicht Mechatronics: Vertiefung Intelligente Systeme und Robotik: Wahlpflicht 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: Kernqualifikation: Wahlpflicht Theoretischer Maschinenbau: Technischer Ergänzungskurs: Wahlpflicht</p>

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 • Control of Spatially Interconnected Systems <ul style="list-style-type: none"> - Multidimensional signals, l2 and L2 signal norm - Multidimensional systems in Roesser state space form - Extension of real-bounded lemma to spatially interconnected systems - LMI-based synthesis of distributed controllers - Spatial LPV control of spatially varying systems - Applications: control of temperature profiles, vibration damping for an actuated beam
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 M0768: Microsystems Technology in Theory and Practice

Lehrveranstaltungen			
Titel	Typ	SWS	LP
Mikrosystemtechnologie (L0724)	Vorlesung	2	4
Mikrosystemtechnologie (L0725)	Projekt-/problembasierte Lehrveranstaltung	2	2
Modulverantwortlicher	Prof. Hoc Khiem Trieu		
Zulassungsvoraussetzungen	None		
Empfohlene Vorkenntnisse	Basics in physics, chemistry, mechanics and semiconductor technology		
Modulziele/ angestrebte Lernergebnisse	Nach erfolgreicher Teilnahme haben die Studierenden die folgenden Lernergebnisse erreicht		
Fachkompetenz	<p>Students are able</p> <ul style="list-style-type: none"> • to present and to explain current fabrication techniques for microstructures and especially methods for the fabrication of microsensors and microactuators, as well as the integration thereof in more complex systems <p style="text-align: right; margin-right: 20px;"><i>Wissen</i></p> <ul style="list-style-type: none"> • to explain in details operation principles of microsensors and microactuators and • to discuss the potential and limitation of microsystems in application. <p>Students are capable</p> <ul style="list-style-type: none"> • to analyze the feasibility of microsystems, • to develop process flows for the fabrication of microstructures and • to apply them. <p style="text-align: right; margin-right: 20px;"><i>Fertigkeiten</i></p>		
Personale Kompetenzen	<p style="text-align: right; margin-right: 20px;"><i>Sozialkompetenz</i></p> <p>Students are able to prepare and perform their lab experiments in team work as well as to present and discuss the results in front of audience.</p> <p style="text-align: right; margin-right: 20px;"><i>Selbstständigkeit</i></p> <p>None</p>		
Arbeitsaufwand in Stunden	Eigenstudium 124, Präsenzstudium 56		
Leistungspunkte	6		
Prüfung	Mündliche Prüfung		
Prüfungsdauer und -umfang	30 min		
	Elektrotechnik: Vertiefung Nanoelektronik und Mikrosystemtechnik: Wahlpflicht Elektrotechnik: Vertiefung Medizintechnik: Wahlpflicht Informatik-Ingenieurwesen: Vertiefung Systemtechnik - Robotik: Wahlpflicht Internationales Wirtschaftsingenieurwesen: Vertiefung II. Mechatronik: Wahlpflicht		

Zuordnung zu folgenden Curricula	Medizingenieurwesen: Vertiefung Künstliche Organe und Regenerative Medizin: Wahlpflicht Medizingenieurwesen: Vertiefung Implantate und Endoprothesen: Wahlpflicht Medizingenieurwesen: Vertiefung Medizin- und Regelungstechnik: Wahlpflicht Medizingenieurwesen: Vertiefung Management und Administration: Wahlpflicht Microelectronics and Microsystems: Kernqualifikation: Wahlpflicht
---	---

Lehrveranstaltung L0724: Microsystems Technology

Typ	Vorlesung
SWS	2
LP	4
Arbeitsaufwand in Stunden	Eigenstudium 92, Präsenzstudium 28
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
---------------	---

	<p>simulation; reliability test, physics-of-failure, Arrhenius equation, bath-tub relationship)</p> <ul style="list-style-type: none"> • 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 L0725: Microsystems Technology	
Typ	Projekt-/problembasierte Lehrveranstaltung
SWS	2
LP	2
Arbeitsaufwand in Stunden	Eigenstudium 32, Präsenzstudium 28
Dozenten	Prof. Hoc Khiem Trieu
Sprachen	EN
Zeitraum	WiSe
Inhalt	Siehe korrespondierende Vorlesung
Literatur	Siehe korrespondierende Vorlesung

Modul M0746: Microsystem Engineering

Lehrveranstaltungen			
Titel	Typ	SWS	LP
Mikrosystemtechnik (L0680)	Vorlesung	2	4
Mikrosystemtechnik (L0682)	Projekt-/problembasierte Lehrveranstaltung	2	2
Modulverantwortlicher	Prof. Manfred Kasper		
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	The students know about the most important technologies and materials of MEMS as well as their applications in sensors and actuators.		
<i>Wissen</i>			
<i>Fertigkeiten</i>	Students are able to analyze and describe the functional behaviour of MEMS components and to evaluate the potential of microsystems.		
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		
Prüfung	Klausur		
Prüfungsdauer und -umfang	zweistündig		
Zuordnung zu folgenden Curricula	Elektrotechnik: Kernqualifikation: Pflicht Informatik-Ingenieurwesen: Vertiefung Systemtechnik - Robotik: Wahlpflicht Internationales Wirtschaftsingenieurwesen: Vertiefung II. Elektrotechnik: Wahlpflicht Internationales Wirtschaftsingenieurwesen: Vertiefung II. Mechatronik: Wahlpflicht Mechanical Engineering and Management: Vertiefung Mechatronik: Wahlpflicht Mechatronics: Vertiefung Systementwurf: Wahlpflicht Medizingenieurwesen: Vertiefung Künstliche Organe und Regenerative Medizin: Wahlpflicht Medizingenieurwesen: Vertiefung Implantate und Endoprothesen: Wahlpflicht Medizingenieurwesen: Vertiefung Medizin- und Regelungstechnik: Wahlpflicht Medizingenieurwesen: Vertiefung Management und Administration: Wahlpflicht Microelectronics and Microsystems: Kernqualifikation: Wahlpflicht Theoretischer Maschinenbau: Technischer Ergänzungskurs: Wahlpflicht Theoretischer Maschinenbau: Vertiefung Bio- und Medizintechnik: Wahlpflicht		

Lehrveranstaltung L0680: Microsystem Engineering	
Typ	Vorlesung
SWS	2
LP	4
Arbeitsaufwand in Stunden	Eigenstudium 92, Präsenzstudium 28
Dozenten	Prof. Manfred Kasper
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 Lehrveranstaltung
SWS	2
LP	2
Arbeitsaufwand in Stunden	Eigenstudium 32, Präsenzstudium 28
Dozenten	Prof. Manfred Kasper
Sprachen	EN
Zeitraum	WiSe
Inhalt	Examples of MEMS components Layout consideration Electric, thermal and mechanical behaviour Design aspects
Literatur	Wird in der Veranstaltung bekannt gegeben

