



Modulhandbuch

Master of Science

Computer Science

Kohorte: Wintersemester 2015

Stand: 31. Mai 2017

Inhaltsverzeichnis

Inhaltsverzeichnis	2
Studiengangsbeschreibung	3
Fachmodule der Kernqualifikation	5
Modul M0523: Betrieb & Management	5
Modul M0524: Nichttechnische Ergänzungskurse im Master	6
Modul M0667: Algorithmische Algebra	8
Modul M0586: Effiziente Algorithmen	11
Modul M0683: Algebraische Statistik für computerorientierte Biologie	13
Modul M0711: Numerische Mathematik II	15
Modul M0582: Nichtlineare Optimierung	17
Modul M0685: Algebraische Methoden in Informations- und Kommunikationstechnik	20
Modul M0804: Forschungsprojekt und Seminar	22
Fachmodule der Vertiefung Computer and Software Engineering	24
Modul M0836: Communication Networks I - Analysis and Structure	24
Modul M0753: Software Verification	26
Modul M0926: Verteilte Algorithmen	28
Modul M0556: Computer Graphics and Animation	29
Modul M0653: Hochleistungsrechnen	31
Modul M0673: Informationstheorie und Codierung	32
Modul M1318: Wireless Sensor Networks	34
Modul M1323: Kryptographie	35
Modul M1324: Software Testing	37
Modul M0733: Software Analysis	38
Modul M0837: Communication Networks II - Simulation and Modeling	40
Modul M0924: Software für Eingebettete Systeme	41
Modul M0943: Network Security	42
Modul M1248: Compiler für Eingebettete Systeme	43
Modul M0910: Fortgeschrittener Entwurf von Chip-Systemen (Praktikum)	45
Modul M0942: Software Security	46
Modul M0913: CMOS Nanoelectronics with Practice	48
Modul M0839: Traffic Engineering	50
Modul M0549: Wissenschaftliches Rechnen und Genauigkeit	52
Modul M1318: Wireless Sensor Networks	54
Modul M1301: Software Testing	55
Fachmodule der Vertiefung Intelligence Engineering	57
Modul M0550: Digital Image Analysis	57
Modul M0554: Quantitative Methods - Statistics and Operations Research	59
Modul M0846: Control Systems Theory and Design	62
Modul M0629: Intelligent Autonomous Agents and Cognitive Robotics	64
Modul M0881: Mathematische Bildverarbeitung	66
Modul M0551: Pattern Recognition and Data Compression	67
Modul M0558: Operations Research	68
Modul M0587: Numerische und Seminumérique Programmierung	70
Modul M0630: Robotics and Navigation in Medicine	72
Modul M0627: Machine Learning and Data Mining	74
Modul M0552: 3D Computer Vision	76
Modul M1249: Numerische Verfahren in der medizinischen Bildgebung	78
Modul M0623: Intelligent Systems in Medicine	79
Modul M0633: Industrial Process Automation	81
Modul M0738: Digital Audio Signal Processing	83
Modul M0549: Wissenschaftliches Rechnen und Genauigkeit	85
Modul M0832: Advanced Topics in Control	87
Thesis	89
Modul M-002: Masterarbeit	89

Studiengangsbeschreibung

Inhalt

Die Informatik hat sich zu einer Triebfeder des technologischen Fortschritts entwickelt, weil alle Berufszweige mit Informatikaspekten durchdrungen sind und immer noch zusätzliche Anwendungsfelder in der Informations- und Kommunikationstechnik erschlossen werden. Der Masterstudiengang Computer Science trägt dieser Entwicklung Rechnung. Es werden die kreativen und konstruktiven Fähigkeiten zur Neu- und Weiterentwicklung von IT-Systemen sowie die ökonomischen und Management-Kompetenzen zur Planung und Durchführung umfangreicher IT-Projekte gefördert. Da IT-Systeme größtenteils durch das Zusammenwirken von Mensch, Technik, Unternehmen und Gesellschaft entstehen, sind Anwendungswissen, Sozialkompetenz und ethisches Verantwortungsbewusstsein unverzichtbarer Bestandteil der Ausbildung. Weiterhin bereitet das Masterstudium auch auf eine Promotion in Informatik vor.

Im Masterstudiengang Computer Science wird ein breites, fundiertes und vertieftes Grundlagenwissen in den Bereichen mathematische Modellbildung in der Informatik, Softwaretechnik, Hardware-Entwurf und Intelligente Systeme vermittelt. Zudem werden weitergehende Kenntnisse in Betriebswirtschaftslehre und Management sowie nichttechnischen Fächern erlangt, um die Kompetenzen für das Bewältigen umfangreicher IT-Projekte zu erhöhen. Das Masterprogramm bereitet auf Kompetenzebene weiterhin optimal auf die Promotion vor, so dass neben praktischen Berufsbildern auch auf die Forschung in Informatik vorbereitet wird.

Berufliche Perspektiven

Der Masterstudiengang Computer Science bereitet die Absolventen und Absolventinnen sowohl auf eine berufliche Tätigkeit im IT-Sektor als auch auf eine Promotion in Informatik vor.

Der Studiengang bildet Informatiker aus, die auf dem deutschen oder internationalen Arbeitsmarkt unabhängig von Konjunkturbewegungen sehr gute Beschäftigungsmöglichkeiten vorfinden sollten. Absolventen und Absolventinnen werden nicht nur als Systementwickler in der IT-Branche oder in den Entwicklungsabteilungen des Maschinenbaus und des Automobilindustrie tätig sein, sondern auch in der Medienindustrie als Entwickler von autonom agierenden Systemen oder Computerspielen.

Lernziele

Das Masterstudium Computer Science soll die Studierenden sowohl auf eine gehobene berufliche Tätigkeit als auch auf die Promotion vorbereiten. Die dazu notwendigen methodischen Kompetenzen werden im Rahmen des Studiums erworben. Die Lernziele sind im Folgenden eingeteilt in die Kategorien Wissen, Fertigkeiten, Sozialkompetenz und Selbstständigkeit.

Wissen

Wissen konstituiert sich aus Fakten, Grundsätzen und Theorien und wird im Masterstudiengang Computer Science auf folgenden Gebieten erworben:

1. Die Absolventen und Absolventinnen kennen in detaillierter Weise aktuelle Methoden und Verfahren zur mathematischen Modellbildung in der Informatik, wie etwa Agentensysteme, algebraisch-statistische Modelle, Bayessche Netze, dynamische Systeme, dynamische Programme, Gröbnerbasen, Entscheidungsbäume, lineare und nichtlineare (ganzzahlige) Programme sowie neuronale Netze. Sie können diese Modelle detailliert beschreiben und verschiedene Repräsentationsformen desselben Modells vergleichen.
2. Die Absolventen und Absolventinnen kennen Punkt für Punkt weitergehende Methoden und Verfahren zur Lösung oder Approximation von algorithmischen Entscheidungs- und Optimierungsaufgaben, wie etwa Algorithmen in Netzwerken, Auswertungsalgorithmen für algebraisch-statistische Modelle, den EM-Algorithmus, dynamische Programmierung, Gröbnerbasen und Eliminationstheorie, lineare und nichtlineare (ganzzahlige) Programmierung, Lernverfahren, Verfahren zur Lösung von Ausgleichsproblemen, Eigenwertproblemen und nichtlinearen Nullstellenproblemen, Klassifikation mit kNN, neuronalen Netzen und Support-Vektor-Maschinen, Bildung von Gruppierungen (Clustering), Numerik und Algorithmen für Hochleistungsrechner und probabilistisches Schließen.
3. Die Absolventen und Absolventinnen kennen in detail weiterführende Methoden und Verfahren der Softwaretechnik, insbesondere Methoden zur Analyse und Verifikation von Software, die Konzipierung von Web- und Cloud-Diensten, den Entwurf von Spiele-Software und Verfahren des verteilten Rechnens.
4. Die Absolventen und Absolventinnen verstehen in allen Einzelheiten, wie Instanzen von Hardware-Modellen durch Verhaltens- und Strukturbeschreibungen spezifiziert werden und können die Einbettung von Strukturmodellen in einen technischen Rahmen unter Einbeziehung von Betriebssystem- und Netzwerkkomponenten beschreiben. Hierbei sind sie in der Lage auf Kenntnisse in den Bereichen Codierung und Decodierung von Daten, Kommunikationsnetze, Netzwerksicherheit, Sensornetze und Warteschlangenmodelle zurückzugreifen.
5. Die Absolventen und Absolventinnen sind tief mit den Grundzügen komplexer informations- und kommunikationstechnischer Systeme, so genannter cyber-physischer Systeme, vertraut. Dies beinhaltet relevante Steuerungsarchitekturen, Interaktionsmechanismen, Sensorik und Aktorik und die Gewinnung und Verarbeitung von Wissen und Erkenntnissen aus dem System heraus.
6. Die Absolventen und Absolventinnen kennen im Einzelnen eine ganze Reihe von Anwendungsfällen valider mathematischer Modelle in der Informatik, wie etwa Algorithmen in Netzwerken, algebraisch-statistische Modelle für die Untersuchung von Genomen, Gröbnerbasen in der Genomik und Robotik, das Hidden-Markov-Modell und Bayessche Netze für die Analyse von Markov-Ketten in Bioinformatik und Robotik, Kameraführung sowie Methoden des Operations Research für betriebswirtschaftliche und technische Planungsprobleme.

Fertigkeiten

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

1. Die Absolventen sind in der Lage, Instanzen formaler Modelle in der Informatik anhand weitergehender Modellierungsansätze zu entwickeln, ihre Berechenbarkeit und Komplexität direkt oder durch Reduktion zu ermitteln und sie mittels geeigneter Programmierwerkzeuge in einem technischen Rahmen zu umsetzen.
2. Die Absolventen sind in der Lage, Instanzen von algorithmischen Entscheidungs- und Optimierungsproblemen unter Verwendung weiterführender Verfahren und unter Einsatz einschlägiger Software-Werkzeuge optimal oder näherungsweise zu lösen und die Lösungen zu evaluieren.
3. Die Absolventen und Absolventinnen können komplexe Softwaresysteme, wie etwa Web- und Cloud-Dienste, Spiele-Software und nebenläufige Systeme, entwickeln und diese analysieren und verifizieren.
4. Die Absolventen und Absolventinnen sind in der Lage, Strukturbeschreibungen von komplexen Hardware-Bausteinen, wie etwa komplette CPUs, Coprozessoren oder Mikroprozessorsysteme, unter Verwendung spezifischer Entwicklungswerkzeuge zu konzipieren und zu evaluieren.
5. Die Absolventen und Absolventinnen können Komponenten von cyber-physischen Systemen unter Einsatz spezifischer Methoden und Verfahren entwickeln und in größere Systeme integrieren und testen.
6. Die Absolventen und Absolventinnen sind im Stande, weiterführende valide mathematische Modelle aus der Informatik unter Verwendung einer geeigneten Programmier- und Testumgebung technisch umzusetzen und zu validieren.

Erwerb von Sozialkompetenz

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

1. Die Absolventen und Absolventinnen können Teamsitzungen und Gruppenprojekte zu einem Thema aus der Informatik anleiten.
2. Die Absolventen und Absolventinnen sind in der Lage, Lösungen von Aufgabenstellungen aus der Informatik vor einer Hörerschaft mit Fachvertretern zu vertreten.

Kompetenz zum selbstständigen Arbeiten

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

1. Die Absolventen und Absolventinnen können sich eigenständig ein Thema aus der Informatik erschließen und die Ergebnisse im Rahmen eines Vortrages mit fortgeschrittenen Präsentationstechniken oder anhand einer fundierten Abhandlung gemäß den Grundsätzen guter wissenschaftlicher Praxis darstellen.
2. Die Absolventen und Absolventinnen sind im Stande, zeitlich begrenzte und ressourcenbeschränkte Forschungsaufgaben unter Reflexion des im Studium Erlernten eigenverantwortlich durchzuführen.

Studiengangsstruktur

Das Curriculum des Masterstudiengangs Computer Science ist wie folgt gegliedert:

- Kernqualifikation - Pflicht: 3 Module, 30 Leistungspunkte (LP), 1. - 3. Semester
- Kernqualifikation - Wahlpflicht: 3 Module, 18 LP, 1. und 2. Semester
- Vertiefung: 6 Module, 42 LP, 1. - 3. Semester
- Masterarbeit: 30 LP, 4. Semester

Dadurch ergibt sich ein Gesamtaufwand von 120 LP.

Die Pflichtmodule der Kernqualifikation sind 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).

In den Wahlpflichtmodulen der Kernqualifikation werden fachliche Schlüsselqualifikationen in Informatik und Mathematik vermittelt, die für den weiteren Verlauf des Studiums grundlegend sind. Die Studierenden belegen je nach Schwerpunktlegung drei von sechs Veranstaltungen.

In der Vertiefung werden fachliche Schlüsselqualifikationen erworben. Wählbar sind:

- Allgemeine Informatik
- Intelligente Systeme

Die Studierenden besuchen in der gewählten Vertiefung Veranstaltungen in einem Umfang von 42 LP. In beiden Zweigen bestehen ausreichend Wahlmöglichkeiten.

