



Modulhandbuch

Master of Science (M.Sc.)

Information and Communication Systems

Kohorte: Wintersemester 2019

Stand: 27. April 2019

Inhaltsverzeichnis

Inhaltsverzeichnis	2
Studiengangsbeschreibung	3
Fachmodule der Kernqualifikation	4
Modul M0523: Betrieb & Management	4
Modul M0524: Nichttechnische Ergänzungskurse im Master	5
Modul M1246: Technischer Ergänzungskurs für IMPICS (laut FSPO)	8
Modul M0673: Informationstheorie und Codierung	9
Modul M0804: Forschungsprojekt und Seminar	13
Fachmodule der Vertiefung Kommunikationssysteme	15
Modul M0676: Digitale Nachrichtenübertragung	15
Modul M0710: Hochfrequenztechnik	18
Modul M0836: Communication Networks	21
Modul M0638: Modern Wireless Systems	23
Modul M0837: Simulation of Communication Networks	26
Modul M0637: Advanced Concepts of Wireless Communications	28
Fachmodule des Schwerpunktes Signalverarbeitung	30
Modul M0550: Digital Image Analysis	30
Modul M0677: Digital Signal Processing and Digital Filters	32
Modul M0738: Digital Audio Signal Processing	35
Modul M0556: Computer Graphics	38
Modul M0551: Pattern Recognition and Data Compression	40
Modul M1318: Wireless Sensor Networks	42
Modul M0552: 3D Computer Vision	44
Fachmodule des Schwerpunktes Software	46
Modul M0753: Software Verification	46
Modul M0733: Software Analysis	48
Modul M0758: Application Security	50
Modul M1301: Software Testing	52
Modul M0924: Software für Eingebettete Systeme	54
Modul M1397: Modellprüfung - Beweiser und Algorithmen	56
Fachmodule der Vertiefung Sichere und zuverlässige IT-Systeme	59
Modul M0753: Software Verification	59
Modul M0942: Software Security	62
Modul M0758: Application Security	64
Modul M1397: Modellprüfung - Beweiser und Algorithmen	66
Modul M0943: Network Security	69
Modul M1400: Entwurf von Dependable Systems	71
Fachmodule des Schwerpunktes Netze	73
Modul M0676: Digitale Nachrichtenübertragung	73
Modul M0836: Communication Networks	76
Modul M0837: Simulation of Communication Networks	78
Modul M0839: Traffic Engineering	80
Fachmodule des Schwerpunktes Software und Signalverarbeitung	83
Modul M0738: Digital Audio Signal Processing	83
Modul M0733: Software Analysis	86
Modul M0550: Digital Image Analysis	88
Modul M0924: Software für Eingebettete Systeme	90
Modul M0556: Computer Graphics	92
Modul M0551: Pattern Recognition and Data Compression	94
Modul M1301: Software Testing	96
Modul M0552: 3D Computer Vision	98
Thesis	100
Modul M-002: Masterarbeit	100

Studiengangbeschreibung

Inhalt

Among the industries with the greatest growth rates is the communications industry which, over the years, has achieved in its products the synergy of the classical disciplines of computer science and networking. The International Master Program Information and Communication Systems addresses this rapidly evolving area by laying in-depth foundations for the design and implementation of networking infrastructures, networked Cyber Physical Systems and the applications and services running on them.

The program is organized as a two-year course (four semesters) which starts on 1st of October each year. It includes around two semesters of lectures and practical courses and almost two semesters devoted to work in a research team (project work) and to the preparation of a master's thesis. The "Master of Science" degree will be awarded. Language of the program is English.

Graduates of the program are provided with the basics and knowledge that are required for a successful engineering activity in the information and communication technology in an international environment. They acquire extensive knowledge in the mathematical, engineering and scientific basic principles of this discipline based on a solid theoretical foundation including all the essential application-oriented aspects. Graduates are qualified to independently resolve problems in the information and communications technology and related disciplines.

The graduates are able to apply methods and procedures required to work on technical issues, as well as critically examine new insights to further develop and incorporate in their work. In this way, they are qualified to carry out their duties for society responsibly.

Fachmodule der Kernqualifikation

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

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

Modul M0524: Nichttechnische Ergänzungskurse im Master

Modulverantwortlicher	Dagmar Richter
Zulassungsvoraussetzungen	Keine
Empfohlene Vorkenntnisse	Keine
Modulziele/ angestrebte Lernergebnisse	Nach erfolgreicher Teilnahme haben die Studierenden die folgenden Lernergebnisse erreicht
Fachkompetenz	<p>Die Nichttechnischen Angebote (NTA)</p> <p>vermittelt die in Hinblick auf das Ausbildungsprofil der TUHH nötigen Kompetenzen, die ingenieurwissenschaftliche Fachlehre fördern aber nicht abschließend behandeln kann: Eigenverantwortlichkeit, Selbstführung, Zusammenarbeit und fachliche wie personale Leitungsbefähigung der zukünftigen Ingenieurinnen und Ingenieure. Er setzt diese Ausbildungsziele in seiner Lehrarchitektur, den Lehr-Lern-Arrangements, den Lehrbereichen und durch Lehrangebote um, in denen sich Studierende wahlweise für spezifische Kompetenzen und ein Kompetenzniveau auf Bachelor- oder Masterebene qualifizieren können. Die Lehrangebote sind jeweils in einem Modulkatalog Nichttechnische Ergänzungskurse zusammengefasst.</p> <p>Die Lehrarchitektur</p> <p>besteht aus einem studiengangübergreifenden Pflichtstudienangebot. Durch dieses zentral konzipierte Lehrangebot wird die Profilierung der TUHH Ausbildung auch im nichttechnischen Bereich gewährleistet.</p> <p>Die Lernarchitektur erfordert und übt eigenverantwortliche Bildungsplanung in Hinblick auf den individuellen Kompetenzaufbau ein und stellt dazu Orientierungswissen zu thematischen Schwerpunkten von Veranstaltungen bereit.</p> <p>Das über den gesamten Studienverlauf begleitend studierbare Angebot kann ggf. in ein-zwei Semestern studiert werden. Angesichts der bekannten, individuellen Anpassungsprobleme beim Übergang von Schule zu Hochschule in den ersten Semestern und um individuell geplante Auslandsemester zu fördern, wird jedoch von einer Studienfixierung in konkreten Fachsemestern abgesehen.</p> <p>Die Lehr-Lern-Arrangements</p> <p>sehen für Studierende - nach B.Sc. und M.Sc. getrennt - ein semester- und fachübergreifendes voneinander Lernen vor. Der Umgang mit Interdisziplinarität und einer Vielfalt von Lernständen in Veranstaltungen wird eingeübt - und in spezifischen Veranstaltungen gezielt gefördert.</p> <p>Die Lehrbereiche</p> <p>basieren auf Forschungsergebnissen aus den wissenschaftlichen Disziplinen Kulturwissenschaften, Gesellschaftswissenschaften, Kunst, Geschichtswissenschaften, Kommunikationswissenschaften, Migrationswissenschaften, Nachhaltigkeitsforschung und aus der Fachdidaktik der Ingenieurwissenschaften. Über alle Studiengänge hinweg besteht im Bachelorbereich zusätzlich ab Wintersemester 2014/15 das Angebot, gezielt Betriebswirtschaftliches und Gründungswissen aufzubauen. Das Lehrangebot wird durch soft skill und Fremdsprachkurse ergänzt. Hier werden insbesondere kommunikative Kompetenzen z.B. für Outgoing Engineers gezielt gefördert.</p> <p>Das Kompetenzniveau</p> <p>der Veranstaltungen in den Modulen der nichttechnischen Ergänzungskurse unterscheidet sich in Hinblick auf das zugrunde gelegte Ausbildungsziel: Diese Unterschiede spiegeln sich in den verwendeten Praxisbeispielen, in den - auf</p>