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

Zuordnung zu folgenden Curricula	Systeme, Schwerpunkt Software und Signalverarbeitung : Wahlpflicht Mechanical Engineering and Management: Vertiefung Mechatronik: Wahlpflicht Mechatronics: Vertiefung Intelligente Systeme und Robotik: Wahlpflicht Microelectronics and Microsystems: Vertiefung Communication and Signal Processing: Wahlpflicht Theoretischer Maschinenbau: Technischer Ergänzungskurs: Wahlpflicht Theoretischer Maschinenbau: Vertiefung Numerik und Informatik: Wahlpflicht
---	---

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

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

Modul M1249: Numerische Verfahren in der medizinischen Bildgebung

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

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

Lehrveranstaltung L1695: Numerische Verfahren in der medizinischen Bildgebung	
Typ	Gruppenübung
SWS	2
LP	3
Arbeitsaufwand in Stunden	Eigenstudium 62, Präsenzstudium 28
Dozenten	Prof. Tobias Knopp
Sprachen	DE
Zeitraum	WiSe
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	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.		
<i>Wissen</i>			
<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.		
Personale Kompetenzen			
<i>Sozialkompetenz</i>	The students discuss the results of other groups, provide helpful feedback and can incorporate feedback into their work.		
<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.		
Arbeitsaufwand in Stunden	Eigenstudium 110, Präsenzstudium 70		
Leistungspunkte	6		
Prüfung	Klausur		
Prüfungsdauer und -umfang	90 Minuten		
Zuordnung zu folgenden Curricula	Computer Science: Vertiefung Intelligence Engineering: Wahlpflicht Elektrotechnik: Vertiefung Medizintechnik: Wahlpflicht Informatik-Ingenieurwesen: Vertiefung Systemtechnik - Robotik: 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: Technischer Ergänzungskurs: 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 M0738: Digital Audio Signal Processing			
Lehrveranstaltungen			
Titel	Typ	SWS	LP
Digitale Audiosignalverarbeitung (L0650)	Vorlesung	3	4
Digitale Audiosignalverarbeitung (L0651)	Hörsaalübung	1	2
Modulverantwortlicher	Prof. Udo Zölzer		
Zulassungsvoraussetzungen	None		
Empfohlene Vorkenntnisse	Signals and Systems		
Modulziele/ angestrebte Lernergebnisse	Nach erfolgreicher Teilnahme haben die Studierenden die folgenden Lernergebnisse erreicht		
Fachkompetenz	<p><i>Wissen</i></p> <p>Die Studierenden können die grundlegenden Verfahren und Methoden der digitalen Audiosignalverarbeitung erklären. Sie können die wesentlichen physikalischen Effekte bei der Sprach- und Audiosignalverarbeitung erläutern und in Kategorien einordnen. Sie können einen Überblick der numerischen Methoden und messtechnischen Charakterisierung von Algorithmen zur Audiosignalverarbeitung geben. Sie können die erarbeiteten Algorithmen auf weitere Anwendungen im Bereich der Informationstechnik und Informatik abstrahieren.</p> <p><i>Fertigkeiten</i></p> <p>The students will be able to apply methods and techniques from audio signal processing in the fields of mobile and internet communication. They can rely on elementary algorithms of audio signal processing in form of Matlab code and interactive JAVA applets. They can study parameter modifications and evaluate the influence on human perception and technical applications in a variety of applications beyond audio signal processing. Students can perform measurements in time and frequency domain in order to give objective and subjective quality measures with respect to the methods and applications.</p>		
Personale Kompetenzen	<p><i>Sozialkompetenz</i></p> <p>The students can work in small groups to study special tasks and problems and will be enforced to present their results with adequate methods during the exercise.</p> <p><i>Selbstständigkeit</i></p> <p>The students will be able to retrieve information out of the relevant literature in the field and put them into the context of the lecture. They can relate their gathered knowledge and relate them to other lectures (signals and systems, digital communication systems, image and video processing, and pattern recognition). They will be prepared to understand and communicate problems and effects in the field audio signal processing.</p>		
Arbeitsaufwand in Stunden	Eigenstudium 124, Präsenzstudium 56		
Leistungspunkte	6		
Prüfung	Klausur		
Prüfungsdauer und -umfang	45 min		
Zuordnung zu folgenden Curricula	Computer Science: Vertiefung Intelligence Engineering: Wahlpflicht Elektrotechnik: Vertiefung Nachrichten- und Kommunikationstechnik: Wahlpflicht Informatik-Ingenieurwesen: Vertiefung Systemtechnik - Robotik: 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 Microelectronics and Microsystems: Vertiefung Communication and Signal Processing: Wahlpflicht		

Lehrveranstaltung L0650: Digital Audio Signal Processing	
Typ	Vorlesung
SWS	3
LP	4
Arbeitsaufwand in Stunden	Eigenstudium 78, Präsenzstudium 42
Dozenten	Prof. Udo Zölzer
Sprachen	EN
Zeitraum	WiSe
Inhalt	<ul style="list-style-type: none"> • Introduction (Studio Technology, Digital Transmission Systems, Storage Media, Audio Components at Home) • Quantization (Signal Quantization, Dither, Noise Shaping, Number Representation) • AD/DA Conversion (Methods, AD Converters, DA Converters, Audio Processing Systems, Digital Signal Processors, Digital Audio Interfaces, Single-Processor Systems, Multiprocessor Systems) • Equalizers (Recursive Audio Filters, Nonrecursive Audio Filters, Multi-Complementary Filter Bank) • Room Simulation (Early Reflections, Subsequent Reverberation, Approximation of Room Impulse Responses) • Dynamic Range Control (Static Curve, Dynamic Behavior, Implementation, Realization Aspects) • Sampling Rate Conversion (Synchronous Conversion, Asynchronous Conversion, Interpolation Methods) • Data Compression (Lossless Data Compression, Lossy Data Compression, Psychoacoustics, ISO-MPEG1 Audio Coding)
Literatur	<p>- U. Zölzer, Digitale Audiosignalverarbeitung, 3. Aufl., B.G. Teubner, 2005.</p> <p>- U. Zölzer, Digitale Audio Signal Processing, 2nd Edition, J. Wiley & Sons, 2005.</p> <p>- U. Zölzer (Ed), Digital Audio Effects, 2nd Edition, J. Wiley & Sons, 2011.</p>

Lehrveranstaltung L0651: Digital Audio Signal Processing	
Typ	Hörsaalübung
SWS	1
LP	2
Arbeitsaufwand in Stunden	Eigenstudium 46, Präsenzstudium 14
Dozenten	Prof. Udo Zölzer
Sprachen	EN
Zeitraum	WiSe
Inhalt	Siehe korrespondierende Vorlesung
Literatur	Siehe korrespondierende Vorlesung

Fachmodule der Vertiefung Wissenschaftliches Rechnen

Die Vertiefung, in der die Mathematische Modellbildung eine besondere Rolle spielt, bietet einerseits eine umfangreiche Ausbildung für Branchen der Informatik in verschiedenen Ingenieurbereichen wie z.B. Luftfahrt, Schifffahrt usw. Andererseits wird in dieser Vertiefung eine fundierte Ausbildung für eines der gesellschaftlich bedeutsamsten Forschungsgebiete in Informatik, Mathematik und Ingenieurwesen angeboten, so dass Absolventen vielfältige Möglichkeiten zur wissenschaftlichen Weiterqualifikation geboten werden.