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

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.
<i>Wissen</i>	
<i>Fertigkeiten</i>	
Personale Kompetenzen	<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.
<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 <i>Wissen</i>	<p>Der Studienbereich Nichttechnische Wahlpflicht fächer</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 Studienbereich“ 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 Auslandssemester 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, Nachhaltigkeitsforschung und aus der Fachdidaktik der Ingenieurwissenschaften. Über alle Studiengänge hinweg besteht im Bachelorbereich zusätzlich ab Wintersemester 2014/15 das Angebot, gezielt Betriebswirtschaftliches und Gründungswissen aufzubauen. Das Lehrangebot wird durch soft skill und Fremdsprachkurse ergänzt. Hier werden insbesondere kommunikative Kompetenzen z.B. für Outgoing Engineers gezielt gefördert.</p> <p>Das Kompetenzniveau</p> <p>der Veranstaltungen in den Modulen der nichttechnischen Ergänzungskurse unterscheidet sich in Hinblick auf das zugrunde gelegte Ausbildungsziel: Diese Unterschiede spiegeln sich in den verwendeten Praxisbeispielen, in den - auf unterschiedliche berufliche Anwendungskontexte verweisende - Inhalten und im für M.Sc. stärker wissenschaftlich-theoretischen Abstraktionsniveau. Die Soft skills für Bachelor- und für Masterabsolventinnen/ Absolventen unterscheidet sich an Hand der im Berufsleben unterschiedlichen Positionen im Team und bei der Anleitung von Gruppen.</p> <p>Fachkompetenz (Wissen)</p> <p>Die Studierenden können</p> <ul style="list-style-type: none"> • ausgewähltes Spezialgebiete des jeweiligen nichttechnischen Bereiches erläutern, • in den im Lehrbereich vertretenen Disziplinen grundlegende Theorien, Kategorien, Begrifflichkeiten, Modelle, Konzepte oder künstlerischen Techniken skizzieren, • diese fremden Fachdisziplinen systematisch auf die eigene Disziplin beziehen, d.h. sowohl abgrenzen als auch Anschlüsse benennen, • in Grundzügen skizzieren, inwiefern wissenschaftliche Disziplinen, Paradigmen, Modelle, Instrumente, Verfahrensweisen und Repräsentationsformen der Fachwissenschaften einer individuellen und soziokulturellen Interpretation und Historizität unterliegen, • können Gegenstandsangemessen in einer Fremdsprache kommunizieren (sofern dies der gewählte Schwerpunkt im NTW-Bereich ist).
<i>Fertigkeiten</i>	<p>Die Studierenden können in ausgewählten Teilbereichen</p> <ul style="list-style-type: none"> • grundlegende und teils auch spezielle Methoden der genannten Wissenschaftsdisziplinen anwenden. • technische Phänomene, Modelle, Theorien usw. aus der Perspektive einer anderen, oben erwähnten Fachdisziplin befragen. • einfache und teils auch fortgeschrittene Problemstellungen aus den behandelten Wissenschaftsdisziplinen erfolgreich bearbeiten, • bei praktischen Fragestellungen in Kontexten, die den technischen Sach- und Fachbezug übersteigen, ihre Entscheidungen zu Organisations- und Anwendungsformen der Technik begründen.
Personale Kompetenzen <i>Sozialkompetenz</i>	<p>Die Studierenden sind fähig ,</p> <ul style="list-style-type: none"> • in unterschiedlichem Ausmaß kooperativ zu lernen • eigene Aufgabenstellungen in den o.g. Bereichen in adressatengerechter Weise in einer Partner- oder Gruppensituation zu präsentieren und zu

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

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

Modul M0667: Algorithmische Algebra			
Lehrveranstaltungen			
Titel		Typ	SWS
Algorithmische Algebra (L0422)		Vorlesung	3
Algorithmische Algebra (L0423)		Gruppenübung	1
Modulverantwortlicher	Dr. Prashant Batra		
Zulassungsvoraussetzungen			
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			
Zuordnung zu folgenden Curricula	Computer Science: Kernqualifikation: Wahlpflicht Informatik-Ingenieurwesen: Vertiefung Wissenschaftliches Rechnen: 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
Inhalt	Erweiterter Euklidischer Algorithmus, Lösen der Bezout-Gleichung Teilen mit Rest in Ringen Schnelle Rechenalgorithmen (Konversion in Zahlformate, Schnelle Multiplikationen) Diskrete Fourier-Transformation in Ringe Rechnen mit modularen Resten, Lösen von Restsystemen (Chinesischer Restsatz), Lösbarkeit ganzzahliger Gleichungssysteme Linearisierung polynomialer Gleichungen - Matrizenansatz Sylvester-Matrix, Elimination Elimination in Ringen, Elimination mehrerer Veränderlicher Buchberger-Algorithmus, Gröbner-Basis Minkowskischer Gitterpunktsatz und Ganzzahlige Optimierung LLL-Algorithmus zum Auffinden 'kurzer' Vektoren in polynomialer Zeit

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. eBook: http://dx.doi.org/10.1007/978-0-387-35651-8</p> <p>Verfasser:</p> <p>Ausgabe:</p> <p>Erschienen:</p> <p>Umfang:</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. 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. springer eBook: http://dx.doi.org/10.1007/b137968</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. 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 M0586: Effiziente Algorithmen			
Lehrveranstaltungen			
Titel		Typ	SWS
Effiziente Algorithmen (L0120)		Vorlesung	2
Effiziente Algorithmen (L1207)		Gruppenübung	2
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			
<i>Wissen</i>	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.		
<i>Fertigkeiten</i>	Die Studenten können komplexe Problemstellungen analysieren und die Möglichkeiten der Transformation in Netzwerkalgorithmen bestimmen. Sie können grundlegende Algorithmen und Datenstrukturen der linearen Optimierung und Netzwerktheorie effizient implementieren und mögliche Schwachstellen identifizieren. Sie können die Auswirkung der Nutzung verschiedener effizienter Datenstrukturen selbständig analysieren und jene gegebenenfalls einsetzen.		
Personale Kompetenzen			
<i>Sozialkompetenz</i>	Die Studierenden können in kleinen Gruppen fachspezifische Aufgaben gemeinsam bearbeiten und Ergebnisse in geeigneter Weise präsentieren, zum Beispiel während Kleingruppenübungen.		
<i>Selbstständigkeit</i>	Die Studierenden sind in der Lage, die notwendigen Informationen aus den angegebenen Literaturquellen zu beschaffen und in den Kontext der Vorlesung zu setzen. Sie können ihren Wissensstand mit Hilfe vorlesungsbegleitender Maßnahmen (Quiz-Fragen in den Vorlesungen, klausurnahe Aufgaben) kontinuierlich überprüfen und auf dieser Basis ihre Lernprozesse steuern.		
Arbeitsaufwand in Stunden	Eigenstudium 124, Präsenzstudium 56		
Leistungspunkte	6		
Prüfung	Mündliche Prüfung		
Prüfungsdauer und -umfang	30 Minuten		
Zuordnung zu folgenden Curricula	Computer Science: Kernqualifikation: Wahlpflicht Informatik-Ingenieurwesen: Kernqualifikation: 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	- 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 M0683: Algebraische Statistik für computerorientierte Biologie	
Lehrveranstaltungen	
Titel	Typ SWS LP
Algebraische Statistik für computergestützte Biologie (L0457)	Gruppenübung 2 3
Algebraische Statistik für computerorientierte Biologie (L0456)	Vorlesung 2 3
Modulverantwortlicher	Prof. Karl-Heinz Zimmermann
Zulassungsvoraussetzungen	Keine.
Empfohlene Vorkenntnisse	Höhere Mathematik, insbesondere Analysis, Lineare Algebra und Grundlagen der abstrakten Algebra.
Modulziele/ angestrebte Lernergebnisse	Nach erfolgreicher Teilnahme haben die Studierenden die folgenden Lernergebnisse erreicht
Fachkompetenz	<p><i>Wissen</i> Wissen: Die Studierenden kennen</p> <ul style="list-style-type: none"> das Alignment von Sequenzen, den Needleman-Wunsch-Algorithmus und die parametrisierte Verallgemeinerung; das Hidden-Markov-Modell, den Viterbi-Algorithmus und seine Anwendung auf bioinformatische Aufgabenstellungen; den Expectation-Minimization-Algorithmus und seine Applikation auf Hidden-Modelle; phylogenetische Baum-Modelle als Hidden-Modelle, den Felsenstein-Algorithmus' und heute in praxi eingesetzte Baummodelle wie etwas das Jukes-Cantor-Modell; Allgemeine algebro-statistische Modelle; Invarianten für algebro-statistische Modelle; das Divisionsverfahren in multivariaten Polynomringen; Gröbnerbasen und ihre Bedeutung für das Rechnen in multivariaten Polynomringen; Das Eliminationsverfahren zur Lösung polynomialer Gleichungssysteme; Den Einsatz von geeigneter mathematischer Software zur Lösung von algebro-statistischen Problemen; Markov-Basen und ihre Berechnung anhand von Gröbnerbasen; Den Metropolis-Algorithmus für Markov-Modelle; Den Einsatz von Markov-Basen für die Auswertung von Kontingenztafeln und die Behandlung von Regressionsmodellen und das Hardy-Weinberg-Modell, Die Analyse von Rangdaten mithilfe der gewöhnlichen Darstellungstheorie der symmetrischen Gruppen. <p><i>Fertigkeiten</i> Fertigkeiten: Die Studierenden können</p> <ul style="list-style-type: none"> Alignments von Sequenzen inkl. der notwendigen Parametrisierung berechnen und analysieren; Hidden-Markov-Modelle für algebro-statistische Aufgabenstellungen aufstellen und analysieren; phylogenetische Baum-Modelle für DNA-Sequenzen gegenüberstellen und vergleichen; Gröbnerbasen für algebro-statistische Modelle berechnen und damit Invarianten für derartige Modelle; einschlägige mathematische Software für die Modellierung von algebro-statistischen Modellen und für Rechnungen in multivariaten Polynomringen einsetzen. <p>Personale Kompetenzen</p> <p><i>Sozialkompetenz</i> Die Studierenden sind nach Abschluss des Moduls in der Lage, fachspezifische Aufgaben alleine oder in einer Gruppe zu bearbeiten und die Resultate geeignet zu präsentieren.</p> <p><i>Selbstständigkeit</i> Die Studierenden sind nach Abschluss des Moduls in der Lage, sich Teilbereiche des Fachgebietes anhand von einschlägiger Fachliteratur selbständig zu erarbeiten, das erworbene Wissen zusammenzufassen, zu präsentieren und es mit den Inhalten anderer Lehrveranstaltungen zu verknüpfen.</p>
Arbeitsaufwand in Stunden	Eigenstudium 124, Präsenzstudium 56
Leistungspunkte	6
Prüfung	Mündliche Prüfung
Prüfungsdauer und -umfang	30 min
Zuordnung zu folgenden Curricula	Bioverfahrenstechnik: Vertiefung A - Allgemeine Bioverfahrenstechnik: Wahlpflicht Chemical and Bioprocess Engineering: Vertiefung Bioverfahrenstechnik: Wahlpflicht Chemical and Bioprocess Engineering: Vertiefung Allgemeine Verfahrenstechnik: Wahlpflicht Computer Science: Kernqualifikation: Wahlpflicht Informatik-Ingenieurwesen: Kernqualifikation: Wahlpflicht Internationales Wirtschaftsingenieurwesen: Vertiefung II. Informationstechnologie: Wahlpflicht

Lehrveranstaltung L0457: Algebraische Statistik für computergestützte Biologie	
Typ	Gruppenübung
SWS	2
LP	3
Arbeitsaufwand in Stunden	Eigenstudium 62, Präsenzstudium 28
Dozenten	Prof. Karl-Heinz Zimmermann
Sprachen	DE/EN
Zeitraum	WiSe
Inhalt	
Literatur	

Lehrveranstaltung L0456: Algebraische Statistik für computerorientierte Biologie	
Typ	Vorlesung
SWS	2
LP	3
Arbeitsaufwand in Stunden	Eigenstudium 62, Präsenzstudium 28
Dozenten	Prof. Karl-Heinz Zimmermann
Sprachen	DE/EN
Zeitraum	WiSe
Inhalt	
Literatur	

Modul M0711: Numerische Mathematik II			
Lehrveranstaltungen			
Titel		Typ	SWS
Numerische Mathematik II (L0568)		Vorlesung	2
Numerische Mathematik II (L0569)		Gruppenübung	2
			LP
			3
Modulverantwortlicher	Prof. Blanca Ayuso Dios		
Zulassungsvoraussetzungen	Keine		
Empfohlene Vorkenntnisse	<ul style="list-style-type: none"> • Vorlesungsinhalte der Veranstaltung der Zulassungsvoraussetzungen sowie deren Zulassungsvoraussetzungen • 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 numerischen Methoden in Abhängigkeit vom gestellten Problem und des verwendeten Lösungsalgorithmus zu begründen und auf verwandte Problemstellungen zu übertragen • zu gegebener Problemstellung einen geeigneten Lösungsansatz zu entwickeln, gegebenenfalls durch Zusammensetzen mehrerer Algorithmen, diesen durchzuführen und die Ergebnisse kritisch auszuwerten. 		
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	30 min		
Zuordnung zu folgenden Curricula	Computer Science: Kernqualifikation: Wahlpflicht Informatik-Ingenieurwesen: Kernqualifikation: Wahlpflicht Technomathematik: Vertiefung Mathematik: 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. Blanca Ayuso Dios
Sprachen	DE/EN
Zeitraum	WiSe
Inhalt	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. Blanca Ayuso Dios
Sprachen	DE/EN
Zeitraum	WiSe
Inhalt	Siehe korrespondierende Vorlesung
Literatur	Siehe korrespondierende Vorlesung

Modul M0582: Nichtlineare Optimierung			
Lehrveranstaltungen			
Titel	Typ	SWS	LP
Nichtlineare Optimierung (L0228)	Vorlesung	3	4
Nichtlineare Optimierung (L0229)	Gruppenübung	1	2
Modulverantwortlicher	Dr. Christian Jansson		
Zulassungsvoraussetzungen	Keine		
Empfohlene Vorkenntnisse	Grundkenntnisse in Mathematik		
Modulziele/ angestrebte Lernergebnisse	Nach erfolgreicher Teilnahme haben die Studierenden die folgenden Lernergebnisse erreicht		
Fachkompetenz	Die Studierenden haben Kenntnisse der grundlegenden Prinzipien der numerischen nichtlinearen Optimierung. Insbesondere kennen sie die wichtigsten Optimalitätskriterien und Optimierungsverfahren für endlich dimensionale sowie unendlich dimensionale Probleme.		
<i>Wissen</i>			
<i>Fertigkeiten</i>	Die Studierenden haben Erfahrungen im Umgang mit Software-Paketen im Bereich der Optimierung. Sie können praktische Optimierungsprobleme flexibel modellieren und näherungsweise berechnete optimale Lösungen problemangepasst beurteilen.		
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 angegebenen Literaturquellen zu benutzen und auszuwerten. Sie können ihren Wissensstand mit Hilfe von Übungen kontinuierlich überprüfen und auf dieser Basis ihre Lernprozesse steuern.		
Arbeitsaufwand in Stunden	Eigenstudium 124, Präsenzstudium 56		
Leistungspunkte	6		
Prüfung	Mündliche Prüfung		
Prüfungsdauer und -umfang	90 Minuten		
Zuordnung zu folgenden Curricula	Computer Science: Kernqualifikation: Wahlpflicht Informatik-Ingenieurwesen: Kernqualifikation: Wahlpflicht Mechatronics: Vertiefung Systementwurf: Wahlpflicht Mechatronics: Vertiefung Intelligente Systeme und Robotik: Wahlpflicht Produktentwicklung, Werkstoffe und Produktion: Kernqualifikation: Wahlpflicht		