Wissen

unterschiedliche berufliche Anwendungskontexte verweisende - Inhalten und im für M.Sc. stärker wissenschaftlich-theoretischen Abstraktionsniveau. Die Soft skills für Bachelor- und für Masterabsolventinnen/ Absolventen unterscheidet sich an Hand der im Berufsleben unterschiedlichen Positionen im Team und bei der Anleitung von Gruppen.

Fachkompetenz (Wissen)

Die Studierenden können

- ausgewähltes Spezialgebiete des jeweiligen nichttechnischen Bereiches erläutern,
- in den im Lehrbereich vertretenen Disziplinen grundlegende Theorien, Kategorien, Begrifflichkeiten, Modelle, Konzepte oder künstlerischen Techniken skizzieren,
- diese fremden Fachdisziplinen systematisch auf die eigene Disziplin beziehen, d.h. sowohl abgrenzen als auch Anschlüsse benennen,
- in Grundzügen skizzieren, inwiefern wissenschaftliche Disziplinen, Paradigmen, Modelle, Instrumente, Verfahrensweisen und Repräsentationsformen der Fachwissenschaften einer individuellen und soziokulturellen Interpretation und Historizität unterliegen,
- können Gegenstandsangemessen in einer Fremdsprache kommunizieren (sofern dies der gewählte Schwerpunkt im NTW-Bereich ist).

Die Studierenden können in ausgewählten Teilbereichen

- grundlegende und teils auch spezielle Methoden der genannten Wissenschaftsdisziplinen anwenden.
- technische Phänomene, Modelle, Theorien usw. aus der Perspektive einer anderen, oben erwähnten Fachdisziplin befragen.
- einfache und teils auch fortgeschrittene Problemstellungen aus den behandelten Wissenschaftsdisziplinen erfolgreich bearbeiten,
- bei praktischen Fragestellungen in Kontexten, die den technischen Sach- und Fachbezug übersteigen, ihre Entscheidungen zu Organisations- und Anwendungsformen der Technik begründen.

Fertigkeiten

Personale Kompetenzen

Die Studierenden sind fähig ,

- in unterschiedlichem Ausmaß kooperativ zu lernen
- eigene Aufgabenstellungen in den o.g. Bereichen in adressatengerechter Weise in einer Partner- oder Gruppensituation zu präsentieren und zu analysieren,
- nichttechnische Fragestellungen einer Zuhörerschaft mit technischem Hintergrund verständlich darzustellen
- sich landessprachlich kompetent, kulturell angemessen und geschlechtersensibel auszudrücken (sofern dies der gewählte Schwerpunkt im NTW-Bereich ist)

Sozialkompetenz

Die Studierenden sind in ausgewählten Bereichen in der Lage,

<i>Selbstständigkeit</i>	<ul style="list-style-type: none"> • die eigene Profession und Professionalität im Kontext der lebensweltlichen Anwendungsgebiete zu reflektieren, • sich selbst und die eigenen Lernprozesse zu organisieren, • Fragestellungen vor einem breiten Bildungshorizont zu reflektieren und verantwortlich zu entscheiden, • sich in Bezug auf ein nichttechnisches Sachthema mündlich oder schriftlich kompetent auszudrücken. • sich als unternehmerisches Subjekt zu organisieren, (sofern dies ein gewählter Schwerpunkt im NTW-Bereich ist).
Arbeitsaufwand in Stunden	Abhängig von der Wahl der Lehrveranstaltungen
Leistungspunkte	6

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

Modul M1246: Technischer Ergänzungskurs für IMPICS (laut FSPO)			
Lehrveranstaltungen			
Titel	Typ	SWS	LP
Modulverantwortlicher	Prof. Andreas Timm-Giel		
Zulassungsvoraussetzungen	Keine		
Empfohlene Vorkenntnisse			
Modulziele/ angestrebte Lernergebnisse	Nach erfolgreicher Teilnahme haben die Studierenden die folgenden Lernergebnisse erreicht		
Fachkompetenz <i>Wissen</i> <i>Fertigkeiten</i>			
Personale Kompetenzen <i>Sozialkompetenz</i> <i>Selbstständigkeit</i>			
Arbeitsaufwand in Stunden	Abhängig von der Wahl der Lehrveranstaltungen		
Leistungspunkte	12		
Zuordnung zu folgenden Curricula	Information and Communication Systems: Kernqualifikation: Pflicht		

Modul M0673: Informationstheorie und Codierung

Lehrveranstaltungen

Titel	Typ	SWS	LP
Informationstheorie und Codierung (L0436)	Vorlesung	3	4
Informationstheorie und Codierung (L0438)	Hörsaalübung	1	2

Modulverantwortlicher	Prof. Gerhard Bauch
------------------------------	---------------------

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

Empfohlene Vorkenntnisse	<ul style="list-style-type: none"> Mathematik 1-3 Wahrscheinlichkeitsrechnung und Stochastische Prozesse Grundkenntnisse der Nachrichtentechnik, z.B. aus der Vorlesung "Einführung in die Nachrichtentechnik und deren stochastische Methoden"
---------------------------------	--