Modul M1244: Technischer Ergänzungskurs für IIWMS (laut FSPO)	
Lehrveranstaltungen	
Titel	Typ SWS LP
Modulverantwortlicher	Prof. Volker Turau
Zulassungsvoraussetzungen	Keine
Empfohlene Vorkenntnisse	Keine
Modulziele/ angestrebte Lernergebnisse	Nach erfolgreicher Teilnahme haben die Studierenden die folgenden Lernergebnisse erreicht
Fachkompetenz	
<i>Wissen</i>	Die Studierenden erwerben weitergehende Kenntnisse in einem an der TUHH vertretenen technischen Fach.
<i>Fertigkeiten</i>	Die Studierenden erwerben weitergehende Fertigkeiten in einem an der TUHH ansässigen technischen Fach.
Personale Kompetenzen	
<i>Sozialkompetenz</i>	Die Studierenden sind in der Lage, alleine oder in kleinen Gruppen weitergehende Kenntnisse und Fähigkeiten in einem an der TUHH vertretenen technischen Fach zu erwerben.
<i>Selbstständigkeit</i>	Die Studierenden können die wesentlichen Inhalte des technischen Faches im Rahmen eines Vortrages oder einer Diskussion wiedergeben.
Arbeitsaufwand in Stunden	Abhängig von der Wahl der Lehrveranstaltungen
Leistungspunkte	12
Zuordnung zu folgenden Curricula	Informatik-Ingenieurwesen: Vertiefung Wissenschaftliches Rechnen: Wahlpflicht Informatik-Ingenieurwesen: Vertiefung Systemtechnik - Robotik: Wahlpflicht Informatik-Ingenieurwesen: Vertiefung Informations- und Kommunikationstechnik: Wahlpflicht

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

Zuordnung zu folgenden Curricula	Technomathematik: Vertiefung I. Mathematik: Wahlpflicht Theoretischer Maschinenbau: Vertiefung Numerik und Informatik: Wahlpflicht Theoretischer Maschinenbau: Technischer Ergänzungskurs: Wahlpflicht
---	--

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

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

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

Leistungspunkte	6
Prüfung	Klausur
Prüfungsdauer und -umfang	30 min
Zuordnung zu folgenden Curricula	Computer Science: Vertiefung Intelligence Engineering: Wahlpflicht Computer Science: Vertiefung Computer and Software Engineering: Wahlpflicht Elektrotechnik: Vertiefung Modellierung und Simulation: Wahlpflicht Informatik-Ingenieurwesen: Vertiefung Informations- und Kommunikationstechnik: Wahlpflicht Informatik-Ingenieurwesen: Vertiefung Systemtechnik - Robotik: Wahlpflicht Informatik-Ingenieurwesen: Vertiefung Wissenschaftliches Rechnen: Wahlpflicht Theoretischer Maschinenbau: Technischer Ergänzungskurs: Wahlpflicht Theoretischer Maschinenbau: Vertiefung Numerik und Informatik: Wahlpflicht

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

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

Modul M0955: Matrixtheorie			
Lehrveranstaltungen			
Titel	Typ	SWS	LP
Numerische Analysis und Matrixtheorie (L0123)	Vorlesung	2	3
Numerische Analysis und Matrixtheorie (L1209)	Gruppenübung	2	3
Modulverantwortlicher	Prof. Siegfried Rump		
Zulassungsvoraussetzungen	Keine		
Empfohlene Vorkenntnisse	Grundkenntnisse in diskreter Mathematik		
Modulziele/ angestrebte Lernergebnisse	Nach erfolgreicher Teilnahme haben die Studierenden die folgenden Lernergebnisse erreicht		
Fachkompetenz	Die Studierenden kennen die grundlegenden Theorien, Zusammenhänge und Methoden der Matrixtheorie. Darüber hinaus kennen sie die Verbindung einzelner Elemente der Matrixtheorie und anderen Teilgebieten der Mathematik, Informatik und Ingenieurwissenschaften.		
<i>Wissen</i>			
<i>Fertigkeiten</i>	Die Studierenden können komplexe Problemstellungen aus der Matrixtheorie analysieren und auch unorthodoxe Lösungsmöglichkeiten anwenden.		
Personale Kompetenzen	Die Studierenden können in kleinen Gruppen fachspezifische Aufgaben gemeinsam bearbeiten und Ergebnisse in geeigneter Weise präsentieren, zum Beispiel während Kleingruppenübungen.		
<i>Sozialkompetenz</i>			
<i>Selbstständigkeit</i>	Die Studierenden sind in der Lage, die notwendigen Informationen aus den angegebenen Literaturquellen zu beschaffen und in den Kontext der Vorlesung zu setzen. Sie können ihren Wissensstand mit Hilfe vorlesungsbegleitender Maßnahmen (Quiz-Fragen in den Vorlesungen, klausurnahe Aufgaben) kontinuierlich überprüfen und auf dieser Basis ihre Lernprozesse steuern.		
Arbeitsaufwand in Stunden	Eigenstudium 124, Präsenzstudium 56		
Leistungspunkte	6		
Prüfung	Mündliche Prüfung		
Prüfungsdauer und -umfang	30 min		
Zuordnung zu folgenden Curricula	Informatik-Ingenieurwesen: Vertiefung Wissenschaftliches Rechnen: Wahlpflicht		

Lehrveranstaltung L0123: Numerische Analysis und Matrixtheorie	
Typ	Vorlesung
SWS	2
LP	3
Arbeitsaufwand in Stunden	Eigenstudium 62, Präsenzstudium 28
Dozenten	Prof. Siegfried Rump
Sprachen	DE
Zeitraum	WiSe
Inhalt	Ausgewählte Kapitel aus der Matrixtheorie
Literatur	<p>R.A. Horn and Ch. Johnson, Matrix Analysis. Cambridge University Press, 1985</p> <p>M. Fiedler: Special matrices and their applications in numerical mathematics. Martinus Nijhoff Publishers, Dordrecht, 1986</p> <p>G.H. Golub, Ch. Van Loan: Matrix Computations. third edition. Johns Hopkins University Press, Baltimore, 1996</p>