Lehrveranstaltung L0228: Nichtlineare Optimierung	
Typ	Vorlesung
SWS	3
LP	4
Arbeitsaufwand in Stunden	Eigenstudium 78, Präsenzstudium 42
Dozenten	Dr. Christian Jansson
Sprachen	DE
Zeitraum	SoSe
Inhalt	<p>Einleitung</p> <p>Beispiele</p> <p>MATLAB und Optimization Toolbox</p> <p>Grundlagen</p> <ul style="list-style-type: none"> • Extremwerte von Funktionen • Satz von Taylor • Positiv definite Matrizen • Konvexe Mengen • Konvexe Funktionen • Charakterisierung differenzierbarer konvexer Funktionen <p>Optimalitätsbedingungen</p> <ul style="list-style-type: none"> • Probleme ohne Nebenbedingungen • Probleme mit Nebenbedingungen, der Satz von Kuhn und Tucker <p>Optimierung dynamischer Systeme</p> <ul style="list-style-type: none"> • Einführung • Pontryagin's Optimalitätsprinzip • Riccati-Gleichung <p>Nichtlineare Minimierung ohne Nebenbedingungen</p> <ul style="list-style-type: none"> • Abstiegs- und Gradientenverfahren • Newton-Verfahren • Gedämpfte Newton-Verfahren • Trust-Region Methoden • Levenberg-Marquardt Verfahren • Quasi-Newton Verfahren: Rang 1-Korrektur, DFP- und BFGS-Verfahren • Numerische Tests und Testfunktionen • Software <p>Nichtlineare Minimierung mit Nebenbedingungen und konvexe Optimierung</p> <ul style="list-style-type: none"> • Innere-Punkte Verfahren • Newton-Verfahren zur Lösung der Kuhn-Tucker Bedingungen • SQP-Verfahren • Softwarepaket Matlab's Optimization Toolbox • Lineare Matrixungleichungen und semidefinite Optimierung • Dualitätstheorie • Anwendungen (Robuste Optimierung, Relaxationen für kombinatorische Optimierungsprobleme, polynomiale Probleme, Truss-Probleme) • Branch and Bound Verfahren • Verifizierte Resultate für semidefinite Optimierungsprobleme und das Softwarepaket VSDP
Literatur	<ul style="list-style-type: none"> • M.S. Bazaraa, H.D. Sheraly, C.M. Shetty: Nonlinear Programming, John Wiley, 1993 • S. Boyd, L. Vandenberghe: Convex Optimization, Cambridge University Press, 2004 • N.I.M. Gould, S. Leyffer: An Introduction to algorithms for nonlinear optimization, Springer, 2003 • A. Nemirovski: Lectures on Modern Convex Optimization, SIAM, 2001 • C. Floudas, P.M. Pardalos (eds.): Encyclopedia of Optimization, Springer, 2001

Lehrveranstaltung L0229: Nichtlineare Optimierung	
Typ	Gruppenübung
SWS	1
LP	2
Arbeitsaufwand in Stunden	Eigenstudium 46, Präsenzstudium 14
Dozenten	Dr. Christian Jansson
Sprachen	DE
Zeitraum	SoSe
Inhalt	Siehe korrespondierende Vorlesung
Literatur	Siehe korrespondierende Vorlesung

Modul M0685: Algebraische Methoden in Informations- und Kommunikationstechnik			
Lehrveranstaltungen			
Titel		Typ	SWS LP
Algebraische Methoden in Informations- und Kommunikationstechnik (L0461)		Vorlesung	2 3
Algebraische Methoden in Informations- und Kommunikationstechnik (L0462)		Gruppenübung	2 3
Modulverantwortlicher	Prof. Karl-Heinz Zimmermann		
Zulassungsvoraussetzungen	Keine.		
Empfohlene Vorkenntnisse	Höhere Mathematik, insbesondere Analysis, Lineare Algebra und Grundlagen der abstrakten Algebra.		
Modulziele/ angestrebte Lernergebnisse	Nach erfolgreicher Teilnahme haben die Studierenden die folgenden Lernergebnisse erreicht		
Fachkompetenz			
<i>Wissen</i>	Wissen: Die Studierenden werden vertraut gemacht mit folgenden Themen: <ul style="list-style-type: none"> • Algebraische Kombinatorik und Abzählung schöner Dinge • Ideale, lokale Ringe, Standardbasen und polynomiale Gleichungssysteme • Moduln, Syzygien und freie Resolutionen • Hilbertpolynome und Dimension projektiver Varietäten • Algebraische Invariantentheorie und Codierungstheorie Neben diesen Kernthemen werden behandelt: <ul style="list-style-type: none"> • Elliptische Kurven und Kryptographie • Knotenpolynome und Knotentheorie • Homologische Algebra und Sensornetze • Garbenkohomologie und globale Daten. Dabei wird an vielen Stellen Gebrauch von CAS gemacht.		
<i>Fertigkeiten</i>	Die Studierenden können Rechnungen zu folgenden Themen durchführen: <ul style="list-style-type: none"> • Algebraische Kombinatorik und Abzählung schöner Dinge • Ideale, lokale Ringe, Standardbasen und polynomiale Gleichungssysteme • Moduln, Syzygien und freie Resolutionen • Hilbertpolynome und Dimension projektiver Varietäten • Algebraische Invariantentheorie und Codierungstheorie • Elliptische Kurven und Kryptographie • Knotenpolynome und Knotentheorie • Homologische Algebra und Sensornetze • Garbenkohomologie und globale Daten Extensiver Einsatz von CAS.		
Personale Kompetenzen			
<i>Sozialkompetenz</i>	Die Studierenden sind nach Abschluss des Moduls in der Lage, fachspezifische Aufgaben alleine oder in einer Gruppe zu bearbeiten und die Resultate geeignet zu präsentieren.		
<i>Selbstständigkeit</i>	Die Studierenden sind nach Abschluss des Moduls in der Lage, sich Teilbereiche des Fachgebietes anhand von einschlägiger Fachliteratur selbstständig zu erarbeiten, das erworbene Wissen zusammenzufassen, zu präsentieren und es mit den Inhalten anderer Lehrveranstaltungen zu verknüpfen.		
Arbeitsaufwand in Stunden	Eigenstudium 124, Präsenzstudium 56		
Leistungspunkte	6		
Prüfung	Mündliche Prüfung		
Prüfungsdauer und -umfang	Einzelprüfung, 30 min		
Zuordnung zu folgenden Curricula	Computer Science: Kernqualifikation: Wahlpflicht Informatik-Ingenieurwesen: Kernqualifikation: Wahlpflicht		

Lehrveranstaltung L0461: Algebraische Methoden in Informations- und Kommunikationstechnik	
Typ	Vorlesung
SWS	2
LP	3
Arbeitsaufwand in Stunden	Eigenstudium 62, Präsenzstudium 28
Dozenten	Prof. Karl-Heinz Zimmermann
Sprachen	DE/EN
Zeitraum	SoSe
Inhalt	
Literatur	

Lehrveranstaltung L0462: Algebraische Methoden in Informations- und Kommunikationstechnik	
Typ	Gruppenübung
SWS	2
LP	3
Arbeitsaufwand in Stunden	Eigenstudium 62, Präsenzstudium 28
Dozenten	Prof. Karl-Heinz Zimmermann
Sprachen	DE/EN
Zeitraum	SoSe
Inhalt	
Literatur	

Modul M0804: Forschungsprojekt und Seminar			
Lehrveranstaltungen			
Titel		Typ	SWS
Forschungsprojekt (L1761)		Projektkurs	10
Hauptseminar (L0817)		Seminar	2
Modulverantwortlicher	Prof. Karl-Heinz Zimmermann		
Zulassungsvoraussetzungen	Keine		
Empfohlene Vorkenntnisse	Wissen und Fertigkeiten aus einer der Vertiefungen im Master-Bereich des Studiengangs		
Modulziele/ angestrebte Lernergebnisse	Nach erfolgreicher Teilnahme haben die Studierenden die folgenden Lernergebnisse erreicht		
Fachkompetenz	Die Studierenden wissen,		
<i>Wissen</i>	<ul style="list-style-type: none"> wie man sich ein Teilgebiet der Informatik (oder in einen angrenzenden Bereich) selbständig erschließt - einerseits im Zuge einer Projektarbeit und andererseits im Zuge eines Hauptseminars. 		
<i>Fertigkeiten</i>	Die Studierenden können		
	<ul style="list-style-type: none"> ein Teilgebiet der Informatik (oder in einem angrenzenden Bereich) selbständig bearbeiten - einerseits im Zuge einer Projektarbeit und andererseits im Zuge eines Hauptseminars 		
Personale Kompetenzen	<ul style="list-style-type: none"> Studierende können sich zu Teams zur Lösung von nichttrivialen Problemen unter ggf. vager Aufgabenbeschreibung 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. 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 Studierenden beschreiben wissenschaftliche Fragestellungen in einem Fachgebiet der Informatik, des Ingenieurwesens 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. 		
<i>Sozialkompetenz</i>			
<i>Selbstständigkeit</i>	<ul style="list-style-type: none"> 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. Die AbsolventInnen erarbeiten sich selbständig ein wissenschaftliches Teilgebiet, können dieses in einer Präsentation vorstellen und verfolgen aktiv die Präsentationen anderer Studierenden, so dass ein interaktiver Diskurs über ein wissenschaftliches Thema entsteht. Studierende integrieren sich selbständig in einen Projektkontext und übernehmen eigenverantwortlich Aufgaben in einem Software- oder Hardware-Entwicklungsprojekt. 		
Arbeitsaufwand in Stunden	Eigenstudium 372, Präsenzstudium 168		
Leistungspunkte	18		
Prüfung	laut FSPO		
Prüfungsdauer und -umfang	Das Seminar erfordert eine Präsentation über ein aktuelles Forschungsthema (Vortrag 25-30 min und Diskussion 5 min). Das Forschungsprojekt ist eine Projektarbeit im Sinne der ASPO und der einschlägigen FSPO.		
Zuordnung zu folgenden Curricula	Computer Science: Kernqualifikation: Pflicht Informatik-Ingenieurwesen: Kernqualifikation: Pflicht Information and Communication Systems: Kernqualifikation: Pflicht		

Lehrveranstaltung L1761: Forschungsprojekt	
Typ	Projektkurs
SWS	10
LP	16
Arbeitsaufwand in Stunden	Eigenstudium 340, 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	2
Arbeitsaufwand in Stunden	Eigenstudium 32, 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 Computer and Software Engineering

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)	Problemorientierte Lehrveranstaltung	2	2
Übung Kommunikationsnetze (L0898)	Problemorientierte Lehrveranstaltung	1	2
Modulverantwortlicher	Prof. Andreas Timm-Giel		
Zulassungsvoraussetzungen	None		
Empfohlene Vorkenntnisse	<ul style="list-style-type: none"> Fundamental stochastics Basic understanding of computer networks and/or communication technologies is beneficial 		
Modulziele/ angestrebte Lernergebnisse	Nach erfolgreicher Teilnahme haben die Studierenden die folgenden Lernergebnisse erreicht		
Fachkompetenz			
<i>Wissen</i>	Students are able to describe the principles and structures of communication networks in detail. They can explain the formal description methods of communication networks and their protocols. They are able to explain how current and complex communication networks work and describe the current research in these examples.		
<i>Fertigkeiten</i>	Students are able to evaluate the performance of communication networks using the learned methods. They are able to work out problems themselves and apply the learned methods. They can apply what they have learned autonomously on further and new communication networks.		
Personale Kompetenzen			
<i>Sozialkompetenz</i>	Students are able to define tasks themselves in small teams and solve these problems together using the learned methods. They can present the obtained results. They are able to discuss and critically analyse the solutions.		
<i>Selbstständigkeit</i>	Students are able to obtain the necessary expert knowledge for understanding the functionality and performance capabilities of new communication networks independently.		
Arbeitsaufwand in Stunden	Eigenstudium 110, Präsenzstudium 70		
Leistungspunkte	6		
Prüfung	Kolloquium		
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 Processing: Wahlpflicht		

Lehrveranstaltung L0897: Analysis and Structure of Communication Networks

Typ	Vorlesung
SWS	2
LP	2
Arbeitsaufwand in Stunden	Eigenstudium 32, Präsenzstudium 28
Dozenten	Dr. Maciej Mühleisen
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	Problemorientierte Lehrveranstaltung
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 Exercise	
Typ	Problemorientierte Lehrveranstaltung
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 M0753: Software Verification			
Lehrveranstaltungen			
Titel	Typ	SWS	LP
Softwareverifikation (L0629)	Vorlesung	2	3
Softwareverifikation (L0630)	Gruppenübung	2	2
Softwareverifikation (L1622)	Hörsaalübung	2	1
Modulverantwortlicher	Prof. Sibylle Schupp		
Zulassungsvoraussetzungen	None		
Empfohlene Vorkenntnisse	<ul style="list-style-type: none"> • Concurrency 		
Modulziele/ angestrebte Lernergebnisse	Nach erfolgreicher Teilnahme haben die Studierenden die folgenden Lernergebnisse erreicht		
Fachkompetenz	<p><i>Wissen</i></p> <p>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.</p> <p><i>Fertigkeiten</i></p> <p>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.</p> <p>Personale Kompetenzen</p> <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 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.</p>		
Arbeitsaufwand in Stunden	Eigenstudium 96, Präsenzstudium 84		
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 • 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	2
Arbeitsaufwand in Stunden	Eigenstudium 32, Präsenzstudium 28
Dozenten	Prof. Sibylle Schupp
Sprachen	EN
Zeitraum	WiSe
Inhalt	Siehe korrespondierende Vorlesung
Literatur	Siehe korrespondierende Vorlesung