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

Fachkompetenz	<p>Die Studierenden kennen die grundlegenden Definitionen zur informationstheoretischen Quantifizierung von Information. Sie kennen das Shannonsche Quellencodierungstheorem sowie das Kanalcodierungstheorem und können damit Grenzen der Kompression bzw. der fehlerfreien Datenübertragung bestimmen. Sie verstehen die Grundprinzipien der Datenkompression (Quellencodierung) und der fehlererkennenden und fehlerkorrigierenden Kanalcodierung. Sie sind mit den Prinzipien der Decodierung vertraut, insbesondere mit modernen Verfahren der iterativen Decodierung. Sie kennen grundlegende Codierverfahren, deren Eigenschaften und Decodierverfahren.</p>
<i>Wissen</i>	
Fertigkeiten	<p>Die Studierenden sind in der Lage, die Grenzen der Datenkompression bzw. der Datenübertragungsrate für gestörte Kanäle zu bestimmen und damit ein Übertragungsverfahren zu dimensionieren. Sie sind in der Lage, die Parameter eines fehlererkennenden bzw. fehlerkorrigierenden Kanalcodierungsverfahrens zum Erreichen gegebener Zielvorgaben abzuschätzen. Sie sind in der Lage, die Eigenschaften grundlegender Kanalcodierungs- und Decodierungsverfahren hinsichtlich Fehlerkorrektureigenschaften, Decodierverzögerung und Decodierkomplexität zu vergleichen und ein geeignetes Verfahren auszuwählen. Sie sind in der Lage, grundlegende Codier- und Decodierverfahren in Software zu implementieren.</p>
<i>Fertigkeiten</i>	
Personale Kompetenzen	
<i>Sozialkompetenz</i>	<p>Die Studierenden können in fachspezifische Aufgaben gemeinsam bearbeiten.</p>
<i>Selbstständigkeit</i>	<p>Die Studierenden sind in der Lage, die notwendigen Informationen aus geeigneten Literaturquellen selbstständig zu beschaffen und in den Kontext der Vorlesung zu setzen. Sie können ihren Wissensstand mit Hilfe vorlesungsbegleitender Maßnahmen (klausurnahe Aufgaben, Software-Tools, Clicker-System) kontinuierlich überprüfen und auf dieser Basis ihre Lernprozesse steuern.</p>

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

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

Studienleistung	Keine
------------------------	-------

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

Prüfungsdauer und -umfang	90 min
----------------------------------	--------

	Computer Science: Vertiefung Intelligenz-Engineering: Wahlpflicht
--	---

Zuordnung zu folgenden Curricula	Elektrotechnik: Vertiefung Nachrichten- und Kommunikationstechnik: Wahlpflicht Informatik-Ingenieurwesen: Vertiefung II. Ingenieurwissenschaften: Wahlpflicht Information and Communication Systems: Kernqualifikation: Pflicht Internationales Wirtschaftsingenieurwesen: Vertiefung II. Elektrotechnik: Wahlpflicht 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 M0804: Forschungsprojekt und Seminar

Lehrveranstaltungen

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

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

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

Fachmodule der Vertiefung Kommunikationssysteme

Graduates of the Communication Systems specialisation are qualified to independently resolve problems in communication networks and digital communications. They also have profound knowledge in software development principles and signal processing. Graduates are qualified to independently resolve problems in communication systems technology and related disciplines.

The Communication Systems specialisation is recommended for students who already bring along a good mathematical foundation, basic knowledge in computer science and/or electrical engineering with focus on information and communication technology.

Modul M0676: Digitale Nachrichtenübertragung			
Lehrveranstaltungen			
Titel	Typ	SWS	LP
Digitale Nachrichtenübertragung (L0444)	Vorlesung	2	3
Digitale Nachrichtenübertragung (L0445)	Hörsaalübung	1	2
Praktikum Digitale Nachrichtenübertragung (L0646)	Laborpraktikum	1	1
Modulverantwortlicher	Prof. Gerhard Bauch		
Zulassungsvoraussetzungen	Keine		
Empfohlene Vorkenntnisse	<ul style="list-style-type: none"> • Mathematik 1-3 • Signale und Systeme • Einführung in die Nachrichtentechnik und ihre stochastischen Methoden 		
Modulziele/ angestrebte Lernergebnisse	Nach erfolgreicher Teilnahme haben die Studierenden die folgenden Lernergebnisse erreicht		
Fachkompetenz	<p>Die Studierenden sind in der Lage, moderne digitale Nachrichtenübertragungsverfahren zu verstehen, zu vergleichen und zu entwerfen. Sie sind vertraut mit den Eigenschaften linearer und nicht-linearer digitaler Modulationsverfahren. Sie können die Verzerrungen durch Übertragungskanäle beschreiben sowie Empfänger einschließlich Kanalschätzung und Entzerrung entwerfen und beurteilen. Sie kennen die Prinzipien der Single Carrier- und Multicarrier-Übertragung und die Grundlagen wichtiger Vielfachzugriffsverfahren.</p> <p>Die Studierenden sind in der Lage, ein digitales Nachrichtenübertragungsverfahren einschließlich Vielfachzugriff zu analysieren und zu entwerfen. Sie sind in der Lage, ein hinsichtlich Übertragungsrate, Bandbreitebedarf, Fehlerwahrscheinlichkeit und weiterer Signaleigenschaften geeignetes digitales Modulationsverfahren zu wählen. Sie können einen geeigneten Detektor einschließlich Kanalschätzung und Entzerrung entwerfen und dabei Eigenschaften suboptimaler Verfahren hinsichtlich Leistungsfähigkeit und Aufwand berücksichtigen. Sie sind in der Lage, ein Single-Carrierverfahren oder ein Multicarrier-Verfahren zu dimensionieren und die Eigenschaften beider Ansätze gegeneinander abzuwägen.</p>		
Personale Kompetenzen	<p><i>Sozialkompetenz</i> Die Studierenden können in fachspezifische Aufgaben gemeinsam bearbeiten.</p> <p><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.</p>		

Arbeitsaufwand in Stunden	Eigenstudium 124, Präsenzstudium 56		
Leistungspunkte	6		
Studienleistung	Verpflichtend Ja	Bonus Keiner	Art der Studienleistung Schriftliche Ausarbeitung
Prüfung	Klausur		
Prüfungsdauer und -umfang	90 min		
Zuordnung zu folgenden Curricula	Computer Science: Vertiefung Intelligenz-Engineering: Wahlpflicht Elektrotechnik: Kernqualifikation: Pflicht Informatik-Ingenieurwesen: Vertiefung II. Ingenieurwissenschaften: Wahlpflicht Information and Communication Systems: Vertiefung Kommunikationssysteme: Pflicht Information and Communication Systems: Vertiefung Sichere und zuverlässige IT-Systeme, Schwerpunkt Netze: Wahlpflicht Internationales Wirtschaftsingenieurwesen: Vertiefung II. Informationstechnologie: Wahlpflicht Internationales Wirtschaftsingenieurwesen: Vertiefung II. Elektrotechnik: Wahlpflicht		