Lehrveranstaltung L1209: Numerische Analysis und Matrixtheorie	
Typ	Gruppenübung
SWS	2
LP	3
Arbeitsaufwand in Stunden	Eigenstudium 62, Präsenzstudium 28
Dozenten	Prof. Siegfried Rump
Sprachen	DE
Zeitraum	WiSe
Inhalt	Siehe korrespondierende Vorlesung
Literatur	Siehe korrespondierende Vorlesung

Modul M0720: Matrixalgorithmen

Lehrveranstaltungen			
Titel	Typ	SWS	LP
Matrixalgorithmen (L0984)	Vorlesung	2	3
Matrixalgorithmen (L0985)	Gruppenübung	2	3
Modulverantwortlicher	Dr. Jens-Peter Zemke		
Zulassungsvoraussetzungen	Keine		
Empfohlene Vorkenntnisse	<ul style="list-style-type: none"> Mathematik I - III Numerische Mathematik/ Numerik Grundkenntnisse der Programmiersprachen Matlab und C 		
Modulziele/ angestrebte Lernergebnisse	Nach erfolgreicher Teilnahme haben die Studierenden die folgenden Lernergebnisse erreicht		
Fachkompetenz	Studierende können		
<i>Wissen</i>	<ol style="list-style-type: none"> 1. Krylov-Raum-Verfahren des neuesten Standes zur Lösung einiger Kernprobleme der Ingenieurwissenschaften im Bereich der Eigenwertaufgaben, der Lösung linearer Gleichungssysteme und der Modellreduktion benennen, wiedergeben und klassifizieren; 2. Ansätze zur Lösung von Matrixgleichungen (Sylvester, Lyapunov, Riccati) benennen. 		
<i>Fertigkeiten</i>	Studierende sind in der Lage, <ol style="list-style-type: none"> 1. grundlegende Krylov-Raum-Verfahren zur Lösung des Eigenwertproblems, linearer Gleichungssysteme und zur Modellreduktion zu implementieren und zu bewerten; 2. die in moderner Software verwendeten Verfahren bezüglich der Rechenzeit, Stabilität und ihrer Grenzen einzuschätzen; 3. die gelernten Verfahren an neue, unbekannte Problemstellungen zu adaptieren. 		
Personale Kompetenzen	Studierende können		
<i>Sozialkompetenz</i>	<ul style="list-style-type: none"> in kleinen Gruppen Lösungen erarbeiten und dokumentieren; in Gruppen Ideen weiterentwickeln und auf anderen Kontext übertragen; im Team eine Software-Bibliothek entwickeln, aufbauen und weiterentwickeln. 		
<i>Selbstständigkeit</i>	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		
Prüfung	Mündliche Prüfung		
Prüfungsdauer und -umfang	30 min		

Zuordnung zu folgenden Curricula	Elektrotechnik: Vertiefung Modellierung und Simulation: Wahlpflicht Informatik-Ingenieurwesen: Vertiefung Wissenschaftliches Rechnen: Wahlpflicht Technomathematik: Vertiefung I. Mathematik: Wahlpflicht Technomathematik: Vertiefung I. Mathematik: Wahlpflicht Theoretischer Maschinenbau: Technischer Ergänzungskurs: Wahlpflicht Theoretischer Maschinenbau: Vertiefung Numerik und Informatik: Wahlpflicht
---	---

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

Lehrveranstaltung L0985: Matrixalgorithmen	
Typ	Gruppenübung
SWS	2
LP	3
Arbeitsaufwand in Stunden	Eigenstudium 62, Präsenzstudium 28
Dozenten	Dr. Jens-Peter Zemke
Sprachen	DE
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	<p><i>Wissen</i></p> <p>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.</p> <p><i>Fertigkeiten</i></p> <p>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.</p> <p>Personale Kompetenzen</p> <p><i>Sozialkompetenz</i> -</p> <p><i>Selbstständigkeit</i></p> <p>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.</p>		
Arbeitsaufwand in Stunden	Eigenstudium 124, Präsenzstudium 56		
Leistungspunkte	6		
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 Informatik-Ingenieurwesen: Vertiefung Wissenschaftliches Rechnen: Wahlpflicht Internationales Wirtschaftsingenieurwesen: Vertiefung II. Mechatronik: Wahlpflicht Internationales Wirtschaftsingenieurwesen: Vertiefung II. Produktentwicklung und Produktion: Wahlpflicht Mechatronics: Kernqualifikation: Pflicht Medizingenieurwesen: Vertiefung Implantate und Endoprothesen: Pflicht		

	Mediziningenieurwesen: Vertiefung Management und Administration: Wahlpflicht Mediziningenieurwesen: Vertiefung Medizin- und Regelungstechnik: Wahlpflicht Mediziningenieurwesen: Vertiefung Künstliche Organe und Regenerative Medizin: Wahlpflicht Produktentwicklung, Werkstoffe und Produktion: Kernqualifikation: Pflicht Technomathematik: Vertiefung III. Ingenieurwissenschaften: Wahlpflicht Technomathematik: Kernqualifikation: Wahlpflicht Theoretischer Maschinenbau: Kernqualifikation: Pflicht
--	--