Lehrveranstaltung L1622: Software Verification	
Typ	Hörsaalübung
SWS	2
LP	1
Arbeitsaufwand in Stunden	Eigenstudium 2, Präsenzstudium 28
Dozenten	Prof. Sibylle Schupp
Sprachen	EN
Zeitraum	WiSe
Inhalt	
Literatur	

Modul M0926: Verteilte Algorithmen			
Lehrveranstaltungen			
Titel		Typ	SWS
Verteilte Algorithmen (L1071)		Vorlesung	2
Verteilte Algorithmen (L1072)		Hörsaalübung	2
Modulverantwortlicher	Prof. Volker Turau		
Zulassungsvoraussetzungen	Keine		
Empfohlene Vorkenntnisse			
Modulziele/ angestrebte Lernergebnisse	Nach erfolgreicher Teilnahme haben die Studierenden die folgenden Lernergebnisse erreicht		
Fachkompetenz			
<i>Wissen</i>	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 radomisierten Algorithmen.		
<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			
Zuordnung zu folgenden Curricula	Computer Science: Vertiefung Computer and Software Engineering: Wahlpflicht Informatik-Ingenieurwesen: Vertiefung Informations- und Kommunikationstechnik: 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 M0556: Computer Graphics and Animation			
Lehrveranstaltungen			
Titel	Typ	SWS	LP
Computer-Grafik und Animation (L0145)	Vorlesung	2	3
Computer-Grafik und Animation (L0768)	Projektseminar	2	3
Modulverantwortlicher	Prof. Helmut Weberpals		
Zulassungsvoraussetzungen			
Empfohlene Vorkenntnisse	Students are expected to have a solid knowledge of object-oriented programming as well as of linear algebra and geometry.		
Modulziele/ angestrebte Lernergebnisse	Nach erfolgreicher Teilnahme haben die Studierenden die folgenden Lernergebnisse erreicht		
Fachkompetenz			
<i>Wissen</i>	Students have acquired a theoretical basis in computer graphics and have a clear understanding of the process of computer animation.		
<i>Fertigkeiten</i>	Students have acquired <ul style="list-style-type: none"> • solid skills in modelling and shading, • solid skills in computer animation techniques, and • a thorough command of Maya, a first-class animation system. 		
Personale Kompetenzen			
<i>Sozialkompetenz</i>	Students are trained in communicating abstract ideas and are familiar with planning and conducting projects within a small team.		
<i>Selbstständigkeit</i>	Students are able to direct complex computer animation projects.		
Arbeitsaufwand in Stunden	Eigenstudium 124, Präsenzstudium 56		
Leistungspunkte	6		
Prüfung	Projektarbeit		
Prüfungsdauer und -umfang	90 min		
Zuordnung zu folgenden Curricula	Computer Science: Vertiefung Computer and Software Engineering: Wahlpflicht Informatik-Ingenieurwesen: Vertiefung Systemtechnik: 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		

Lehrveranstaltung L0145: Computer Graphics and Animation	
Typ	Vorlesung
SWS	2
LP	3
Arbeitsaufwand in Stunden	Eigenstudium 62, Präsenzstudium 28
Dozenten	Prof. Helmut Weberpals
Sprachen	EN
Zeitraum	SoSe
Inhalt	<p>Computer graphics and animation are leading to an unprecedented visual revolution. The course deals with its technological foundations:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Object-oriented Computer Graphics • Projections and Transformations • Polygonal and Parametric Modelling • Illuminating, Shading, Rendering • Computer Animation Techniques • Kinematics and Dynamics Effects <p>Students will be working on a series of mini-projects which will eventually evolve into a final project. Learning computer graphics and animation resembles learning a musical instrument. Therefore, doing your projects well and in time is essential for performing well on this course.</p>
Literatur	<p>Alan H. Watt: 3D Computer Graphics. Harlow: Pearson (3rd ed., repr., 2009).</p> <p>Dariush Derakhshani: Introducing Autodesk Maya 2014. New York, NY : Wiley (2013).</p>

Lehrveranstaltung L0768: Computer Graphics and Animation	
Typ	Projektseminar
SWS	2
LP	3
Arbeitsaufwand in Stunden	Eigenstudium 62, Präsenzstudium 28
Dozenten	Prof. Helmut Weberpals
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)	Problemorientierte Lehrveranstaltung	2	3
Modulverantwortlicher	Prof. Thomas Rung		
Zulassungsvoraussetzungen	Keine		
Empfohlene Vorkenntnisse	Allgemeine Grundlagen der angewandten Informationstechnik		
Modulziele/ angestrebte Lernergebnisse	Nach erfolgreicher Teilnahme haben die Studierenden die folgenden Lernergebnisse erreicht		
Fachkompetenz	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.		
<i>Wissen</i>			
<i>Fertigkeiten</i>	Studierende sind durch ihre Kenntnisse in der Lage, die algorithmischen Effizienz von Simulationsverfahren zu beurteilen.		
Personale Kompetenzen	Studierende sind befähigt im Team Algorithmen zu entwickeln und zu kodieren.		
<i>Sozialkompetenz</i>			
<i>Selbstständigkeit</i>			
Arbeitsaufwand in Stunden	Eigenstudium 124, Präsenzstudium 56		
Leistungspunkte	6		
Prüfung	Klausur		
Prüfungsdauer und -umfang	1.5h		
Zuordnung zu folgenden Curricula	Computer Science: Vertiefung Computer and Software Engineering: Wahlpflicht Informatik-Ingenieurwesen: Vertiefung Wissenschaftliches Rechnen: Wahlpflicht Theoretischer Maschinenbau: Vertiefung Numerik und Informatik: 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 (GP/GPUs)
Literatur	

Lehrveranstaltung L1416: Grundlagen des Hochleistungsrechnens	
Typ	Problemorientierte 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 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	Wahrscheinlichkeitsrechnung und Stochastische Prozesse wünschenswert sind 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			
<i>Wissen</i>	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.		
<i>Fertigkeiten</i>	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.		
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 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.		
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 Elektrotechnik: Vertiefung Nachrichten- und Kommunikationstechnik: Wahlpflicht Informatik-Ingenieurwesen: Vertiefung Ingenieurwesen: Wahlpflicht Information and Communication Systems: Kernqualifikation: Pflicht Mechatronics: 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 M1318: Wireless Sensor Networks			
Lehrveranstaltungen			
Titel		Typ	SWS
Ausgewählte Themen Drahtloser Sensornetzwerke (L1819)		Problemorientierte Lehrveranstaltung	1
Drahtlose Sensornetze (L1815)		Vorlesung	2
Drahtlose Sensornetze (L1816)		Gruppenübung	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 Informatik-Ingenieurwesen: Vertiefung Informations- und Kommunikationstechnik: Wahlpflicht		

Lehrveranstaltung L1819: Selected Topics of Wireless Sensor Networks	
Typ	Problemorientierte 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 M1323: Kryptographie			
Lehrveranstaltungen			
Titel		Typ	SWS LP
Kryptographie (L1825)		Gruppenübung	2 3
Kryptographie (L1826)		Vorlesung	2 3
Modulverantwortlicher	Prof. Chris Brzuska		
Zulassungsvoraussetzungen	Keine		
Empfohlene Vorkenntnisse	Prerequisites: Mathematical reasoning will be used throughout the course and is essential. It is helpful if you have been to introduction to IT Security and know that the concept of an algorithm can be formalized (e.g., via the concept of a Turing Maschine) and used to measure running time. It is also useful if you know the complexity classes P and NP. We will need some basic probability analysis, too.		
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			
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 L1825: 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	Literatur: - 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 L1826: 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>Content:</p> <p>This course is about the foundations of cryptography. We introduce cryptographic security models and concepts and understand the relations between them. We then apply the learnt concepts and techniques to real-world problems. In particular, we cover:</p> <ul style="list-style-type: none"> - One-way functions - Pseudorandomness - Pseudorandom generators - Pseudorandom functions - symmetric encryption - asymmetric encryption - message authentication codes - signature schemes - secure channels - recent attacks on real-life protocols such as TLS, 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

Modul M1324: Software Testing			
Lehrveranstaltungen			
Titel		Typ	SWS
Softwaretesten (L1827)		Problemorientierte Lehrveranstaltung	2
Softwaretesten (L1828)		Vorlesung	2
			LP
			3
Modulverantwortlicher	Prof. Sibylle Schupp		
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	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, Schwerpunkt Software und Signalverarbeitung : Wahlpflicht		

Lehrveranstaltung L1827: Software Testing	
Typ	Problemorientierte Lehrveranstaltung
SWS	2
LP	3
Arbeitsaufwand in Stunden	Eigenstudium 62, Präsenzstudium 28
Dozenten	Dr. Sandro Schulze
Sprachen	EN
Zeitraum	SoSe
Inhalt	
Literatur	

Lehrveranstaltung L1828: Software Testing	
Typ	Vorlesung
SWS	2
LP	3
Arbeitsaufwand in Stunden	Eigenstudium 62, Präsenzstudium 28
Dozenten	Dr. Sandro Schulze
Sprachen	EN
Zeitraum	SoSe
Inhalt	
Literatur	

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
Modulziele/ angestrebte Lernergebnisse	Nach erfolgreicher Teilnahme haben die Studierenden die folgenden Lernergebnisse erreicht
Fachkompetenz	<p><i>Wissen</i> 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> 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> <p>Personale Kompetenzen</p> <p><i>Sozialkompetenz</i> Students discuss relevant topics in class. They defend their solutions orally. They communicate in English.</p> <p><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 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	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, 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	SoSe
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. 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	SoSe
Inhalt	Siehe korrespondierende Vorlesung
Literatur	Siehe korrespondierende Vorlesung

Modul M0837: Communication Networks II - Simulation and Modeling			
Lehrveranstaltungen			
Titel		Typ	SWS
Simulation und Modellierung von Kommunikationsnetzen (L0887)		Problemorientierte Lehrveranstaltung	5
			LP
			6
Modulverantwortlicher	Prof. Andreas Timm-Giel		
Zulassungsvoraussetzungen			
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	Kolloquium		
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	Problemorientierte 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 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			
Modulziele/ angestrebte Lernergebnisse	Nach erfolgreicher Teilnahme haben die Studierenden die folgenden Lernergebnisse erreicht		
Fachkompetenz	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)		
<i>Wissen</i>			
<i>Fertigkeiten</i>	Studierende erstellen interrupt-basierte Programme für einen konkreten Mikrocontroller. Sie erstellen und benutzen einen preemptiven scheduler. Sie setzen periphere Komponenten (Timer, ADCs, EEPROM) für komplexe Aufgaben eingebetteter System ein. Für den Anschluss externer Komponenten setzen sie serielle Protokolle ein.		
Personale Kompetenzen			
<i>Sozialkompetenz</i>			
<i>Selbstständigkeit</i>			
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 Kommunikationssysteme, Schwerpunkt Software: Wahlpflicht Information and Communication Systems: Vertiefung Sichere und zuverlässige IT-Systeme, Schwerpunkt Software und Signalverarbeitung : Wahlpflicht Mechatronics: Technischer Ergänzungskurs: 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 M0943: Network Security			
Lehrveranstaltungen			
Titel		Typ	SWS
Netzwerk-Sicherheit (L1105)		Vorlesung	3
Netzwerk-Sicherheit (L1106)		Gruppenübung	2
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			
<i>Wissen</i>	Students can <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. 		
<i>Fertigkeiten</i>	Students are capable of <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			
<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 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 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><i>Wissen</i> Die Bedeutung Eingebetteter Systeme steigt von Jahr zu Jahr. Innerhalb Eingebetteter Systeme steigt der Software-Anteil, der auf Prozessoren ausgeführt wird, aufgrund geringerer Kosten und höherer Flexibilität ebenso kontinuierlich. Wegen der besonderen Einsatzgebiete Eingebetteter Systeme kommen hier hochgradig spezialisierte Prozessoren zum Einsatz, die applikationsspezifisch auf ihr jeweiliges Einsatzgebiet ausgerichtet sind. Diese hochgradig spezialisierten Prozessoren stellen hohe Anforderungen an einen Compiler, der Code von hoher Qualität generieren soll. Nach erfolgreichem Besuch der Veranstaltung sind die Studierenden in der Lage,</p> <ul style="list-style-type: none"> • Struktur und Aufbau derartiger Compiler aufzuzeigen, • interne Zwischendarstellungen auf verschiedenen Abstraktionsniveaus zu unterscheiden und zu erklären, und • Probleme und Optimierungen in allen Compilerphasen zu beurteilen. <p>Wegen der hohen Anforderungen an Compiler für Eingebettete Systeme sind effektive Optimierungen unerlässlich. Die Studierenden lernen insbes.,</p> <ul style="list-style-type: none"> • welche Arten von Optimierungen es auf Quellcode-Niveau gibt, • wie die Übersetzung von der Quellsprache nach Assembler abläuft, • welche Arten von Optimierungen auf Assembler-Niveau durchzuführen sind, • wie die Registerallokation vonstatten geht, und • wie Speicherhierarchien effizient ausgenutzt werden. <p>Da Compiler für Eingebettete Systeme oft verschiedene Zielfunktionen optimieren sollen (z.B. durchschnittliche oder worst-case Laufzeit, Energieverbrauch, Code-Größe), lernen die Studierenden den Einfluss von Optimierungen auf diese verschiedenen Zielfunktionen zu beurteilen.</p> <p><i>Fertigkeiten</i> Studierende werden in die Lage versetzt, hochsprachlichen Programmcode in Maschinensprache zu übersetzen. Die Studierenden erwerben die Fähigkeit zu beurteilen, welche Art von Code-Optimierung innerhalb eines Compilers am effektivsten auf welchem Abstraktionsniveau (bspw. Quell- oder Assemblercode) durchzuführen ist.</p> <p>Während der Übungen erwerben die Studierenden die Fähigkeit, einen funktionierenden Compiler mitsamt Optimierungen zu implementieren.</p> <p>Personale Kompetenzen</p> <p><i>Sozialkompetenz</i> Die Studierenden sind nach Abschluss des Moduls in der Lage, ähnliche Aufgaben alleine oder in einer Gruppe zu bearbeiten und die Resultate geeignet zu präsentieren.</p> <p><i>Selbstständigkeit</i> Die Studierenden sind nach Abschluss des Moduls in der Lage, sich Teilbereiche des Fachgebietes anhand von Fachliteratur selbstständig zu erarbeiten, das erworbene Wissen zusammenzufassen, zu präsentieren und es mit den Inhalten anderer Lehrveranstaltungen zu verknüpfen.</p>		
Arbeitsaufwand in Stunden	Eigenstudium 124, Präsenzstudium 56		
Leistungspunkte	6		
Prüfung	Mündliche Prüfung		
Prüfungsdauer und -umfang	30 Minuten, Inhalte der Vorlesung		
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		