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

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

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

Modul M0710: Hochfrequenztechnik			
Lehrveranstaltungen			
Titel	Typ	SWS	LP
Hochfrequenztechnik (L0573)	Vorlesung	2	3
Hochfrequenztechnik (L0574)	Hörsaalübung	2	2
Hochfrequenztechnik (L0575)	Laborpraktikum	1	1
Modulverantwortlicher	Prof. Arne Jacob		
Zulassungsvoraussetzungen	Keine		
Empfohlene Vorkenntnisse	Grundlagen der Nachrichtentechnik, Halbleiterelektronik und elektronischer Schaltungen, Grundkenntnisse der Wellenausbreitung aus den Vorlesungen Leitungstheorie und Theoretische Elektrotechnik.		
Modulziele/ angestrebte Lernergebnisse	Nach erfolgreicher Teilnahme haben die Studierenden die folgenden Lernergebnisse erreicht		
Fachkompetenz	<p><i>Wissen</i> Die Studierenden können Phänomene bei der Ausbreitung elektromagnetischer Wellen in unterschiedlichen Frequenzbändern erklären. Sie können Übertragungssysteme und die darin enthaltenen Komponenten beschreiben. Sie können einen Überblick über unterschiedliche Antennentypen geben und die grundlegenden Kenngrößen von Antennen beschreiben. Sie können das Rauschen von linearen Schaltungen erklären, Schaltungsvarianten anhand von Kenngrößen vergleichen und für unterschiedliche Situationen die jeweils am besten geeignete wählen.</p> <p><i>Fertigkeiten</i> Die Studierenden sind in der Lage, die Ausbreitung elektromagnetischer Wellen zu berechnen. Sie können komplette Übertragungssysteme analysieren und einfache Empfängerschaltungen auslegen. Sie können die Eigenschaften und Kenngrößen von einfachen Antennen und Gruppenstrahlern anhand aus der Geometrie berechnen. Sie können das Rauschen von Empfängern und den Signal-zu-Rausch-Abstand von kompletten Übertragungssystemen berechnen. Die Studierenden können die erlernte Theorie in Praktikumsversuchen anwenden.</p>		
Personale Kompetenzen	<p><i>Sozialkompetenz</i> Die Studierenden führen während des Praktikums in Gruppen versuche durch. Sie dokumentieren, diskutieren und bewerten die Ergebnisse gemeinsam.</p> <p><i>Selbstständigkeit</i> Die Studierenden sind fähig das erlernte Wissen mit ihren Vorkenntnissen aus anderen Vorlesungen zu verknüpfen. Sie können unter Anleitung für die Lösung spezifischer Probleme notwendige Daten aus externen Quellen, wie Normen oder Literatur, extrahieren und anwenden. Sie sind in der Lage eigenständig und mit Hilfe der Praktikumsdrucke ihr Wissen in die Praxis umzusetzen.</p>		
Arbeitsaufwand in Stunden	Eigenstudium 110, Präsenzstudium 70		
Leistungspunkte	6		
Studienleistung	Verpflichtend	Bonus	Art der Studienleistung Beschreibung
	Ja	Keiner	Fachtheoretisch-fachpraktische Studienleistung
Prüfung	Klausur		

Prüfungsdauer und -umfang	90 min
Zuordnung zu folgenden Curricula	Elektrotechnik: Kernqualifikation: Pflicht Information and Communication Systems: Vertiefung Kommunikationssysteme: Wahlpflicht Internationales Wirtschaftsingenieurwesen: Vertiefung II. Elektrotechnik: Wahlpflicht Microelectronics and Microsystems: Vertiefung Communication and Signal Processing: Wahlpflicht

Lehrveranstaltung L0573: Hochfrequenztechnik

Typ	Vorlesung
SWS	2
LP	3
Arbeitsaufwand in Stunden	Eigenstudium 62, Präsenzstudium 28
Dozenten	Prof. Arne Jacob
Sprachen	DE/EN
Zeitraum	WiSe
Inhalt	<ul style="list-style-type: none"> - Antennen: Berechnungsgrundlagen - Kenngrößen - Verschiedene Antennenformen - Funkwellenausbreitung - Sender: Leistungserzeugung mit Röhren - Sendeverstärker - Empfänger: Vorverstärker - Überlagerungsempfang - Empfangsempfindlichkeit - Rauschen - Ausgewählte Systembeispiele
Literatur	H.-G. Unger, „Elektromagnetische Theorie für die Hochfrequenztechnik, Teil I“, Hüthig, Heidelberg, 1988 H.-G. Unger, „Hochfrequenztechnik in Funk und Radar“, Teubner, Stuttgart, 1994 E. Voges, „Hochfrequenztechnik - Teil II: Leistungsröhren, Antennen und Funkübertragung, Funk- und Radartechnik“, Hüthig, Heidelberg, 1991 E. Voges, „Hochfrequenztechnik“, Hüthig, Bonn, 2004 C.A. Balanis, „Antenna Theory“, John Wiley and Sons, 1982 R. E. Collin, „Foundations for Microwave Engineering“, McGraw-Hill, 1992 D. M. Pozar, „Microwave and RF Design of Wireless Systems“, John Wiley and Sons, 2001 D. M. Pozar, „Microwave Engineerin“, John Wiley and Sons, 2005

Lehrveranstaltung L0574: Hochfrequenztechnik	
Typ	Hörsaalübung
SWS	2
LP	2
Arbeitsaufwand in Stunden	Eigenstudium 32, Präsenzstudium 28
Dozenten	Prof. Arne Jacob
Sprachen	DE/EN
Zeitraum	WiSe
Inhalt	Siehe korrespondierende Vorlesung
Literatur	Siehe korrespondierende Vorlesung

Lehrveranstaltung L0575: Hochfrequenztechnik	
Typ	Laborpraktikum
SWS	1
LP	1
Arbeitsaufwand in Stunden	Eigenstudium 16, Präsenzstudium 14
Dozenten	Prof. Arne Jacob
Sprachen	DE/EN
Zeitraum	WiSe
Inhalt	Siehe korrespondierende Vorlesung
Literatur	Siehe korrespondierende Vorlesung

Modul M0836: Communication Networks

Lehrveranstaltungen			
Titel	Typ	SWS	LP
Analyse und Struktur von Kommunikationsnetzen (L0897)	Vorlesung	2	2
Ausgewählte Themen der Kommunikationsnetze (L0899)	Projekt-/problembasierte Lehrveranstaltung	2	2
Übung Kommunikationsnetze (L0898)	Projekt-/problembasierte Lehrveranstaltung	1	2
Modulverantwortlicher	Prof. Andreas Timm-Giel		
Zulassungsvoraussetzungen	None		
Empfohlene Vorkenntnisse	<ul style="list-style-type: none"> Fundamental stochastics Basic understanding of computer networks and/or communication technologies is beneficial 		
Modulziele/ angestrebte Lernergebnisse	Nach erfolgreicher Teilnahme haben die Studierenden die folgenden Lernergebnisse erreicht		
Fachkompetenz	<p style="margin-left: 20px;"><i>Wissen</i></p> <p>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.</p> <p style="margin-left: 20px;"><i>Fertigkeiten</i></p> <p>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.</p>		
Personale Kompetenzen	<p style="margin-left: 20px;"><i>Sozialkompetenz</i></p> <p>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.</p> <p style="margin-left: 20px;"><i>Selbstständigkeit</i></p> <p>Students are able to obtain the necessary expert knowledge for understanding the functionality and performance capabilities of new communication networks independently.</p>		
Arbeitsaufwand in Stunden	Eigenstudium 110, Präsenzstudium 70		
Leistungspunkte	6		
Studienleistung	Keine		
Prüfung	Referat		
Prüfungsdauer und -umfang	1,5 Stunden Kolloquium mit je drei Prüflingen, also ca. 30 min je Prüfling. Inhalt des Kolloquiums sind die Poster der vorhergehenden Postersession sowie die Lehrinhalte.		
Zuordnung zu folgenden Curricula	Computer Science: Vertiefung Computer- und Software-Engineering: Wahlpflicht Elektrotechnik: Vertiefung Nachrichten- und Kommunikationstechnik: Wahlpflicht Elektrotechnik: Vertiefung Regelungs- und Energiesystemtechnik: Wahlpflicht Flugzeug-Systemtechnik: Vertiefung Avionik und Eingebettete Systeme: Wahlpflicht Informatik-Ingenieurwesen: Vertiefung I. Informatik: Wahlpflicht Information and Communication Systems: Vertiefung Sichere und zuverlässige IT-Systeme, Schwerpunkt Netze: Wahlpflicht Information and Communication Systems: Vertiefung Kommunikationssysteme: 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	Prof. Andreas Timm-Giel
Sprachen	EN
Zeitraum	WiSe
Inhalt	
Literatur	<ul style="list-style-type: none"> • Skript des Instituts für Kommunikationsnetze • Tannenbaum, Computernetzwerke, Pearson-Studium <p>Further literature is announced at the beginning of the lecture.</p>