Lehrveranstaltung L0291: Finite Element Methods

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 M1150: Kontinuumsmechanik			
Lehrveranstaltungen			
Titel	Typ	SWS	LP
Kontinuumsmechanik (L1533)	Vorlesung	2	3
Kontinuumsmechanik Übung (L1534)	Gruppenübung	2	3
Modulverantwortlicher	Prof. Swantje Bargmann		
Zulassungsvoraussetzungen	Keine		
Empfohlene Vorkenntnisse	Mechanik I		
	Mechanik II		
Modulziele/ angestrebte Lernergebnisse	Nach erfolgreicher Teilnahme haben die Studierenden die folgenden Lernergebnisse erreicht		
Fachkompetenz	<p>Die Studierenden können grundlegende Konzepte zur Berechnung von mechanischem Materialverhalten erklären. Sie können Methoden der Kontinuumsmechanik im größeren Kontext erläutern.</p> <p>Die Studierenden können Bilanzgleichungen aufstellen und Grundlagen der Deformationstheorie elastischer Körper anwenden und auf diesem Gebiet spezifische Aufgabenstellungen sowohl anwendungsorientiert als auch forschungsorientiert bearbeiten</p> <p>Die Studierenden können Lösungen gegenüber Spezialisten präsentieren und Ideen weiterentwickeln.</p> <p>Die Studierenden können ihre eigenen Stärken und Schwächen ermitteln und sich benötigtes Wissen aneignen. Sie können selbstständig und verantwortlich Aufgaben im Bereich der Kontinuumsmechanik lösen.</p>		
<i>Wissen</i>			
<i>Fertigkeiten</i>			
Personale Kompetenzen			
<i>Sozialkompetenz</i>			
<i>Selbstständigkeit</i>			
Arbeitsaufwand in Stunden	Eigenstudium 124, Präsenzstudium 56		
Leistungspunkte	6		
Prüfung	Klausur		
Prüfungsdauer und -umfang	30 min		
Zuordnung zu folgenden Curricula	Informatik-Ingenieurwesen: Vertiefung Wissenschaftliches Rechnen: Wahlpflicht Materialwissenschaft: Vertiefung Modellierung: Wahlpflicht Mechanical Engineering and Management: Vertiefung Werkstoffe: Wahlpflicht Mechatronics: Technischer Ergänzungskurs: Wahlpflicht Mediziningenieurwesen: Vertiefung Künstliche Organe und Regenerative Medizin: Wahlpflicht Mediziningenieurwesen: Vertiefung Implantate und Endoprothesen: Wahlpflicht Mediziningenieurwesen: Vertiefung Medizin- und Regelungstechnik: Wahlpflicht Mediziningenieurwesen: Vertiefung Management und Administration: Wahlpflicht Produktentwicklung, Werkstoffe und Produktion: Kernqualifikation: Wahlpflicht Theoretischer Maschinenbau: Technischer Ergänzungskurs: Wahlpflicht		

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

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

Modul M0751: Technische Schwingungslehre			
Lehrveranstaltungen			
Titel	Typ	SWS	LP
Technische Schwingungslehre (L0701)	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			
<i>Wissen</i>	Studierende können Begriffe und Zusammenhänge der Technischen Schwingungslehre wiedergeben und weiterentwickeln.		
<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		
Prüfung	Klausur		
Prüfungsdauer und -umfang	2 Stunden		
Zuordnung zu folgenden Curricula	Energietechnik: Kernqualifikation: Wahlpflicht Informatik-Ingenieurwesen: Vertiefung Wissenschaftliches Rechnen: Wahlpflicht Internationales Wirtschaftsingenieurwesen: Vertiefung II. Mechatronik: Wahlpflicht Mediziningenieurwesen: Vertiefung Künstliche Organe und Regenerative Medizin: Wahlpflicht Mediziningenieurwesen: Vertiefung Implantate und Endoprothesen: Wahlpflicht Mediziningenieurwesen: Vertiefung Medizin- und Regelungstechnik: Wahlpflicht Mediziningenieurwesen: Vertiefung Management und Administration: Wahlpflicht Produktentwicklung, Werkstoffe und Produktion: Kernqualifikation: Pflicht Schiffbau und Meerestechnik: Kernqualifikation: Wahlpflicht Theoretischer Maschinenbau: Kernqualifikation: Wahlpflicht Theoretischer Maschinenbau: Technischer Ergänzungskurs: Wahlpflicht		

Lehrveranstaltung L0701: Technische Schwingungslehre	
Typ	Vorlesung
SWS	4
LP	6
Arbeitsaufwand in Stunden	Eigenstudium 124, Präsenzstudium 56
Dozenten	Prof. Norbert Hoffmann, Merten Tiedemann, Sebastian Kruse
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 M1152: Skalenübergreifende Modellierung			
Lehrveranstaltungen			
Titel	Typ	SWS	LP
Skalenübergreifende Modellierung (L1537)	Vorlesung	2	3
Skalenübergreifende Modellierung Übung (L1538)	Gruppenübung	2	3
Modulverantwortlicher	Prof. Swantje Bargmann		
Zulassungsvoraussetzungen	Keine		
Empfohlene Vorkenntnisse	Mechanik I Mechanik II Kontinuumsmechanik		
Modulziele/ angestrebte Lernergebnisse	Nach erfolgreicher Teilnahme haben die Studierenden die folgenden Lernergebnisse erreicht		
Fachkompetenz	<p><i>Wissen</i></p> Die Studierenden können die Verformungsmechanismen auf den einzelnen Längenskalen beschreiben und geeignete Modellierungskonzepte für die Beschreibung benennen.		
<i>Fertigkeiten</i>	Die Studierende können erste Abschätzungen bzgl. des effektiven Materialverhaltens ausgehend von der vorliegenden Mikrostruktur treffen. Sie können das Schädigungsverhalten mit mikromechanischen Vorgängen korrelieren und diese beschreiben. Insbesondere können sie ihre Kenntnisse auf verschiedene Problemstellungen aus der Materialwissenschaft anwenden und Materialmodelle bewerten und implementieren.		
Personale Kompetenzen	<p><i>Sozialkompetenz</i></p> Die Studierenden können Lösungen gegenüber Spezialisten präsentieren und Ideen weiterentwickeln.		
<i>Selbstständigkeit</i>	Die Studierenden können ihre eigenen Stärken und Schwächen ermitteln und sich benötigtes Wissen aneignen.		
Arbeitsaufwand in Stunden	Eigenstudium 124, Präsenzstudium 56		
Leistungspunkte	6		
Prüfung	Mündliche Prüfung		
Prüfungsdauer und -umfang			
Zuordnung zu folgenden Curricula	Informatik-Ingenieurwesen: Vertiefung Wissenschaftliches Rechnen: Wahlpflicht Materialwissenschaft: Vertiefung Modellierung: Wahlpflicht Theoretischer Maschinenbau: Vertiefung Werkstofftechnik: Wahlpflicht Theoretischer Maschinenbau: Technischer Ergänzungskurs: Wahlpflicht		

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

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

Modul 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>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>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></p> <p>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		
Prüfung	Mündliche Prüfung		
Prüfungsdauer und -umfang	20 min		
Zuordnung zu folgenden Curricula	Elektrotechnik: Vertiefung Regelungs- und Energietechnik: Wahlpflicht Elektrotechnik: Vertiefung Modellierung und Simulation: Wahlpflicht Informatik-Ingenieurwesen: Vertiefung Wissenschaftliches Rechnen: Wahlpflicht Mechatronics: Vertiefung Intelligente Systeme und Robotik: Wahlpflicht Technomathematik: Vertiefung I. Mathematik: Wahlpflicht		