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	
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 M0910: Fortgeschrittener Entwurf von Chip-Systemen (Praktikum)			
Lehrveranstaltungen			
Titel		Typ	SWS
Fortgeschrittener Entwurf von Chip-Systemen (L1061)		Problemorientierte Lehrveranstaltung	3
LP	6		
Modulverantwortlicher	Prof. Heiko Falk		
Zulassungsvoraussetzungen	Keine.		
Empfohlene Vorkenntnisse	Modul "Rechnerarchitektur", insbesondere Bestehen der praktischen Übungen zu "Rechnerarchitektur"		
Modulziele/ angestrebte Lernergebnisse	Nach erfolgreicher Teilnahme haben die Studierenden die folgenden Lernergebnisse erreicht		
Fachkompetenz	<p><i>Wissen</i> 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> <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> <p><i>Fertigkeiten</i> 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	<p><i>Sozialkompetenz</i> Die Studierenden sind nach Abschluss des Moduls in der Lage, ähnliche Aufgaben alleine oder in einer Gruppe zu bearbeiten und die Resultate geeignet zu präsentieren.</p> <p><i>Selbstständigkeit</i> Die Studierenden sind nach Abschluss des Moduls in der Lage, sich Teilbereiche des Fachgebietes anhand von Fachliteratur selbstständig zu erarbeiten, das erworbene Wissen 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	Projektarbeit		
Prüfungsdauer und -umfang			
Zuordnung zu folgenden Curricula	Computer Science: Vertiefung Computer and Software Engineering: Wahlpflicht Informatik-Ingenieurwesen: Vertiefung Informations- und Kommunikationstechnik: Wahlpflicht		

Lehrveranstaltung L1061: Fortgeschrittener Entwurf von Chip-Systemen	
Typ	Problemorientierte 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 M0942: Software Security			
Lehrveranstaltungen			
Titel		Typ	SWS
Software-Sicherheit (L1103)		Vorlesung	2
Software-Sicherheit (L1104)		Gruppenübung	2
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			
<i>Wissen</i>	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>Fertigkeiten</i>	Students are capable of <ul style="list-style-type: none"> performing a software vulnerability analysis developing secure code 		
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	M. Howard, D. LeBlanc: Writing Secure Code, 2nd edition, Microsoft Press (2002) G. Hoglund, G. McGraw: Exploiting Software, Addison-Wesley (2004) L. Gong, G. Ellison, M. Dageforde: Inside Java 2 Platform Security, 2nd edition, Addison-Wesley (2003) B. LaMacchia, S. Lange, M. Lyons, R. Martin, K. T. Price: .NET Framework Security, Addison-Wesley Professional (2002) D. Gollmann: Computer Security, 3rd edition (2011)

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 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	Prof. Wolfgang Krautschneider		
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 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. 		
<i>Selbstständigkeit</i>	<ul style="list-style-type: none"> • Students are able to assess their knowledge in a realistic manner. • The students are able to draw scenarios for estimation of the impact of advanced mobile electronics on the future lifestyle of the society. 		
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 Elektrotechnik: Kernqualifikation: Pflicht Informatik-Ingenieurwesen: Vertiefung Informations- und Kommunikationstechnik: Wahlpflicht Internationales Wirtschaftsingenieurwesen: Vertiefung II. Elektrotechnik: Wahlpflicht 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. Schwierz, 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
Seminar Traffic Engineering (L0902)		Seminar	2
Traffic Engineering (L0900)		Vorlesung	2
Traffic Engineering Übung (L0901)		Gruppenübung	1
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 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 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:</p> <p>U. Killat, Entwurf und Analyse von Kommunikationsnetzen, Springer</p> <p>Weitere Literatur wird in der Lehrveranstaltung bekanntgegeben</p> <p>/</p> <p>Literature:</p> <p>U. Killat, Entwurf und Analyse von Kommunikationsnetzen, Springer</p> <p>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	<p>Literatur:</p> <p>U. Killat, Entwurf und Analyse von Kommunikationsnetzen, Springer</p> <p>Weitere Literatur wird in der Lehrveranstaltung bekanntgegeben / Literature:</p> <p>U. Killat, Entwurf und Analyse von Kommunikationsnetzen, Springer</p> <p>further literature announced in the lecture</p>

Modul M0549: Wissenschaftliches Rechnen und Genauigkeit			
Lehrveranstaltungen			
Titel		Typ	SWS
Einschließungsmethoden (L0122)		Vorlesung	2
Einschließungsmethoden (L1208)		Gruppenübung	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	Die Studenten haben vertiefte Kenntnisse von numerischen und seminumerischen Methoden mit dem Ziel, prinzipiell exakte und genaue Fehlerschranken zu berechnen. Für diverse, grundlegende Problemstellungen kennen sie Algorithmen mit der Verifikation der Korrektheit des Resultats.		
<i>Wissen</i>			
Fertigkeiten	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.		
<i>Fertigkeiten</i>			
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>			
Selbstständigkeit	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.		
<i>Selbstständigkeit</i>			
Arbeitsaufwand in Stunden	Eigenstudium 124, Präsenzstudium 56		
Leistungspunkte	6		
Prüfung	Mündliche Prüfung		
Prüfungsdauer und -umfang	30 Minuten		
Zuordnung zu folgenden Curricula	Bioverfahrenstechnik: Vertiefung A - Allgemeine Bioverfahrenstechnik: Wahlpflicht Computer Science: Vertiefung Intelligence Engineering: Wahlpflicht Computer Science: Vertiefung Computer and Software Engineering: Wahlpflicht Informatik-Ingenieurwesen: Vertiefung Systemtechnik - Robotik: Wahlpflicht Informatik-Ingenieurwesen: Vertiefung Wissenschaftliches Rechnen: Wahlpflicht Technomathematik: Vertiefung II. Informatik: Wahlpflicht 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 M1318: Wireless Sensor Networks			
Lehrveranstaltungen			
Titel		Typ	SWS
Ausgewählte Themen Drahtloser Sensornetzwerke (L1819)		Problemorientierte Lehrveranstaltung	1
Drahtlose Sensornetze (L1815)		Vorlesung	2
Drahtlose Sensornetze (L1816)		Gruppenübung	1
LP			
			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 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	Problemorientierte Lehrveranstaltung
SWS	1
LP	2
Arbeitsaufwand in Stunden	Eigenstudium 46, Präsenzstudium 14
Dozenten	Prof. Bernd-Christian Renner
Sprachen	EN
Zeitraum	SoSe
Inhalt	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: <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)	Problemorientierte Lehrveranstaltung 2 3
Modulverantwortlicher	Prof. Sibylle Schupp
Zulassungsvoraussetzungen	None
Empfohlene Vorkenntnisse	<ul style="list-style-type: none"> • Software Engineering • Higher Programming Languages • Algorithms and Data Structures • 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 goals. Upon successful completion, students can identify and precisely formulate new problems in academic or applied research in the field of software testing. 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.
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 Computer Science: Vertiefung Computer and Software Engineering: Wahlpflicht Informatik-Ingenieurwesen: Vertiefung Informations- und Kommunikationstechnik: 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 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	Dr. Sandro Schulze
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.

Lehrveranstaltung L1792: Software Testing	
Typ	Problemorientierte Lehrveranstaltung
SWS	2
LP	3
Arbeitsaufwand in Stunden	Eigenstudium 62, Präsenzstudium 28
Dozenten	Dr. Sandro Schulze
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.

Fachmodule der Vertiefung Intelligence Engineering

Modul M0550: Digital Image Analysis			
Lehrveranstaltungen			
Titel	Typ	SWS	LP
Digitale Bildanalyse (L0126)	Vorlesung	4	6
Modulverantwortlicher	Prof. Rolf-Rainer Grigat		
Zulassungsvoraussetzungen			
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><i>Wissen</i> 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. <p><i>Fertigkeiten</i> 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. <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	<p><i>Sozialkompetenz</i></p> <p><i>Selbstständigkeit</i> Students can solve image analysis tasks independently using the relevant literature.</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 Elektrotechnik: Vertiefung Medizintechnik: Wahlpflicht Informatik-Ingenieurwesen: Vertiefung Systemtechnik: Wahlpflicht Information and Communication Systems: Vertiefung Kommunikationssysteme, Schwerpunkt Signalverarbeitung: Wahlpflicht Information and Communication Systems: Vertiefung Sichere und zuverlässige IT-Systeme, Schwerpunkt Software und Signalverarbeitung : Wahlpflicht Internationales Wirtschaftsingenieurwesen: Vertiefung II. Informationstechnologie: Wahlpflicht Mechatronics: Vertiefung Intelligente Systeme und Robotik: Wahlpflicht Microelectronics and Microsystems: Vertiefung Communication and Signal Processing: Wahlpflicht Theoretischer Maschinenbau: Vertiefung 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 M0554: Quantitative Methods - Statistics and Operations Research			
Lehrveranstaltungen			
Titel		Typ	SWS LP
Quantitative Methoden - Statistik und Operations Research (L0127)		Problemorientierte Lehrveranstaltung	3 4
Quantitative Methoden - Statistik und Operations Research (L0250)		Vorlesung	2 2
Modulverantwortlicher	Prof. Kathrin Fischer		
Zulassungsvoraussetzungen	None.		
Empfohlene Vorkenntnisse	Knowledge of Mathematics on the Bachelor Level. Relevant previous knowledge is tested by an online module		
Modulziele/ angestrebte Lernergebnisse	Nach erfolgreicher Teilnahme haben die Studierenden die folgenden Lernergebnisse erreicht		
Fachkompetenz	<p><i>Wissen</i> The students know</p> <ul style="list-style-type: none"> • different methods from the field of descriptive statistics and can explain them and their importance for Business Analysis; • different discrete and continuous distribution functions and can explain their meaning and their areas of application • the laws of probability theory as, e.g. the Bayes rule, and can explain them; • different methods of inferential statistics - e.g. confidence intervals, hypothesis testing and regression analysis - and can explain their theoretical background; • the history and relevance of Operations Research; • linear programming methods for solving planning problems and can explain them; • selected methods of transportation and network optimization and can explain them; • integer programming models and methods, e.g. for location planning; • appropriate software for solving these problems. <p><i>Fertigkeiten</i> Students are able to</p> <ul style="list-style-type: none"> • collect empirical data by appropriate methods, to aggregate, classify and analyze the data and to draw conclusions from them also in complex and realistic situations; • recognize different distribution functions and to apply them in the solution of Business problems; • apply laws of probability, as e.g. the Bayes rule, to construct solutions for Business problems; • select appropriate methods of inferential statistics, apply them to Business problems and evaluate the results of their analysis; • construct appropriate quantitative - linear or integer - models for Business planning situations; • apply methods from linear and integer programming and interpret and evaluate the results; • apply methods from transport and network planning and interpret and evaluate the results; • solve the problems with appropriate software, carry out sensitivity analyses and evaluate the results; • develop a critical judgement of the different methods and their applicability; • use models and methods from Statistics and OR to analyse problems from the areas of business and engineering and to evaluate the results; • apply their theoretical knowledge of the different methods to practical problems. <p>Personale Kompetenzen</p> <p><i>Sozialkompetenz</i> Students are able to</p> <ul style="list-style-type: none"> • engage in scientific discussions on topics from the fields of Statistics and OR; • present the results of their work to specialists; • work successfully and respectfully in a team. <p><i>Selbstständigkeit</i> Students are able to</p> <ul style="list-style-type: none"> • carry out complex data analyses independently, individually or in a team; • solve complex Business planning problems independently or in a team, selecting and using appropriate software; • gather knowledge in the area independently and to apply their knowledge also in new and unknown situations; • critically evaluate the results of their work and the consequences. 		
Arbeitsaufwand in Stunden	Eigenstudium 110, Präsenzstudium 70		
Leistungspunkte	6		
Prüfung	Klausur		
Prüfungsdauer und -umfang	3 Stunden (1,5 Stunden Midterm, 1,5 Stunden Abschlussklausur)		
Zuordnung zu folgenden Curricula	Computer Science: Vertiefung Intelligence Engineering: Wahlpflicht Global Innovation Management: Kernqualifikation: Wahlpflicht Internationales Wirtschaftsingenieurwesen: Kernqualifikation: Pflicht		