Lehrveranstaltung L0899: Selected Topics of Communication Networks

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

Lehrveranstaltung L0898: Communication Networks Exercise

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

Modul M0638: Modern Wireless Systems			
Lehrveranstaltungen			
Titel	Typ	SWS	LP
Ausgewählte Themen moderner Funkssysteme (L1982)	Projekt-/problembasierte Lehrveranstaltung	2	3
Moderne Funkssysteme (L0296)	Vorlesung	2	3
Modulverantwortlicher	Dr. Rainer Grünheid		
Zulassungsvoraussetzungen	None		
Empfohlene Vorkenntnisse	<ul style="list-style-type: none"> • Lecture "Digital Communications" • Lecture "Advanced Concepts of Wireless Communications" 		
Modulziele/ angestrebte Lernergebnisse	Nach erfolgreicher Teilnahme haben die Studierenden die folgenden Lernergebnisse erreicht		
Fachkompetenz	<p><i>Wissen</i></p> <p>Students have an overview of a variety of contemporary wireless systems of different size and complexity. They understand the technical solutions from the perspective of the physical and data link layer. They have developed a system view and are aware of the technical arguments, considering the respective applications and associated constraints. For several examples (e.g., Long Term Evolution, LTE), students are able to explain different concepts in a very deep technical detail.</p> <p><i>Fertigkeiten</i></p> <p>Students have developed a system view. They can transfer their knowledge to evaluate other systems, not discussed in the lecture, and to understand the respective technical solutions. Given specific constraints and technical requirements, students are in a position to make proposals for certain design aspects by an appropriate assessment and the consideration of alternatives.</p>		
Personale Kompetenzen	<p><i>Sozialkompetenz</i></p> <p>Students can jointly elaborate tasks in small groups and present their results in an adequate fashion.</p> <p><i>Selbstständigkeit</i></p> <p>Students are able to extract necessary information from given literature sources and put it into the perspective of the lecture. They can continuously check their level of expertise with the help of accompanying measures (such as online tests, clicker questions, exercise tasks) and, based on that, to steer their learning process accordingly. They can relate their acquired knowledge to topics of other lectures, e.g., "Digital Communications" and "Advanced Topics of Wireless Communications".</p>		
Arbeitsaufwand in Stunden	Eigenstudium 124, Präsenzstudium 56		
Leistungspunkte	6		
Studienleistung	Verpflichtend	Bonus	Art der Studienleistung Beschreibung
	Ja	Keiner	Fachtheoretisch-fachpraktische PBL-Kurs mit Studienleistung Posterpräsentation
Prüfung	Mündliche Prüfung		
Prüfungsdauer und -umfang	40 min		
Zuordnung zu folgenden Curricula	Elektrotechnik: Vertiefung Nachrichten- und Kommunikationstechnik: Wahlpflicht Information and Communication Systems: Vertiefung Kommunikationssysteme: Wahlpflicht		

Lehrveranstaltung L1982: Selected Topics of Modern Wireless Systems	
Typ	Projekt-/problembasierte Lehrveranstaltung
SWS	2
LP	3
Arbeitsaufwand in Stunden	Eigenstudium 62, Präsenzstudium 28
Dozenten	Dr. Rainer Grünheid
Sprachen	EN
Zeitraum	WiSe
Inhalt	<p>In this course, selected "hot" topics of modern wireless systems will be covered. For that purpose, students work in groups to elaborate a given subject. The results will be presented in a poster session towards the end of the semester. Possible topics can include various system concepts and related technical principles, such as:</p> <ul style="list-style-type: none"> • 5G systems • Millimeter wave communication • Visible light communication • Cooperative Multipoint • Massive MIMO • Massive machine-type communication • Interference cancellation • Non-orthogonal multiple access • Heterogeneous networks • ...
Literatur	will be provided, depending on the given topics

Lehrveranstaltung L0296: Modern Wireless Systems	
Typ	Vorlesung
SWS	2
LP	3
Arbeitsaufwand in Stunden	Eigenstudium 62, Präsenzstudium 28
Dozenten	Dr. Rainer Grünheid
Sprachen	EN
Zeitraum	WiSe
Inhalt	<p>The lecture gives an overview of contemporary wireless communication concepts and related techniques from a system point of view. For that purpose, different systems, ranging from Wireless Personal to Wide Area Networks, are covered, mainly discussing the physical and data link layer.</p> <p>Systems under consideration include:</p> <ul style="list-style-type: none"> - ZigBee / IEEE 802.15.4 - Bluetooth - IEEE 802.11 family - Long Term Evolution (LTE) and LTE Advanced - WiMAX <p>A special focus is placed on 4th generation networks; in particular, an in-depth view into the technical principles of the Long Term Evolution (LTE / LTE Advanced) standard is given, with an emphasis on multiple antenna techniques.</p>
Literatur	<p>John G. Proakis, Masoud Salehi: Digital Communications. 5th Edition, Irwin/McGraw Hill, 2007</p> <p>Stefani Sesia, Issam Toufik, Matthew Baker: LTE - The UMTS Long Term Evolution. Second Edition, Wiley, 2011</p> <p>Jeffrey G. Andrews, Arunabha Ghosh, Rias Muhamed: Fundamentals of WiMAX. Prentice Hall, 2007</p>

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

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

Modul M0637: Advanced Concepts of Wireless Communications

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

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

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

Fachmodule des Schwerpunktes Signalverarbeitung

Modul M0550: Digital Image Analysis

Lehrveranstaltungen

Titel	Typ	SWS	LP
Digitale Bildanalyse (L0126)	Vorlesung	4	6

Modulverantwortlicher	Prof. Rolf-Rainer Grigat
------------------------------	--------------------------

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

Empfohlene Vorkenntnisse	System theory of one-dimensional signals (convolution and correlation, sampling theory, interpolation and decimation, Fourier transform, linear time-invariant systems), linear algebra (Eigenvalue decomposition, SVD), basic stochastics and statistics (expectation values, influence of sample size, correlation and covariance, normal distribution and its parameters), basics of Matlab, basics in optics
---------------------------------	--