Theoretischer Maschinenbau: Vertiefung Numerik und Informatik: Wahlpflicht
 Theoretischer Maschinenbau: Technischer Ergankungskurs: 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 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. Sabine Le Borne		
Zulassungsvoraussetzungen	Keine		
Empfohlene Vorkenntnisse	<ul style="list-style-type: none"> Mathematik I, II, III für Ingenieurstudierende (deutsch oder englisch) oder Analysis & Lineare Algebra I + II sowie Analysis III für Technomathematiker MATLAB Grundkenntnisse 		
Modulziele/ angestrebte Lernergebnisse	Nach erfolgreicher Teilnahme haben die Studierenden die folgenden Lernergebnisse erreicht		
Fachkompetenz	Studierende können		
<i>Wissen</i>	<ul style="list-style-type: none"> 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 		
<i>Fertigkeiten</i>	Studierende sind in der Lage, <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. 		
Personale Kompetenzen	Studierende können		
<i>Sozialkompetenz</i>	<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. 		
<i>Selbstständigkeit</i>	Studierende sind fähig, <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		

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 Elektrotechnik: Vertiefung Regelungs- und Energietechnik: Wahlpflicht Elektrotechnik: Vertiefung Modellierung und Simulation: Wahlpflicht Energietechnik: Kernqualifikation: Wahlpflicht Flugzeug-Systemtechnik: Vertiefung Flugzeugsysteme: Wahlpflicht Informatik-Ingenieurwesen: Vertiefung Wissenschaftliches Rechnen: Wahlpflicht 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. Sabine Le Borne, Dr. Patricio Farrell
Sprachen	DE/EN
Zeitraum	SoSe
Inhalt	Numerische Verfahren für Anfangswertprobleme <ul style="list-style-type: none"> • Einschrittverfahren • Mehrschrittverfahren • Steife Probleme • Differentiell-algebraische Gleichungen vom Index 1 Numerische Verfahren für Randwertaufgaben <ul style="list-style-type: none"> • Anfangswertmethoden • 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. Sabine Le Borne, Dr. Patricio Farrell
Sprachen	DE/EN
Zeitraum	SoSe
Inhalt	Siehe korrespondierende Vorlesung
Literatur	Siehe korrespondierende Vorlesung

Modul M1281: Ausgewählte Themen der Schwingungslehre

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

Lehrveranstaltung L1743: Ausgewählte Themen der Schwingungslehre

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 M0752: Nichtlineare Dynamik			
Lehrveranstaltungen			
Titel	Typ	SWS	LP
Nichtlineare Dynamik (L0702)	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			
<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		
Prüfung	Klausur		
Prüfungsdauer und -umfang	2 Stunden		
Zuordnung zu folgenden Curricula	Flugzeug-Systemtechnik: Vertiefung Flugzeugsysteme: Wahlpflicht Informatik-Ingenieurwesen: Vertiefung Wissenschaftliches Rechnen: Wahlpflicht Internationales Wirtschaftsingenieurwesen: Vertiefung II. Mechatronik: Wahlpflicht Mechanical Engineering and Management: Vertiefung Mechatronik: Wahlpflicht Mechatronics: Vertiefung Systementwurf: Wahlpflicht Mechatronics: Vertiefung Intelligente Systeme und Robotik: Wahlpflicht Mediziningenieurwesen: Vertiefung Künstliche Organe und Regenerative Medizin: Wahlpflicht Mediziningenieurwesen: Vertiefung Implantate und Endoprothesen: Wahlpflicht Mediziningenieurwesen: Vertiefung Medizin- und Regelungstechnik: Wahlpflicht Mediziningenieurwesen: Vertiefung Management und Administration: Wahlpflicht Produktentwicklung, Werkstoffe und Produktion: Kernqualifikation: Wahlpflicht Theoretischer Maschinenbau: Technischer Ergänzungskurs: Wahlpflicht Theoretischer Maschinenbau: Kernqualifikation: Wahlpflicht		

Lehrveranstaltung L0702: Nichtlineare Dynamik	
Typ	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 M0711: Numerische Mathematik II			
Lehrveranstaltungen			
Titel	Typ	SWS	LP
Numerische Mathematik II (L0568)	Vorlesung	2	3
Numerische Mathematik II (L0569)	Gruppenübung	2	3
Modulverantwortlicher	Prof. Sabine Le Borne		
Zulassungsvoraussetzungen	Keine		
Empfohlene Vorkenntnisse	<ul style="list-style-type: none"> Numerische Mathematik I MATLAB Kenntnisse 		
Modulziele/ angestrebte Lernergebnisse	Nach erfolgreicher Teilnahme haben die Studierenden die folgenden Lernergebnisse erreicht		
Fachkompetenz	<p>Studierende können</p> <ul style="list-style-type: none"> weiterführende numerische Verfahren zur Interpolation, Integration, Lösung von Ausgleichproblemen, Lösung von Eigenwertproblemen und nichtlinearen Nullstellenproblemen benennen und deren Kernideen erläutern, Konvergenzaussagen zu den numerischen Methoden wiedergeben, Konvergenzbeweise skizzieren, Aspekte der praktischen Durchführung numerischer Verfahren im Hinblick auf Rechenzeit und Speicherbedarf erklären. 		
<i>Wissen</i>			
Fertigkeiten	<p>Studierende sind in der Lage,</p> <ul style="list-style-type: none"> vertiefende numerische Methoden in MATLAB zu implementieren, anzuwenden und zu vergleichen, das Konvergenzverhalten numerischer Methoden in Abhängigkeit vom gestellten Problem und des verwendeten Lösungsalgorithmus zu begründen und auf verwandte Problemstellungen zu übertragen zu gegebener Problemstellung einen geeigneten Lösungsansatz zu entwickeln, gegebenenfalls durch Zusammensetzen mehrerer Algorithmen, diesen durchzuführen und die Ergebnisse kritisch auszuwerten. 		
<i>Fertigkeiten</i>			
Personale Kompetenzen	<p>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. 		
<i>Sozialkompetenz</i>			
Selbstständigkeit	<p>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. 		
<i>Selbstständigkeit</i>			
Arbeitsaufwand in Stunden	Eigenstudium 124, Präsenzstudium 56		
Leistungspunkte	6		
Prüfung	Mündliche Prüfung		
Prüfungsdauer und -umfang	25 min		

Zuordnung zu folgenden Curricula	Computer Science: Vertiefung Intelligence Engineering: Wahlpflicht Computer Science: Vertiefung Computer and Software Engineering: Wahlpflicht Informatik-Ingenieurwesen: Vertiefung Informations- und Kommunikationstechnik: Wahlpflicht Informatik-Ingenieurwesen: Vertiefung Systemtechnik - Robotik: Wahlpflicht Informatik-Ingenieurwesen: Vertiefung Wissenschaftliches Rechnen: Wahlpflicht Technomathematik: Vertiefung I. Mathematik: Wahlpflicht Theoretischer Maschinenbau: Vertiefung Numerik und Informatik: Wahlpflicht Theoretischer Maschinenbau: Technischer Ergänzungskurs: Wahlpflicht Theoretischer Maschinenbau: Vertiefung Numerik und Informatik: Wahlpflicht
---	--