Lehrveranstaltung L0127: Quantitative Methods - Statistics and Operations Research	
Typ	Problemorientierte Lehrveranstaltung
SWS	3
LP	4
Arbeitsaufwand in Stunden	Eigenstudium 78, Präsenzstudium 42
Dozenten	Prof. Kathrin Fischer
Sprachen	EN
Zeitraum	WiSe
Inhalt	<p>Statistics</p> <ul style="list-style-type: none"> • Descriptive Statistics: Graphical representations, calculation of relevant measures of central tendency etc., also by using a computer; application of methods for large data sets, analysis and comparison of results, critical discussion and evaluation of methods; • Probability theory: important laws, dependent probabilities, Bayes Rule; application to practical problems; • Use and application of probability distributions, as e.g. Binomial and Normal distribution to Management and Engineering problems; • Methods of inferential statistics: confidence intervals: theoretical background and applications; hypothesis testing: theoretical background and application to business problems; regression analysis: theoretical background and application. <p>Operations Research</p> <ul style="list-style-type: none"> • Linear Programming: Modelling business decision situations, solving problems by Simplex method and by using software, theoretical background of Simplex procedure, Dual Simplex procedure and blocked variables, special cases (degeneracy etc.); sensitivity analysis • Transportation planning: Modellierung transportation and transshipment problems in global networks; Solving transportation problems using software • Network Optimization problems: modelling production and transportation networks, solving planning problems in networks • Integer Programming: Models using integer variables, e.g. in location decisions, branch and bound procedure
Literatur	<p>Ausgewählte Bücher:</p> <p>D.R. Anderson / D.J. Sweeney / T.A. Williams / Martin: Quantitative Methods for Business. 11th Edition, Thomson, South Western 2008.</p> <p>Bluman, Alan G.: Elementary Statistics – A brief version. Third Edition, McGrawHill 2006.</p> <p>Bowerman, Bruce L. and O'Connell, Richard T.: Business Statistics in Practice, 4th edition, McGraw-Hill 2007.</p> <p>Domschke, W., Drexl, A.: Einführung in Operations Research, 7. Auflage, Springer, Berlin et al. 2007.</p> <p>Domschke, W. / A. Drexl / R. Klein / A. Scholl / S. Voß: Übungen und Fallbeispiele zum Operations Research, 6. Auflage, Springer, Berlin et al. 2007</p> <p>Hillier, F.S., Lieberman, G.J.: Introduction to Operations Research. 8th Edition, McGraw-Hill, 2005.</p> <p>Schira, J.: Statistische Methoden der VWL und BWL – Theorie und Praxis. 2. Auflage, Pearson Verlag 2005.</p> <p>Zudem: Skript und Unterlagen, die zur Vorlesung herausgegeben werden.</p>

Lehrveranstaltung L0250: Quantitative Methods - Statistics and Operations Research	
Typ	Vorlesung
SWS	2
LP	2
Arbeitsaufwand in Stunden	Eigenstudium 32, Präsenzstudium 28
Dozenten	Prof. Kathrin Fischer
Sprachen	EN
Zeitraum	WiSe
Inhalt	<p>Statistics</p> <ul style="list-style-type: none"> • Descriptive Statistics: Graphical representations, calculation of relevant measures of central tendency etc., also by using a computer; application of methods for large data sets, analysis and comparison of results, critical discussion and evaluation of methods; • Probability theory: important laws, dependent probabilities, Bayes Rule; application to practical problems; • Use and application of probability distributions, as e.g. Binomial and Normal distribution to Management and Engineering problems; • Methods of inferential statistics: confidence intervals: theoretical background and applications; hypothesis testing: theoretical background and application to business problems; regression analysis: theoretical background and application. <p>Operations Research</p> <ul style="list-style-type: none"> • Linear Programming: Modelling business decision situations, solving problems by Simplex method and by using software, theoretical background of Simplex procedure, Dual Simplex procedure and blocked variables, special cases (degeneracy etc.); sensitivity analysis • Transportation planning: Modellierung transportation and transshipment problems in global networks; Solving transportation problems using software • Network Optimization problems: modelling production and transportation networks, solving planning problems in networks • Integer Programming: Models using integer variables, e.g. in location decisions, branch and bound procedure
Literatur	<p>Ausgewählte Bücher:</p> <p>D.R. Anderson / D.J. Sweeney / T.A. Williams / Martin: Quantitative Methods for Business. 11th Edition, Thomson, South Western 2008.</p> <p>Bluman, Alan G.: Elementary Statistics – A brief version. Third Edition, McGrawHill 2006.</p> <p>Bowerman, Bruce L. and O'Connell, Richard T.: Business Statistics in Practice, 4th edition, McGraw-Hill 2007.</p> <p>Domschke, W., Drexl, A.: Einführung in Operations Research, 7. Auflage, Springer, Berlin et al. 2007.</p> <p>Domschke, W. / A. Drexl / R. Klein / A. Scholl / S. Voß: Übungen und Fallbeispiele zum Operations Research, 6. Auflage, Springer, Berlin et al. 2007</p> <p>Hillier, F.S., Lieberman, G.J.: Introduction to Operations Research. 8th Edition, McGraw-Hill, 2005.</p> <p>Schira, J.: Statistische Methoden der VWL und BWL – Theorie und Praxis. 2. Auflage, Pearson Verlag 2005.</p> <p>Zudem: Skript und Unterlagen, die zur Vorlesung herausgegeben werden.</p>

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	Computer Science: Vertiefung Intelligence Engineering: Wahlpflicht Elektrotechnik: Kernqualifikation: Pflicht Energietechnik: Kernqualifikation: Wahlpflicht Flugzeug-Systemtechnik: Vertiefung Flugzeug-Systemtechnik: Pflicht Informatik-Ingenieurwesen: Vertiefung Systemtechnik: Wahlpflicht Informatik-Ingenieurwesen: Vertiefung Systemtechnik: Wahlpflicht Internationales Wirtschaftsingenieurwesen: Vertiefung II. Elektrotechnik: Wahlpflicht Internationales Wirtschaftsingenieurwesen: Vertiefung II. Mechatronik: Wahlpflicht Mechatronics: Kernqualifikation: Pflicht Medizingenieurwesen: Vertiefung Künstliche Organe und Regenerative Medizin: Wahlpflicht Medizingenieurwesen: Vertiefung Implantate und Endoprothesen: Wahlpflicht Medizingenieurwesen: Vertiefung Medizin- und Regelungstechnik: Pflicht Medizingenieurwesen: Vertiefung Management und Administration: Wahlpflicht Produktentwicklung, Werkstoffe und Produktion: Kernqualifikation: Wahlpflicht Theoretischer Maschinenbau: Kernqualifikation: Pflicht		

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

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

Modul 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			
Empfohlene Vorkenntnisse	Vectors, matrices, Calculus, propositional Logic, Stochastics (in particular practical representation formalisms such as Bayesian networks, dynamic Bayesian networks, hidden Markov models, Kalman filters)		
Modulziele/ angestrebte Lernergebnisse	Nach erfolgreicher Teilnahme haben die Studierenden die folgenden Lernergebnisse erreicht		
Fachkompetenz			
<i>Wissen</i>	Students can explain the agent abstraction, define intelligence in terms of rational behavior, and give details about agent design (goals, utilities, environments). They can describe the main features of environments. The notion of adversarial agent cooperation can be discussed in terms of decision problems and algorithms for solving these problems. For dealing with uncertainty in real-world scenarios, students can summarize how Bayesian networks can be employed as a knowledge representation and reasoning formalism in static and dynamic settings. In addition, students can define decision making procedures in simple and sequential settings, with and with complete access to the state of the environment. In this context, students can describe techniques for solving (partially observable) Markov decision problems, and they can recall techniques for measuring the value of information. Students can identify techniques for simultaneous localization and mapping, and can explain planning techniques for achieving desired states. Students can explain coordination problems and decision making in a multi-agent setting in term of different types of equilibria, social choice functions, voting protocol, and mechanism design techniques.		
<i>Fertigkeiten</i>	Students can select an appropriate agent architecture for concrete agent application scenarios. For simplified agent application students can derive decision trees and apply basic optimization techniques. For those applications they can also create Bayesian networks/dynamic Bayesian networks and apply bayesian reasoning for simple queries. Students can also name and apply different sampling techniques for simplified agent scenarios. For simple and complex decision making students can compute the best action or policies for concrete settings. In multi-agent situations students will apply techniques for finding different equilibria states,e.g., Nash equilibria. For multi-agent decision making students will apply different voting protocols and compare and explain the results.		
Personale Kompetenzen			
<i>Sozialkompetenz</i>			
<i>Selbstständigkeit</i>			
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: Wahlpflicht International Production Management: Vertiefung Produktionstechnik: Wahlpflicht Internationales Wirtschaftsingenieurwesen: Vertiefung II. Informationstechnologie: Wahlpflicht Mechatronics: Technischer Ergänzungskurs: Wahlpflicht Mediziningenieurwesen: Vertiefung Künstliche Organe und Regenerative Medizin: Wahlpflicht Mediziningenieurwesen: Vertiefung Implantate und Endoprothesen: Wahlpflicht Mediziningenieurwesen: Vertiefung Medizin- und Regelungstechnik: Wahlpflicht Mediziningenieurwesen: Vertiefung Management und Administration: Wahlpflicht		

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

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

Modul M0881: Mathematische Bildverarbeitung			
Lehrveranstaltungen			
Titel		Typ	SWS
Mathematische Bildverarbeitung (L0991)		Vorlesung	3
Mathematische Bildverarbeitung (L0992)		Gruppenübung	1
Modulverantwortlicher	Prof. Marko Lindner		
Zulassungsvoraussetzungen	Keine		
Empfohlene Vorkenntnisse	<ul style="list-style-type: none"> • Analysis: partielle Ableitungen, Gradient, Richtungsableitung • Lineare Algebra: Eigenwerte, lineares Ausgleichsproblem 		
Modulziele/ angestrebte Lernergebnisse	Nach erfolgreicher Teilnahme haben die Studierenden die folgenden Lernergebnisse erreicht		
Fachkompetenz	<p><i>Wissen</i> Die Studierenden können</p> <ul style="list-style-type: none"> • Klassen von Diffusionsgleichungen charakterisieren und vergleichen • elementare Methoden der Bildverarbeitung erklären • Methoden zur Segmentierung und Registrierung erläutern • funktionalanalytische Grundlagen skizzieren und gegenüberstellen <p><i>Fertigkeiten</i> Die Studierenden können</p> <ul style="list-style-type: none"> • elementare Methoden der Bildverarbeitung implementieren und anwenden • moderne Methoden der Bildverarbeitung erklären und anwenden <p>Personale Kompetenzen</p> <p><i>Sozialkompetenz</i> Studierende können in heterogen zusammengesetzten Teams (d.h. aus unterschiedlichen Studiengängen und mit unterschiedlichem Hintergrundwissen) zusammenarbeiten und sich theoretische Grundlagen erklären.</p> <p><i>Selbstständigkeit</i></p> <ul style="list-style-type: none"> • Studierende können eigenständig ihr Verständnis mathematischer Konzepte überprüfen, noch offene Fragen auf den Punkt bringen und sich gegebenenfalls gezielt Hilfe holen. • Studierende haben eine genügend hohe Ausdauer entwickelt, um auch über längere Zeiträume an schwierigen Problemstellungen zu arbeiten. 		
Arbeitsaufwand in Stunden	Eigenstudium 124, Präsenzstudium 56		
Leistungspunkte	6		
Prüfung	Mündliche Prüfung		
Prüfungsdauer und -umfang	30		
Zuordnung zu folgenden Curricula	Bioverfahrenstechnik: Vertiefung A - Allgemeine Bioverfahrenstechnik: Wahlpflicht Computer Science: Vertiefung Intelligence Engineering: Wahlpflicht Informatik-Ingenieurwesen: Vertiefung Systemtechnik: Wahlpflicht Mechatronics: Technischer Ergänzungskurs: Wahlpflicht Technomathematik: Vertiefung Mathematik: 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"> • Grundlagen der Funktionalanalysis • Grundlagen partieller Differentialgleichungen • Elementare Methoden der Bildverarbeitung • Bildsegmentierung • Bildregistrierung
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 M0551: Pattern Recognition and Data Compression			
Lehrveranstaltungen			
Titel	Typ	SWS	LP
Mustererkennung und Datenkompression (L0128)	Vorlesung	4	6
Modulverantwortlicher	Prof. Rolf-Rainer Grigat		
Zulassungsvoraussetzungen			
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><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: 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 Theoretischer Maschinenbau: Vertiefung Numerik und Informatik: 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</p> <p>Murphy, Machine Learning, MIT Press, 2012</p> <p>Barber, Bayesian Reasoning and Machine Learning, Cambridge, 2012</p> <p>Duda, Hart, Stork: Pattern Classification, Wiley, 2001</p> <p>Bishop: Pattern Recognition and Machine Learning, Springer 2006</p> <p>Salomon, Data Compression, the Complete Reference, Springer, 2000</p> <p>Sayood, Introduction to Data Compression, Morgan Kaufmann, 2006</p> <p>Ohm, Multimedia Communication Technology, Springer, 2004</p> <p>Solari, Digital video and audio compression, McGraw-Hill, 1997</p> <p>Tekalp, Digital Video Processing, Prentice Hall, 1995</p>