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

Fachkompetenz	<p>Students can</p> <ul style="list-style-type: none"> • Describe imaging processes • Depict the physics of sensorics • Explain linear and non-linear filtering of signals • Establish interdisciplinary connections in the subject area and arrange them in their context • Interpret effects of the most important classes of imaging sensors and displays using mathematical methods and physical models.
<i>Wissen</i>	<p>Students are able to</p> <ul style="list-style-type: none"> • Use highly sophisticated methods and procedures of the subject area • Identify problems and develop and implement creative solutions.
<i>Fertigkeiten</i>	<p>Students can solve simple arithmetical problems relating to the specification and design of image processing and image analysis systems.</p> <p>Students are able to assess different solution approaches in multidimensional decision-making areas.</p> <p>Students can undertake a prototypical analysis of processes in Matlab.</p>
Personale Kompetenzen	
<i>Sozialkompetenz</i>	k.A.
<i>Selbstständigkeit</i>	Students can solve image analysis tasks independently using the relevant literature.

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

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

Studienleistung	Keine
------------------------	-------

Prüfung	Klausur
Prüfungsdauer und -umfang	60 Minuten, Umfang Vorlesung und Materialien im StudIP
Zuordnung zu folgenden Curricula	<p>Computer Science: Vertiefung Intelligenz-Engineering: Wahlpflicht</p> <p>Elektrotechnik: Vertiefung Nachrichten- und Kommunikationstechnik: Wahlpflicht</p> <p>Elektrotechnik: Vertiefung Medizintechnik: Wahlpflicht</p> <p>Elektrotechnik: Vertiefung Medizintechnik: Wahlpflicht</p> <p>Information and Communication Systems: Vertiefung Kommunikationssysteme, Schwerpunkt Signalverarbeitung: Wahlpflicht</p> <p>Information and Communication Systems: Vertiefung Sichere und zuverlässige IT-Systeme, Schwerpunkt Software und Signalverarbeitung : Wahlpflicht</p> <p>Internationales Wirtschaftsingenieurwesen: Vertiefung II. Informationstechnologie: Wahlpflicht</p> <p>Mechatronics: Vertiefung Intelligente Systeme und Robotik: Wahlpflicht</p> <p>Microelectronics and Microsystems: Vertiefung Communication and Signal Processing: Wahlpflicht</p> <p>Theoretischer Maschinenbau: Technischer Ergänzungskurs: Wahlpflicht</p> <p>Theoretischer Maschinenbau: Vertiefung Numerik und Informatik: Wahlpflicht</p>

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

Modul M0677: Digital Signal Processing and Digital Filters

Lehrveranstaltungen

Titel	Typ	SWS	LP
Digitale Signalverarbeitung und Digitale Filter (L0446)	Vorlesung	3	4
Digitale Signalverarbeitung und Digitale Filter (L0447)	Hörsaalübung	1	2

Modulverantwortlicher	Prof. Gerhard Bauch
------------------------------	---------------------

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

Empfohlene Vorkenntnisse	<ul style="list-style-type: none"> Mathematics 1-3 Signals and Systems Fundamentals of signal and system theory as well as random processes. Fundamentals of spectral transforms (Fourier series, Fourier transform, Laplace transform)
---------------------------------	---

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

Fachkompetenz	<p>The students know and understand basic algorithms of digital signal processing. They are familiar with the spectral transforms of discrete-time signals and are able to describe and analyse signals and systems in time and image domain. They know basic structures of digital filters and can identify and assess important properties including stability. They are aware of the effects caused by quantization of filter coefficients and signals. They are familiar with the basics of adaptive filters. They can perform traditional and parametric methods of spectrum estimation, also taking a limited observation window into account.</p>
<i>Wissen</i>	
<i>Fertigkeiten</i>	<p>The students are able to apply methods of digital signal processing to new problems. They can choose and parameterize suitable filter structures. In particular, they can design adaptive filters according to the minimum mean squared error (MMSE) criterion and develop an efficient implementation, e.g. based on the LMS or RLS algorithm. Furthermore, the students are able to apply methods of spectrum estimation and to take the effects of a limited observation window into account.</p>
Personale Kompetenzen	
<i>Sozialkompetenz</i>	The students can jointly solve specific problems.
<i>Selbstständigkeit</i>	The students are able to acquire relevant information from appropriate literature sources. They can control their level of knowledge during the lecture period by solving tutorial problems, software tools, clicker system.

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

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

Studienleistung	Keine
------------------------	-------

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

Prüfungsdauer und -umfang	90 min
----------------------------------	--------

Zuordnung zu folgenden Curricula	<p>Computer Science: Vertiefung Intelligenz-Engineering: Wahlpflicht Elektrotechnik: Vertiefung Regelungs- und Energiesystemtechnik: Wahlpflicht Elektrotechnik: Vertiefung Nachrichten- und Kommunikationstechnik: Wahlpflicht Informatik-Ingenieurwesen: Vertiefung II. Ingenieurwissenschaften: Wahlpflicht Information and Communication Systems: Vertiefung Kommunikationssysteme, Schwerpunkt Signalverarbeitung: Wahlpflicht Mechanical Engineering and Management: Vertiefung Mechatronik: Wahlpflicht Mechatronics: Vertiefung Intelligente Systeme und Robotik: Wahlpflicht Microelectronics and Microsystems: Vertiefung Microelectronics Complements: Wahlpflicht</p>
---	--

	Microelectronics and Microsystems: Vertiefung Communication and Signal Processing: Wahlpflicht Theoretischer Maschinenbau: Vertiefung Numerik und Informatik: Wahlpflicht Theoretischer Maschinenbau: Technischer Ergänzungskurs: Wahlpflicht
--	---

Lehrveranstaltung L0446: Digital Signal Processing and Digital Filters

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

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

Modul M0738: Digital Audio Signal Processing

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

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

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

Modul M0556: Computer Graphics

Lehrveranstaltungen

Titel	Typ	SWS	LP
Computer-Grafik (L0145)	Vorlesung	2	3
Computer-Grafik (L0768)	Gruppenübung	2	3
Modulverantwortlicher	Prof. Tobias Knopp		
Zulassungsvoraussetzungen	None		
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	<p><i>Wissen</i></p> <p>Students have acquired a theoretical basis in computer graphics and have a clear understanding of the process of computer animation.</p> <p><i>Fertigkeiten</i></p> <p>Students have acquired</p> <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	<p><i>Sozialkompetenz</i></p> <p>Students are trained in communicating abstract ideas and are familiar with planning and conducting projects within a small team.</p> <p><i>Selbstständigkeit</i></p> <p>Students are able to direct complex computer animation projects.</p>		
Arbeitsaufwand in Stunden	Eigenstudium 124, Präsenzstudium 56		
Leistungspunkte	6		
Studienleistung	Keine		
Prüfung	Klausur		
Prüfungsdauer und -umfang	90 min		
Zuordnung zu folgenden Curricula	Computer Science: Vertiefung Computer- und Software-Engineering: 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	
Typ	Vorlesung
SWS	2
LP	3
Arbeitsaufwand in Stunden	Eigenstudium 62, Präsenzstudium 28
Dozenten	Prof. Tobias Knopp
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	
Typ	Gruppenübung
SWS	2
LP	3
Arbeitsaufwand in Stunden	Eigenstudium 62, Präsenzstudium 28
Dozenten	Prof. Tobias Knopp
Sprachen	EN
Zeitraum	SoSe
Inhalt	Siehe korrespondierende Vorlesung
Literatur	Siehe korrespondierende Vorlesung