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

Lehrveranstaltung L0569: Numerische Mathematik II	
Typ	Gruppenübung
SWS	2
LP	3
Arbeitsaufwand in Stunden	Eigenstudium 62, Präsenzstudium 28
Dozenten	Prof. Sabine Le Borne, Dr. Patricio Farrell
Sprachen	DE/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	The students possess an in-depth knowledge regarding the derivation of the boundary element method and are able to give an overview of the theoretical and methodical basis of the method.		
<i>Wissen</i>			
Fertigkeiten	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.		
<i>Fertigkeiten</i>			
Personale Kompetenzen			
<i>Sozialkompetenz</i>	-		
<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		
Prüfung	Klausur		
Prüfungsdauer und -umfang	90 min		
Zuordnung zu folgenden Curricula	Bauingenieurwesen: Vertiefung Tragwerke: Wahlpflicht Bauingenieurwesen: Vertiefung Tiefbau: Wahlpflicht Bauingenieurwesen: Vertiefung Hafengebäudebau und Küstenschutz: Wahlpflicht Energietechnik: Kernqualifikation: Wahlpflicht Informatik-Ingenieurwesen: Vertiefung Wissenschaftliches Rechnen: Wahlpflicht Mechanical Engineering and Management: Vertiefung Produktentwicklung und Produktion: Wahlpflicht Mechatronics: Vertiefung Systementwurf: Wahlpflicht Produktentwicklung, Werkstoffe und Produktion: Kernqualifikation: Wahlpflicht Technomathematik: Vertiefung III. Ingenieurwissenschaften: Wahlpflicht Technomathematik: Kernqualifikation: Wahlpflicht		

	Theoretischer Maschinenbau: Kernqualifikation: Wahlpflicht Theoretischer Maschinenbau: Technischer Ergänzungskurs: Wahlpflicht
--	---

Lehrveranstaltung L0523: Boundary Element Methods

Typ	Vorlesung
SWS	2
LP	3
Arbeitsaufwand in Stunden	Eigenstudium 62, Präsenzstudium 28
Dozenten	Prof. Otto von Estorff
Sprachen	EN
Zeitraum	SoSe
Inhalt	<ul style="list-style-type: none"> - 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 M0653: Hochleistungsrechnen

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

Lehrveranstaltung L0242: Grundlagen des Hochleistungsrechnens

Typ	Vorlesung
SWS	2
LP	3
Arbeitsaufwand in Stunden	Eigenstudium 62, Präsenzstudium 28
Dozenten	Prof. Thomas Rung
Sprachen	DE/EN
Zeitraum	SoSe
Inhalt	Grundlagen moderner Hardwarearchitektu, kritische Aspekte der rechnerischen bzw. hardwaretechnischen Umsetzung exemplarischer Algorithmen, Konzepte für Shared- und Distributed-Memory-System, Programmierkonzepte für Beschleunigerhardware (GPGPUs)
Literatur	

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

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

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

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

Modul M0549: Wissenschaftliches Rechnen und Genauigkeit

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

Zuordnung zu folgenden Curricula	Informatik-Ingenieurwesen: Vertiefung Wissenschaftliches Rechnen: Wahlpflicht Technomathematik: Vertiefung II. Informatik: Wahlpflicht Theoretischer Maschinenbau: Vertiefung Numerik und Informatik: Wahlpflicht Theoretischer Maschinenbau: Technischer Ergänzungskurs: Wahlpflicht Verfahrenstechnik: Vertiefung Allgemeine Verfahrenstechnik: Wahlpflicht Verfahrenstechnik: Vertiefung Chemische Verfahrenstechnik: Wahlpflicht
---	---

Lehrveranstaltung L0122: Einschließungsmethoden

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

Lehrveranstaltung L1208: Einschließungsmethoden

Typ	Gruppenübung
SWS	2
LP	3
Arbeitsaufwand in Stunden	Eigenstudium 62, Präsenzstudium 28
Dozenten	Prof. Siegfried Rump
Sprachen	DE
Zeitraum	WiSe
Inhalt	Siehe korrespondierende Vorlesung
Literatur	Siehe korrespondierende Vorlesung

Modul M1268: Lineare und Nichtlineare Wellen	
Lehrveranstaltungen	
Titel	Typ SWS LP
Lineare und Nichtlineare Wellen (L1737)	Projekt-/problembasierte LehrveranstaltungLehrveranstaltung 4 6
Modulverantwortlicher	Prof. Norbert Hoffmann
Zulassungsvoraussetzungen	Keine
Empfohlene Vorkenntnisse	Gute Kenntnisse in Mathematik, Mechanik und Dynamik.
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 Wellenmechanik wiederzugeben und neue Begriffe und Konzepte zu entwickeln.
<i>Fertigkeiten</i>	Studierende sind in der Lage bestehende Verfahren und Methoden der Wellenmechanik anzuwenden und neue Verfahren und Methoden zu entwickeln.
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
Prüfung	Klausur
Prüfungsdauer und -umfang	2 Stunden
Zuordnung zu folgenden Curricula	Informatik-Ingenieurwesen: Vertiefung Wissenschaftliches Rechnen: Wahlpflicht Mechatronics: Vertiefung Systementwurf: Wahlpflicht Schiffbau und Meerestechnik: Kernqualifikation: Wahlpflicht Theoretischer Maschinenbau: Vertiefung Maritime Technik: Wahlpflicht Theoretischer Maschinenbau: Technischer Ergänzungskurs: Wahlpflicht

Lehrveranstaltung L1737: Lineare und Nichtlineare Wellen	
Typ	Projekt-/problembasierte LehrveranstaltungLehrveranstaltung
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.
Literatur	G.B. Witham, Linear and Nonlinear Waves. Wiley 1999. C.C. Mei, Theory and Applications of Ocean Surface Waves. World Scientific 2004.