Modul M0558: Operations Research			
Lehrveranstaltungen			
Titel		Typ	SWS
Operations Research (L0155)		Vorlesung	2
Operations Research - Seminar (L0156)		Seminar	2
			LP
			3
			3
Modulverantwortlicher	Prof. Kathrin Fischer		
Zulassungsvoraussetzungen	Keine		
Empfohlene Vorkenntnisse	Gute Kenntnisse aus dem Modul „Quantitative Methoden“ in den Bereichen Lineare Programmierung, Netzwerkoptimierung und ganzzahlige Optimierung		
Modulziele/ angestrebte Lernergebnisse	Nach erfolgreicher Teilnahme haben die Studierenden die folgenden Lernergebnisse erreicht		
Fachkompetenz	<p><i>Wissen</i> Wissen: Die Studierenden haben vertiefte Kenntnisse in den folgenden Bereichen erworben: Sie können</p> <ul style="list-style-type: none"> • Modellierungskonzepte für komplexe lineare und ganzzahlige Probleme in betrieblichen Entscheidungssituationen – z.B. Produktionsentscheidungen oder Investitionsentscheidungen - erläutern; • die Dualitätstheorie für lineare Programme verstehen und erklären sowie moderne Lösungsmethoden zur Lösung linearer Programme – z.B. Varianten des Simplexverfahrens (revidierter Simplexalgorithmus, Innere-Punkt-Methoden) darstellen; • Erweiterungen der linearen Programmierung um mehrfache Zielsetzungen und Datenunsicherheit erkennen und vornehmen; • Ganzzahlige Modelle zur Erfassung logischer Bedingungen und Abhängigkeiten erklären und Anwendungen der ganzzahligen und kombinatorischen Optimierung auf betriebliche Planungsprobleme, insbesondere aus den Bereichen Logistik und Supply Chain Management, beschreiben; • Methoden der ganzzahligen Optimierung, wie Branch-and-Bound Verfahren, Schnittebenen-Verfahren und Metaheuristiken erläutern; • Strukturen ausgewählter dynamischer und nicht-linearer betrieblicher Problemstellungen erkennen; • geeignete Software-Paketen zur Lösung von betrieblichen Optimierungsproblemen einsetzen. <p><i>Fertigkeiten</i> Fertigkeiten: Die Studierenden sind auf Basis des erlernten Wissens in der Lage,</p> <ul style="list-style-type: none"> • Komplexe und auch ihnen noch unbekannte betriebswirtschaftliche und technische Planungsprobleme, z.B. im Bereich globaler Produktions- und Wertschöpfungsnetzwerke, geeignet zu modellieren, mit den Methoden des Operations Research zu analysieren und Lösungen zu entwickeln sowie die Ergebnisse zu interpretieren und kritisch zu bewerten; • Die Dualitätstheorie für lineare Programme bei der Analyse betriebswirtschaftlicher Probleme einzusetzen und duale Programme inhaltlich zu interpretieren sowie verschiedene Lösungsmethoden zur Lösung linearer Programme – z.B. Varianten des Simplexverfahrens, Innere-Punkt-Methoden – erfolgreich zur Problemlösung anzuwenden; • Lineare Probleme mit mehrfacher Zielsetzung und unter Berücksichtigung von Datenunsicherheiten zu analysieren und zu lösen; • Betriebliche Fragestellungen, insbesondere unter Verwendung logischer Bedingungen, als ganzzahlige Optimierungsprobleme zu formulieren und solche Probleme mittels geeigneter exakter – z.B. Branch and Bound Verfahren, Schnittebenenverfahren – und heuristischer – z.B. Metaheuristiken – Verfahren zu lösen sowie die erhaltenen Lösungen zu interpretieren; • Methoden der dynamischen Programmierung für zusammenhängende bzw. abhängige Entscheidungen einzusetzen und ausgewählte Probleme der nicht-linearen Optimierung zu analysieren; • für eine vorliegende Problemstellung geeignete Methoden des Operations Research zu ihrer Lösung auszuwählen, diese anzuwenden und das theoretische Wissen über einschlägige Methoden somit auch erfolgreich in die Praxis zu übertragen; • Zur Lösung der jeweiligen Problemstellungen geeignete Software einzusetzen, mittels Software Problemlösungen zu generieren und diese Lösungen zu interpretieren. 		
Personale Kompetenzen	<p><i>Sozialkompetenz</i> Sozialkompetenz: Die Studierenden sind nach Abschluss des Moduls in der Lage,</p> <ul style="list-style-type: none"> • sich in einem Team von Studierenden erfolgreich selbst zu organisieren und zu koordinieren sowie komplexe betriebliche Planungsaufgaben in vorgegebener Zeit im Team zu lösen; • strukturiertes Feedback entsprechend anerkannter Feedbackregeln zu geben und selber Feedback von ihren Kommilitonen anzunehmen; • fachspezifische und fachübergreifende Diskussionen zu Themen aus dem Feld des Operations Research und zu Gebieten, in denen die Methoden des Operations Research Anwendung finden, zu führen; • ihre Arbeitsergebnisse in verständlicher Form schriftlich zusammenzufassen und mündlich zu präsentieren sowie diese gegenüber anderen zu vertreten; • erfolgreich und respektvoll in einem Team zu arbeiten. <p><i>Selbstständigkeit</i> Selbstständigkeit: Die Studierenden sind nach Abschluss des Moduls in der Lage,</p> <ul style="list-style-type: none"> • sich Teilbereiche des Fachgebietes anhand von einschlägiger Fachliteratur (Journal Papers) selbstständig zu erarbeiten; • das erworbene Wissen zusammenzufassen und zu präsentieren und es auch auf komplexe neue Fragestellungen zu übertragen. 		
Arbeitsaufwand in Stunden	Eigenstudium 124, Präsenzstudium 56		
Leistungspunkte	6		
Prüfung	Hausarbeit		
Prüfungsdauer und -umfang	Wird in der LV bekannt gegeben.		
Zuordnung zu folgenden Curricula	Computer Science: Vertiefung Intelligence Engineering: Wahlpflicht		

Internationales Wirtschaftsingenieurwesen: Vertiefung I. Management: Wahlpflicht
 Logistik, Infrastruktur und Mobilität: Kernqualifikation: Wahlpflicht

Lehrveranstaltung L0155: Operations Research	
Typ	Vorlesung
SWS	2
LP	3
Arbeitsaufwand in Stunden	Eigenstudium 62, Präsenzstudium 28
Dozenten	Prof. Kathrin Fischer
Sprachen	DE
Zeitraum	SoSe
Inhalt	<ul style="list-style-type: none"> • Formulierung komplexer quantitativer Modelle („Die Kunst der Modellierung“): Spezielle lineare Modelle, z.B. periodenübergreifende Lagerhaltung, Beschaffung und Produktion, Portfolio-Modelle, Projektplanungsmodelle, Modelle für das Revenue Management • Vertiefung der linearen Programmierung: Dualitätstheorie, Dualitätssätze und ihre Anwendung bei der Interpretation und der Konstruktion von Lösungsverfahren; spezielle Strukturen wie obere und untere Schranken für Variablen; neuere Lösungsverfahren wie revidiertes Simplexverfahren und Innere-Punkt-Methoden • Probleme unter mehrfacher Zielsetzung und unter Unsicherheit: Erweiterungen der linearen Programmierung um praxisnahe Aspekte wie mehrere konkurrierende Ziele und unsichere Daten • Vertiefung der ganzzahligen Programmierung: Modellierung komplexer Planungsprobleme, z.B. aus dem Bereich der Tourenplanung, und logischer Bedingungen; strukturelle Analysen, Komplexitätstheorie; Lösungsverfahren für ganzzahlige Probleme wie z.B. Branch and Bound Verfahren, Schnittebenen-Verfahren, Greedy-Verfahren, Metaheuristiken • Dynamische und nicht-lineare Programmierung und ihre Anwendung in der Betriebswirtschaftslehre • Anwendungen der Modelle und Methoden im Bereich Logistik und Supply Chain Management, z.B. bei der Planung neuer Standorte oder von Auslieferungstouren: Modellstrukturen und Lösungsverfahren für ausgewählte Problemstellungen
Literatur	Bücher: Albright, C., Winston, W.: Management Science Modeling. Revised Third Edition, South-Western 2009. Eiselt, H.A., Sandblom, C.-L.: Linear Programming and its Applications, Springer 2007. Eiselt, H.A., Sandblom, C.-L.: Integer Programming and Network Models, Springer 2000. Eiselt, H.A., Sandblom, C.-L.: Decision Analysis, Location Models, and Scheduling Problems, Springer 2004. Suhl, L., Mellouli, T.: Optimierungssysteme. Springer, Berlin et al., 2. Auflage, 2009. Williams, H.P.: Model Building in Mathematical Programming. 5th edition, Wiley & Sons, 2013. Winston, W., Venkataramanan, M.: Mathematical Programming. Operations Research, Volume 1, 4th Edition, Thomson, London et al. 2003. Sowie ein Skript, das zur Vorlesung herausgegeben wird.

Lehrveranstaltung L0156: Operations Research - Seminar	
Typ	Seminar
SWS	2
LP	3
Arbeitsaufwand in Stunden	Eigenstudium 62, Präsenzstudium 28
Dozenten	Prof. Kathrin Fischer
Sprachen	DE
Zeitraum	SoSe
Inhalt	<p>Im Seminar werden durch Hausarbeiten und Vorträge zu speziellen Themen aus Bereichen der Vorlesung „Operations Research“ die Kenntnisse der Teilnehmer in einigen ausgewählten Gebieten, z.B. im Feld der Humanitären Logistik oder des Internationalen Supply Chain Management, weiter vertieft.</p> <p>Grundlage der Hausarbeiten und Vorträge bilden dabei in der Regel aktuelle Fachpublikationen aus hochrangigen englischsprachigen Zeitschriften wie dem EJOR, den Annals of Operations Research oder Interfaces, welche eine Anwendung eines bestimmten Modells oder Verfahrens für eine ausgewählte Planungssituation behandeln.</p> <p>Die Studierenden erhalten so die Möglichkeit, das in der Vorlesung erworbene Wissen anzuwenden und sich in eigenständiger Arbeit forschungsorientiert mit dem „State-of-the-Art“ in einem Teilgebiet des Faches Operations Research zu befassen. Durch die eigenständige Einarbeitung in aktuelle Forschungsergebnisse und deren Anwendung auf neue Fragestellungen und Beispiele erwerben die Teilnehmer vertiefte Kompetenzen auf dem Gebiet des Operations Research.</p>
Literatur	Fachartikel (Journal Papers), die zu Beginn des Seminars bekanntgegeben werden.

Modul M0587: Numerische und Seminerische Programmierung			
Lehrveranstaltungen			
Titel	Typ	SWS	LP
Numerische und Seminerische Programmierung (L0124)	Vorlesung	2	3
Numerische und Seminerische Programmierung (L1210)	Gruppenübung	2	3
Modulverantwortlicher	Prof. Siegfried Rump		
Zulassungsvoraussetzungen	Bachelor IIW oder Mathematik		
Empfohlene Vorkenntnisse	Vorlesung Numerik und Computer Algebra Grundkenntnisse in numerischer und diskreter Mathematik		
Modulziele/ angestrebte Lernergebnisse	Nach erfolgreicher Teilnahme haben die Studierenden die folgenden Lernergebnisse erreicht		
Fachkompetenz	<p><i>Wissen</i> Die Studierenden haben vertiefte Kenntnisse numerischer, heuristischer und exakter Methoden. Für diverse, grundlegende Problemstellungen kennen sie approximative und exakte Lösungsmöglichkeiten. Sie können zwischen exakten Lösungen und heuristisch approximativen Näherungen unterscheiden.</p> <p><i>Fertigkeiten</i> Die Studierenden können komplexe Problemstellungen aus der Mathematik und Informatik vertieft analysieren, die Empfindlichkeit der Lösung bestimmen und insbesondere verifizierte Fehlerschranken bestimmen. Für NP-harte Probleme können sie effizient und heuristisch Lösungen bestimmen.</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			
Zuordnung zu folgenden Curricula	Computer Science: Vertiefung Intelligence Engineering: Wahlpflicht Informatik-Ingenieurwesen: Vertiefung Wissenschaftliches Rechnen: Wahlpflicht		

Lehrveranstaltung L0124: Numerische und Seminerische Programmierung	
Typ	Vorlesung
SWS	2
LP	3
Arbeitsaufwand in Stunden	Eigenstudium 62, Präsenzstudium 28
Dozenten	Prof. Siegfried Rump
Sprachen	DE
Zeitraum	SoSe
Inhalt	<ul style="list-style-type: none"> • Schlecht konditionierte Probleme <ul style="list-style-type: none"> ◦ Einschließungsalgorithmen für lineare und nichtlineare Gleichungssysteme ◦ Sensitivitätsanalyse ◦ Schlecht konditionierte Probleme ◦ Interaktive Pakete: Maple, Mathematica, Matlab ◦ Heuristische Algorithmen, threshold accepting, simulated annealing ◦ Matrixspeicher ◦ Neuronale Netze
Literatur	Golub, G.H. and Van Loan, Ch.: Matrix Computations, John Hopkins University Press, 3rd edition, 1996 Higham, N.J.: Accuracy and stability of numerical algorithms, SIAM Publications, Philadelphia, 2nd edition, 2002 S.M. Rump. Verification methods: Rigorous results using floating-point arithmetic. Acta Numerica, 19:287–449, 2010.

Lehrveranstaltung L1210: Numerische und Semimerische Programmierung	
Typ	Gruppenübung
SWS	2
LP	3
Arbeitsaufwand in Stunden	Eigenstudium 62, Präsenzstudium 28
Dozenten	Prof. Siegfried Rump
Sprachen	DE
Zeitraum	SoSe
Inhalt	Siehe korrespondierende Vorlesung
Literatur	Siehe korrespondierende Vorlesung

Modul M0630: Robotics and Navigation in Medicine			
Lehrveranstaltungen			
Titel		Typ	SWS
Robotik und Navigation in der Medizin (L0335)		Vorlesung	2
Robotik und Navigation in der Medizin (L0338)		Projektseminar	2
Robotik und Navigation in der Medizin (L0336)		Gruppenübung	1
Modulverantwortlicher	Prof. Alexander Schlaefer		
Zulassungsvoraussetzungen	None		
Empfohlene Vorkenntnisse	principles of math (algebra, analysis/calculus) programming skills, R/Matlab		
Modulziele/ angestrebte Lernergebnisse	Nach erfolgreicher Teilnahme haben die Studierenden die folgenden Lernergebnisse erreicht		
Fachkompetenz			
<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.		
<i>Fertigkeiten</i>	The students are able to design and evaluate navigation systems and robotic systems for medical applications.		
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: Wahlpflicht Mechatronics: Vertiefung Intelligente Systeme und Robotik: Wahlpflicht Mediziningenieurwesen: Vertiefung Künstliche Organe und Regenerative Medizin: Wahlpflicht Mediziningenieurwesen: Vertiefung Implantate und Endoprothesen: Wahlpflicht Mediziningenieurwesen: Vertiefung Medizin- und Regelungstechnik: Wahlpflicht Mediziningenieurwesen: Vertiefung Management und Administration: Wahlpflicht Produktentwicklung, Werkstoffe und Produktion: Vertiefung Produktentwicklung: Wahlpflicht Produktentwicklung, Werkstoffe und Produktion: Vertiefung Produktion: Wahlpflicht Produktentwicklung, Werkstoffe und Produktion: Vertiefung Werkstoffe: Wahlpflicht Theoretischer Maschinenbau: Vertiefung Bio- und Medizintechnik: Wahlpflicht		