Modul M0551: Pattern Recognition and Data Compression

Lehrveranstaltungen

Titel	Typ	SWS	LP
Mustererkennung und Datenkompression (L0128)	Vorlesung	4	6

Modulverantwortlicher	Prof. Rolf-Rainer Grigat
------------------------------	--------------------------

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

Empfohlene Vorkenntnisse	Linear algebra (including PCA, unitary transforms), stochastics and statistics, binary arithmetics
---------------------------------	--

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

Fachkompetenz	<p>Students can name the basic concepts of pattern recognition and data compression.</p> <p><i>Wissen</i> Students are able to discuss logical connections between the concepts covered in the course and to explain them by means of examples.</p> <p><i>Fertigkeiten</i> Students can apply statistical methods to classification problems in pattern recognition and to prediction in data compression. On a sound theoretical and methodical basis they can analyze characteristic value assignments and classifications and describe data compression and video signal coding. They are able to use highly sophisticated methods and processes of the subject area. Students are capable of assessing different solution approaches in multidimensional decision-making areas.</p>
Personale Kompetenzen	<p><i>Sozialkompetenz</i> k.A.</p> <p><i>Selbstständigkeit</i> 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
------------------------	---

Studienleistung	Keine
------------------------	-------

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

Prüfungsdauer und -umfang	60 Minuten, Umfang Vorlesung und Materialien im StudIP
----------------------------------	--

Zuordnung zu folgenden Curricula	<p>Computer Science: Vertiefung Intelligenz-Engineering: Wahlpflicht</p> <p>Elektrotechnik: Vertiefung Nachrichten- und Kommunikationstechnik: Wahlpflicht</p> <p>Information and Communication Systems: Vertiefung Kommunikationssysteme, Schwerpunkt Signalverarbeitung: Wahlpflicht</p> <p>Information and Communication Systems: Vertiefung Sichere und zuverlässige IT-Systeme, Schwerpunkt Software und Signalverarbeitung : Wahlpflicht</p> <p>Internationales Wirtschaftsingenieurwesen: Vertiefung II. Informationstechnologie: Wahlpflicht</p> <p>Internationales Wirtschaftsingenieurwesen: Vertiefung II. Elektrotechnik: Wahlpflicht</p> <p>Mechatronics: Vertiefung Intelligente Systeme und Robotik: Wahlpflicht</p> <p>Mechatronics: Technischer Ergänzungskurs: Wahlpflicht</p> <p>Theoretischer Maschinenbau: Vertiefung Numerik und Informatik: Wahlpflicht</p>
---	--

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

Modul M1318: Wireless Sensor Networks

Lehrveranstaltungen			
Titel	Typ	SWS	LP
Drahtlose Sensornetze (L1815)	Vorlesung	2	2
Drahtlose Sensornetze (L1816)	Gruppenübung	1	1
Drahtlose Sensornetze: Projekt (L1819)	Projekt-/problembasierte Lehrveranstaltung	2	3
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 110, Präsenzstudium 70		
Leistungspunkte	6		
Studienleistung	Keine		
Prüfung	Mündliche Prüfung		
Prüfungsdauer und -umfang	30 min		
Zuordnung zu folgenden Curricula	Computer Science: Vertiefung Computer- und Software-Engineering: Wahlpflicht Elektrotechnik: Vertiefung Nachrichten- und Kommunikationstechnik: Wahlpflicht Information and Communication Systems: Vertiefung Kommunikationssysteme, Schwerpunkt Signalverarbeitung: Wahlpflicht Microelectronics and Microsystems: Vertiefung Embedded Systems: Wahlpflicht		

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	1
Arbeitsaufwand in Stunden	Eigenstudium 16, Präsenzstudium 14
Dozenten	Prof. Bernd-Christian Renner
Sprachen	EN
Zeitraum	SoSe
Inhalt	Siehe korrespondierende Vorlesung
Literatur	Siehe korrespondierende Vorlesung

Lehrveranstaltung L1819: Wireless Sensor Networks: Project	
Typ	Projekt-/problembasierte Lehrveranstaltung
SWS	2
LP	3
Arbeitsaufwand in Stunden	Eigenstudium 62, Präsenzstudium 28
Dozenten	Prof. Bernd-Christian Renner
Sprachen	EN
Zeitraum	SoSe
Inhalt	<p>The PrBL course part will be performed in small groups of students. Topics are from the field of wireless sensor networks and are loosely related to the lecture contents. Project descriptions and goals are provided but have to be solved by the students as follow:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Group meeting, creation of working plan and milestones 2. kick-off presentation (during lecture) 3. free working 4. poster creation and presentation <p>Throughout the semester, there will be meetings with the supervisor on a regular basis (weekly or biweekly). Details about the topics and course organization will be provided in the first lecture. Please note that the number of participants is limited due to the available capacity (rooms, equipment, supervisors).</p>
Literatur	Will be provided individually

Modul M0552: 3D Computer Vision

Lehrveranstaltungen

Titel	Typ	SWS	LP
3D Computer Vision (L0129)	Vorlesung	2	3
3D Computer Vision (L0130)	Gruppenübung	2	3

Modulverantwortlicher	Prof. Rolf-Rainer Grigat
------------------------------	--------------------------

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

Empfohlene Vorkenntnisse	<ul style="list-style-type: none"> Knowledge of the modules Digital Image Analysis and Pattern Recognition and Data Compression are used in the practical task Linear Algebra (including PCA, SVD), nonlinear optimization (Levenberg-Marquardt), basics of stochastics and basics of Matlab are required and cannot be explained in detail during the lecture.
---------------------------------	---

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

Fachkompetenz	
<i>Wissen</i>	Students can explain and describe the field of projective geometry.
<i>Fertigkeiten</i>	<p>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>
<i>Personale Kompetenzen</i>	
<i>Sozialkompetenz</i>	Students can collaborate in a small team on the practical realization and testing of a system to reconstruct a three-dimensional scene or to evaluate volume data sets.
<i>Selbstständigkeit</i>	<p>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
------------------------	---

Studienleistung	Keine
------------------------	-------

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

Prüfungsdauer und -umfang	60 Minuten, Umfang Vorlesung und Materialien im StudIP
----------------------------------	--

	Computer Science: Vertiefung Intelligenz-Engineering: Wahlpflicht Informatik-Ingenieurwesen: Vertiefung Systemtechnik - Robotik: Wahlpflicht Information and Communication Systems: Vertiefung Kommunikationssysteme, Schwerpunkt Signalverarbeitung: Wahlpflicht
--	---

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

Lehrveranstaltung L0129: 3D Computer Vision	
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

Fachmodule des Schwerpunktes Software

Modul M0753: Software Verification

Lehrveranstaltungen

Titel	Typ	SWS	LP
Softwareverifikation (L0629)	Vorlesung	2	3
Softwareverifikation (L0630)	Gruppenübung	2	3

Modulverantwortlicher Prof. Sibylle Schupp

Zulassungsvoraussetzungen None

Empfohlene Vorkenntnisse

- Automata theory and formal languages
- Computational logic
- Object-oriented programming, algorithms, and data structures
- Functional programming or procedural programming
- Concurrency

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

Fachkompetenz

Wissen

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.