Modul M1151: Werkstoffmodellierung			
Lehrveranstaltungen			
Titel	Typ	SWS	LP
Werkstoffmodellierung (L1535)	Vorlesung	2	3
Werkstoffmodellierung (L1536)	Gruppenübung	2	3
Modulverantwortlicher	Prof. Christian Cyron		
Zulassungsvoraussetzungen	Keine		
Empfohlene Vorkenntnisse	Grundlagen der linearen und nichtlinearen Kontinuumsmechanik wie z.B. in den Modulen Mechanik II und Kontinuumsmechanik unterrichtet (Kräfte und Drehmomente, Spannungen, lineare und nichtlineare Verzerrungsmaße, Schnittprinzip, lineare und nichtlineare Konstitutivgesetze, Verzerrungsenergie).		
Modulziele/ angestrebte Lernergebnisse	Nach erfolgreicher Teilnahme haben die Studierenden die folgenden Lernergebnisse erreicht		
Fachkompetenz	Die Studierenden können die Grundlagen von mehrdimensionalen Werkstoffgesetzen erläutern.		
<i>Wissen</i>			
Fertigkeiten	Die Studierenden können eigene Materialmodelle in ein Finite Elemente Programm implementieren. Insbesondere können Sie Ihre Kenntnisse auf verschiedene Problemstellung aus der Materialwissenschaft anwenden und Materialmodelle entsprechend bewerten.		
<i>Fertigkeiten</i>			
Personale Kompetenzen	Die Studierenden können Lösungen entwickeln, gegenüber Spezialisten präsentieren und Ideen weiterentwickeln.		
<i>Sozialkompetenz</i>			
Selbstständigkeit	Die Studierenden können ihre eigenen Stärken und Schwächen ermitteln. Sie können selbstständig und eigenverantwortlich Probleme im Bereich der Werkstoffmodellierung identifizieren und lösen und sich dafür benötigtes Wissen aneignen.		
<i>Selbstständigkeit</i>			
Arbeitsaufwand in Stunden	Eigenstudium 124, Präsenzstudium 56		
Leistungspunkte	6		
Prüfung	Klausur		
Prüfungsdauer und -umfang	45 min		
Zuordnung zu folgenden Curricula	Informatik-Ingenieurwesen: Vertiefung Wissenschaftliches Rechnen: Wahlpflicht Materialwissenschaft: Vertiefung Modellierung: Wahlpflicht Mechanical Engineering and Management: Vertiefung Werkstoffe: Wahlpflicht Mediziningenieurwesen: Vertiefung Künstliche Organe und Regenerative Medizin: Wahlpflicht Mediziningenieurwesen: Vertiefung Implantate und Endoprothesen: Wahlpflicht Mediziningenieurwesen: Vertiefung Medizin- und Regelungstechnik: Wahlpflicht Mediziningenieurwesen: Vertiefung Management und Administration: Wahlpflicht Produktentwicklung, Werkstoffe und Produktion: Kernqualifikation: Wahlpflicht		

Lehrveranstaltung L1535: Werkstoffmodellierung	
Typ	Vorlesung
SWS	2
LP	3
Arbeitsaufwand in Stunden	Eigenstudium 62, Präsenzstudium 28
Dozenten	Prof. Christian Cyron
Sprachen	DE/EN
Zeitraum	WiSe
Inhalt	<ul style="list-style-type: none"> • Grundlagen der Finite-Element Methode • Grundlagen der Materialmodellierung • Einführung in die numerische Umsetzung von Materialgesetzen • Übersicht über die Modellierung verschiedener Werkstoffklassen • Verknüpfung von makroskopischen Größen zu mikromechanischen Vorgängen
Literatur	D. Raabe: Computational Materials Science, The Simulation of Materials, Microstructures and Properties, Wiley-Vch J. Bonet, R.D. Wood, Nonlinear Continuum Mechanics for Finite Element Analysis, Cambridge G. Gottstein., Physical Foundations of Materials Science, Springer

Lehrveranstaltung L1536: Werkstoffmodellierung	
Typ	Gruppenübung
SWS	2
LP	3
Arbeitsaufwand in Stunden	Eigenstudium 62, Präsenzstudium 28
Dozenten	Prof. Christian Cyron
Sprachen	DE/EN
Zeitraum	WiSe
Inhalt	<ul style="list-style-type: none"> • Grundlagen der Finite-Element Methode • Grundlagen der Materialmodellierung • Einführung in die numerische Umsetzung von Materialgesetzen • Übersicht über die Modellierung verschiedener Werkstoffklassen • Verknüpfung von makroskopischen Größen zu mikromechanischen Vorgängen
Literatur	D. Raabe: Computational Materials Science, The Simulation of Materials, Microstructures and Properties, Wiley-Vch J. Bonet, R.D. Wood, Nonlinear Continuum Mechanics for Finite Element Analysis, Cambridge G. Gottstein., Physical Foundations of Materials Science, Springer

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	Studierende können		
<i>Sozialkompetenz</i>	<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. 		
	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. 		

<i>Selbstständigkeit</i>	<ul style="list-style-type: none"> Techniken des wissenschaftlichen Arbeitens umfassend in einer eigenen Forschungsarbeit anzuwenden.
Arbeitsaufwand in Stunden	Eigenstudium 900, Präsenzstudium 0
Leistungspunkte	30
Prüfung	Abschlussarbeit
Prüfungsdauer und -umfang	laut ASPO
Zuordnung zu folgenden Curricula	<p>Bauingenieurwesen: Abschlussarbeit: Pflicht Bioverfahrenstechnik: Abschlussarbeit: Pflicht Chemical and Bioprocess Engineering: Abschlussarbeit: Pflicht Computer Science: Abschlussarbeit: Pflicht Elektrotechnik: Abschlussarbeit: Pflicht Energie- und Umwelttechnik: Abschlussarbeit: Pflicht Energietechnik: Abschlussarbeit: Pflicht Environmental Engineering: Abschlussarbeit: Pflicht Flugzeug-Systemtechnik: Abschlussarbeit: Pflicht Global Innovation Management: Abschlussarbeit: Pflicht Informatik-Ingenieurwesen: Abschlussarbeit: Pflicht Informatik-Ingenieurwesen (Weiterentwicklung): Abschlussarbeit: Pflicht Information and Communication Systems: Abschlussarbeit: Pflicht International Production Management: Abschlussarbeit: Pflicht Internationales Wirtschaftsingenieurwesen: Abschlussarbeit: Pflicht Joint European Master in Environmental Studies - Cities and Sustainability: Abschlussarbeit: Pflicht Logistik, Infrastruktur und Mobilität: Abschlussarbeit: Pflicht Materialwissenschaft: Abschlussarbeit: Pflicht Mathematical Modelling in Engineering: Theory, Numerics, Applications: Abschlussarbeit: Pflicht Mechanical Engineering and Management: Abschlussarbeit: Pflicht Mechatronics: Abschlussarbeit: Pflicht Medizingenieurwesen: Abschlussarbeit: Pflicht Microelectronics and Microsystems: Abschlussarbeit: Pflicht Produktentwicklung, Werkstoffe und Produktion: Abschlussarbeit: Pflicht Regenerative Energien: Abschlussarbeit: Pflicht Schiffbau und Meerestechnik: Abschlussarbeit: Pflicht Ship and Offshore Technology: Abschlussarbeit: Pflicht Theoretischer Maschinenbau: Abschlussarbeit: Pflicht Verfahrenstechnik: Abschlussarbeit: Pflicht Wasser- und Umweltingenieurwesen: Abschlussarbeit: Pflicht</p>