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

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

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

Modul 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			
Empfohlene Vorkenntnisse	<ul style="list-style-type: none"> • Calculus • Stochastics 		
Modulziele/ angestrebte Lernergebnisse	Nach erfolgreicher Teilnahme haben die Studierenden die folgenden Lernergebnisse erreicht		
Fachkompetenz			
<i>Wissen</i>	Students can explain the difference between instance-based and model-based learning approaches, and they can enumerate basic machine learning technique for each of the two basic approaches, either on the basis of static data, or on the basis of incrementally incoming data . For dealing with uncertainty, students can describe suitable representation formalisms, and they explain how axioms, features, parameters, or structures used in these formalisms can be learned automatically with different algorithms. Students are also able to sketch different clustering techniques. They depict how the performance of learned classifiers can be improved by ensemble learning, and they can summarize how this influences computational learning theory. Algorithms for reinforcement learning can also be explained by students.		
<i>Fertigkeiten</i>	Student derive decision trees and, in turn, propositional rule sets from simple and static data tables and are able to name and explain basic optimization techniques. They present and apply the basic idea of first-order inductive learning. Students apply the BME, MAP, ML, and EM algorithms for learning parameters of Bayesian networks and compare the different algorithms. They also know how to carry out Gaussian mixture learning. They can contrast kNN classifiers, neural networks, and support vector machines, and name their basic application areas and algorithmic properties. Students can describe basic clustering techniques and explain the basic components of those techniques. Students compare related machine learning techniques, e.g., k-means clustering and nearest neighbor classification. They can distinguish various ensemble learning techniques and compare the different goals of those techniques.		
Personale Kompetenzen			
<i>Sozialkompetenz</i>			
<i>Selbstständigkeit</i>			
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: Wahlpflicht Internationales Wirtschaftsingenieurwesen: Vertiefung II. Informationstechnologie: Wahlpflicht Theoretischer Maschinenbau: Vertiefung Numerik und Informatik: Wahlpflicht		

Lehrveranstaltung L0340: Machine Learning and Data Mining	
Typ	Vorlesung
SWS	2
LP	4
Arbeitsaufwand in Stunden	Eigenstudium 92, Präsenzstudium 28
Dozenten	NN
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	NN
Sprachen	EN
Zeitraum	SoSe
Inhalt	Siehe korrespondierende Vorlesung
Literatur	Siehe korrespondierende Vorlesung

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	<p><i>Wissen</i> Students can explain and describe the field of projective geometry.</p> <p><i>Fertigkeiten</i> Students are capable of</p> <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. <p>With assistance from the teacher students are able to link the contents of the three subject areas (modules)</p> <ul style="list-style-type: none"> • Digital Image Analysis • Pattern Recognition and Data Compression and • 3D Computer Vision <p>in practical assignments.</p>		
Personale Kompetenzen	<p><i>Sozialkompetenz</i> Students can collaborate in a small team on the practical realization and testing of a system to reconstruct a three-dimensional scene or to evaluate volume data sets.</p> <p><i>Selbstständigkeit</i> Students are able to solve simple tasks independently with reference to the contents of the lectures and the exercise sets.</p> <p>Students are able to solve detailed problems independently with the aid of the tutorial's programming task.</p>		
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 Informatik-Ingenieurwesen: Vertiefung Systemtechnik - Robotik: Wahlpflicht Information and Communication Systems: Vertiefung Kommunikationssysteme, Schwerpunkt Signalverarbeitung: Wahlpflicht Information and Communication Systems: Vertiefung Sichere und zuverlässige IT-Systeme, Schwerpunkt Software und Signalverarbeitung : Wahlpflicht Mechanical Engineering and Management: Vertiefung Mechatronik: Wahlpflicht Mechatronics: Vertiefung Intelligente Systeme und Robotik: Wahlpflicht Microelectronics and Microsystems: Vertiefung Communication and Signal Processing: Wahlpflicht		

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
Numerische Verfahren in der medizinischen Bildgebung (L1694)		Vorlesung	2
Numerische Verfahren in der medizinischen Bildgebung (L1695)		Gruppenübung	2
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			
<i>Wissen</i>	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>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		

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	
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
Intelligente Systeme in der Medizin (L0331)		Vorlesung	2
Intelligente Systeme in der Medizin (L0334)		Projektseminar	2
Intelligente Systeme in der Medizin (L0333)		Gruppenübung	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			
<i>Wissen</i>	The students are able to analyze and solve clinical treatment planning and decision support problems using methods for search, optimization, and planning. They are able to explain methods for classification and their respective advantages and disadvantages in clinical contexts. The students can compare different methods for representing medical knowledge. They can evaluate methods in the context of clinical data and explain challenges due to the clinical nature of the data and its acquisition and due to privacy and safety requirements.		
<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: Vertiefung Bio- und Medizintechnik: Wahlpflicht Theoretischer Maschinenbau: Technischer Ergänzungskurs: 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	- methods for search, optimization, planning, classification, regression and prediction in a clinical context - representation of medical knowledge - understanding challenges due to clinical and patient related data and data acquisition The students will work in groups to apply the methods introduced during the lecture using problem based learning.
Literatur	Russel & Norvig: Artificial Intelligence: a Modern Approach, 2012 Berner: Clinical Decision Support Systems: Theory and Practice, 2007 Greenes: Clinical Decision Support: The Road Ahead, 2007 Further literature will be given in the lecture

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

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

Modul M0633: Industrial Process Automation			
Lehrveranstaltungen			
Titel	Typ	SWS	LP
Prozessautomatisierungstechnik (L0344)	Vorlesung	2	3
Prozessautomatisierungstechnik (L0345)	Gruppenübung	2	3
Modulverantwortlicher	Prof. Alexander Schlaefer		
Zulassungsvoraussetzungen	None		
Empfohlene Vorkenntnisse	mathematics and optimization methods principles of automata principles of algorithms and data structures programming skills		
Modulziele/ angestrebte Lernergebnisse	Nach erfolgreicher Teilnahme haben die Studierenden die folgenden Lernergebnisse erreicht		
Fachkompetenz	The students can evaluate and assess discrete event systems. They can evaluate properties of processes and explain methods for process analysis. The students can compare methods for process modelling and select an appropriate method for actual problems. They can discuss scheduling methods in the context of actual problems and give a detailed explanation of advantages and disadvantages of different programming methods.		
<i>Wissen</i>			
<i>Fertigkeiten</i>	The students are able to develop and model processes and evaluate them accordingly. This involves taking into account optimal scheduling, understanding algorithmic complexity and implementation using PLCs.		
Personale Kompetenzen			
<i>Sozialkompetenz</i>	The students work in teams to solve problems.		
<i>Selbstständigkeit</i>	The students can reflect their knowledge and document the results of their work.		
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 Informatik-Ingenieurwesen: Vertiefung Wissenschaftliches Rechnen: 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	- foundations of problem solving and system modeling, discrete event systems - properties of processes, modeling using automata and Petri-nets - design considerations for processes (mutex, deadlock avoidance, liveness) - optimal scheduling for processes - optimal decisions when planning manufacturing systems, decisions under uncertainty - software design and software architectures for automation, PLCs
Literatur	J. Lunze: „Automatisierungstechnik“, Oldenbourg Verlag, 2012 Reisig: Petrinetze: Modellierungstechnik, Analysemethoden, Fallstudien; Vieweg+Teubner 2010 Hruz, Zhou: Modeling and Control of Discrete-event Dynamic Systems; Springer 2007 Li, Zhou: Deadlock Resolution in Automated Manufacturing Systems, Springer 2009 Pinedo: Planning and Scheduling in Manufacturing and Services, Springer 2009

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

Modul 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			
Modulziele/ angestrebte Lernergebnisse	Nach erfolgreicher Teilnahme haben die Studierenden die folgenden Lernergebnisse erreicht		
Fachkompetenz			
<i>Wissen</i>	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.		
<i>Fertigkeiten</i>	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.		
Personale Kompetenzen			
<i>Sozialkompetenz</i>	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.		
<i>Selbstständigkeit</i>	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.		
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 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 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	- U. Zölzer, Digitale Audiosignalverarbeitung, 3. Aufl., B.G. Teubner, 2005. - U. Zölzer, Digitale Audio Signal Processing, 2nd Edition, J. Wiley & Sons, 2005. - U. Zölzer (Ed), Digital Audio Effects, 2nd Edition, J. Wiley & Sons, 2011.

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	
Literatur	

Modul M0549: Wissenschaftliches Rechnen und Genauigkeit			
Lehrveranstaltungen			
Titel		Typ	SWS
Einschließungsmethoden (L0122)		Vorlesung	2
Einschließungsmethoden (L1208)		Gruppenübung	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	Die Studenten haben vertiefte Kenntnisse von numerischen und seminumerischen Methoden mit dem Ziel, prinzipiell exakte und genaue Fehlerschranken zu berechnen. Für diverse, grundlegende Problemstellungen kennen sie Algorithmen mit der Verifikation der Korrektheit des Resultats.		
<i>Wissen</i>			
Fertigkeiten	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.		
<i>Fertigkeiten</i>			
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>			
Selbstständigkeit	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.		
<i>Selbstständigkeit</i>			
Arbeitsaufwand in Stunden	Eigenstudium 124, Präsenzstudium 56		
Leistungspunkte	6		
Prüfung	Mündliche Prüfung		
Prüfungsdauer und -umfang	30 Minuten		
Zuordnung zu folgenden Curricula	Bioverfahrenstechnik: Vertiefung A - Allgemeine Bioverfahrenstechnik: Wahlpflicht Computer Science: Vertiefung Intelligence Engineering: Wahlpflicht Computer Science: Vertiefung Computer and Software Engineering: Wahlpflicht Informatik-Ingenieurwesen: Vertiefung Systemtechnik - Robotik: Wahlpflicht Informatik-Ingenieurwesen: Vertiefung Wissenschaftliches Rechnen: Wahlpflicht Technomathematik: Vertiefung II. Informatik: Wahlpflicht 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	Optimal and Robust Control		
Empfohlene Vorkenntnisse	H-infinity optimal control, mixed-sensitivity design, linear matrix inequalities		
Modulziele/ angestrebte Lernergebnisse	Nach erfolgreicher Teilnahme haben die Studierenden die folgenden Lernergebnisse erreicht		
Fachkompetenz			
<i>Wissen</i>	<ul style="list-style-type: none"> • Students can explain the advantages and shortcomings of the classical gain scheduling approach • They can explain the representation of nonlinear systems in the form of quasi-LPV systems • They can explain how stability and performance conditions for LPV systems can be formulated as LMI conditions • They can explain how gridding techniques can be used to solve analysis and synthesis problems for LPV systems • They are familiar with polytopic and LFT representations of LPV systems and some of the basic synthesis techniques associated with each of these model structures 		
<i>Fertigkeiten</i>	<ul style="list-style-type: none"> • Students can explain how graph theoretic concepts are used to represent the communication topology of multiagent systems • They can explain the convergence properties of first order consensus protocols • They can explain analysis and synthesis conditions for formation control loops involving either LTI or LPV agent models <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 <ul style="list-style-type: none"> • 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	Computer Science: Vertiefung Intelligence Engineering: Wahlpflicht Elektrotechnik: Vertiefung Regelungs- und Energietechnik: Wahlpflicht Flugzeug-Systemtechnik: Vertiefung Flugzeugsysteme: Wahlpflicht Informatik-Ingenieurwesen: Vertiefung Systemtechnik - Robotik: Wahlpflicht Internationales Wirtschaftsingenieurwesen: Vertiefung II. Mechatronik: Wahlpflicht Mechatronics: Vertiefung Systementwurf: Wahlpflicht Mechatronics: Vertiefung Intelligente Systeme und Robotik: Wahlpflicht Theoretischer Maschinenbau: Kernqualifikation: Wahlpflicht Theoretischer Maschinenbau: Technischer Ergänzungskurs: Wahlpflicht		

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

Thesis

Modul M-002: Masterarbeit			
Lehrveranstaltungen			
Titel	Typ	SWS	LP
Modulverantwortlicher	Professoren der TUHH		
Zulassungsvoraussetzungen	<ul style="list-style-type: none"> Laut ASPO § 24 (1): Es müssen mindestens 78 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			
<i>Sozialkompetenz</i>	Studierende können <ul style="list-style-type: none"> eine wissenschaftliche Fragestellung für ein Fachpublikum sowohl schriftlich als auch mündlich strukturiert, verständlich und sachlich richtig darstellen. in einer Fachdiskussion Fragen fachkundig und zugleich adressatengerecht beantworten und dabei eigene Einschätzungen überzeugend vertreten. 		
<i>Selbstständigkeit</i>	Studierende sind fähig, <ul style="list-style-type: none"> ein eigenes Projekt in Arbeitspakete zu strukturieren und abzuarbeiten. sich in ein teilweise unbekanntes Arbeitsgebiet des Studiengangs vertieft einzuarbeiten und dafür benötigte Informationen zu erschließen. Techniken des wissenschaftlichen Arbeitens umfassend in einer eigenen Forschungsarbeit anzuwenden. 		
Arbeitsaufwand in Stunden	Eigenstudium 900, Präsenzstudium 0		
Leistungspunkte	30		
Prüfung	laut FSPO		
Prüfungsdauer und -umfang	laut FSPO		
Zuordnung zu folgenden Curricula	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 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 Mechanical Engineering and Management: Abschlussarbeit: Pflicht Mechatronics: Abschlussarbeit: Pflicht Mediziningenieurwesen: Abschlussarbeit: Pflicht		

	Microelectronics and Microsystems: Abschlussarbeit: Pflicht
	Produktentwicklung, Werkstoffe und Produktion: Abschlussarbeit: Pflicht
	Regenerative Energien: Abschlussarbeit: Pflicht
	Schiffbau und Meerestechnik: Abschlussarbeit: Pflicht
	Ship and Offshore Technology: Abschlussarbeit: Pflicht
	Theoretischer Maschinenbau: Abschlussarbeit: Pflicht
	Verfahrenstechnik: Abschlussarbeit: Pflicht
	Wasser- und Umweltingenieurwesen: Abschlussarbeit: Pflicht