Fertigkeiten

Students formulate provable properties of a software system in a formal language. They develop logic-based models that properly abstract from the software under verification and, where necessary, adapt model or property. They construct proofs and property checks by hand or using tools for model checking or deductive verification, and reflect on the scope of the results. Presented with a verification problem in natural language, they select the appropriate verification technique and justify their choice.

Personale Kompetenzen

Sozialkompetenz

Students discuss relevant topics in class. They defend their solutions orally. They communicate in English.

Selbstständigkeit

Using accompanying on-line material for self study, students can assess their level of knowledge continuously and adjust it appropriately. Working on exercise problems, they receive additional feedback. Within limits, they can set their own learning goals. Upon successful completion, students can identify and precisely formulate new problems in academic or applied research in the field of software verification. Within this field, they can conduct independent studies to acquire the necessary competencies and compile their findings in academic reports. They can devise plans to arrive at new solutions or assess existing ones.

Arbeitsaufwand in Stunden Eigenstudium 124, Präsenzstudium 56

Leistungspunkte 6

Studienleistung

Verpflichtend	Bonus	Art der Studienleistung	Beschreibung
Ja	15 %	Übungsaufgaben	

Prüfung

Klausur

Prüfungsdauer und -umfang 90 min

Zuordnung zu folgenden Curricula	Computer Science: Vertiefung Computer- und Software-Engineering: Wahlpflicht Informatik-Ingenieurwesen: Vertiefung I. Informatik: Wahlpflicht Information and Communication Systems: Vertiefung Kommunikationssysteme, Schwerpunkt Software: Wahlpflicht Information and Communication Systems: Vertiefung Sichere und zuverlässige IT-Systeme: Pflicht Internationales Wirtschaftsingenieurwesen: Vertiefung II. Informationstechnologie: Wahlpflicht
---	--

Lehrveranstaltung L0629: Software Verification

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

Lehrveranstaltung L0630: Software Verification

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

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

	Systeme, Schwerpunkt Software und Signalverarbeitung : Wahlpflicht Internationales Wirtschaftsingenieurwesen: Vertiefung II. Informationstechnologie: Wahlpflicht
--	---

Lehrveranstaltung L0631: Software Analysis

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

Lehrveranstaltung L0632: Software Analysis

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

Modul M0758: Application Security			
Lehrveranstaltungen			
Titel	Typ	SWS	LP
Anwendungssicherheit (L0726)	Vorlesung	3	3
Anwendungssicherheit (L0729)	Gruppenübung	2	3
Modulverantwortlicher	Prof. Dieter Gollmann		
Zulassungsvoraussetzungen	None		
Empfohlene Vorkenntnisse	Familiarity with Information security, fundamentals of cryptography, Web protocols and the architecture of the Web		
Modulziele/ angestrebte Lernergebnisse	Nach erfolgreicher Teilnahme haben die Studierenden die folgenden Lernergebnisse erreicht		
Fachkompetenz	<p><i>Wissen</i></p> <p>Students can name current approaches for securing selected applications, in particular of web applications</p> <p>Students are capable of</p> <ul style="list-style-type: none"> • performing a security analysis • developing security solutions for distributed applications • recognizing the limitations of existing standard solutions <p><i>Fertigkeiten</i></p>		
Personale Kompetenzen	<p><i>Sozialkompetenz</i></p> <p>Students are capable of appreciating the impact of security problems on those affected and of the potential responsibilities for their resolution.</p> <p><i>Selbstständigkeit</i></p> <p>Students are capable of acquiring knowledge independently from professional publications, technical standards, and other sources, and are capable of applying newly acquired knowledge to new problems.</p>		
Arbeitsaufwand in Stunden	Eigenstudium 110, Präsenzstudium 70		
Leistungspunkte	6		
Studienleistung	Keine		
Prüfung	Klausur		
Prüfungsdauer und -umfang	120 Minuten		
Zuordnung zu folgenden Curricula	Computer Science: Vertiefung Computer- und Software-Engineering: Wahlpflicht Information and Communication Systems: Vertiefung Kommunikationssysteme, Schwerpunkt Software: Wahlpflicht Information and Communication Systems: Vertiefung Sichere und zuverlässige IT-Systeme: Wahlpflicht Internationales Wirtschaftsingenieurwesen: Vertiefung II. Informationstechnologie: Wahlpflicht		

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

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

Modul M1301: Software Testing	
Lehrveranstaltungen	
Titel	Typ SWS LP
Softwaretesten (L1791)	Vorlesung 2 3
Softwaretesten (L1792)	Projekt-/problembasierte Lehrveranstaltung 2 3
Modulverantwortlicher	Prof. Sibylle Schupp
Zulassungsvoraussetzungen	None
Empfohlene Vorkenntnisse	<ul style="list-style-type: none"> • Software Engineering • Higher Programming Languages • Object-Oriented Programming • Algorithms and Data Structures • Experience with (Small) Software Projects • Statistics
Modulziele/ angestrebte Lernergebnisse	Nach erfolgreicher Teilnahme haben die Studierenden die folgenden Lernergebnisse erreicht
Fachkompetenz	
<i>Wissen</i>	Students explain the different phases of testing, describe fundamental techniques of different types of testing, and paraphrase the basic principles of the corresponding test process. They give examples of software development scenarios and the corresponding test type and technique. They explain algorithms used for particular testing techniques and describe possible advantages and limitations.
<i>Fertigkeiten</i>	Students identify the appropriate testing type and technique for a given problem. They adapt and execute respective algorithms to execute a concrete test technique properly. They interpret testing results and execute corresponding steps for proper re-test scenarios. They write and analyze test specifications. They apply bug finding techniques for non-trivial problems.
Personale Kompetenzen	
<i>Sozialkompetenz</i>	Students discuss relevant topics in class. They defend their solutions orally. They communicate in English.
<i>Selbstständigkeit</i>	Students can assess their level of knowledge continuously and adjust it appropriately, based on feedback and on self-guided studies. Within limits, they can set their own learning goals. Upon successful completion, students can identify and precisely formulate new problems in academic or applied research in the field of software testing. Within this field, they can conduct independent studies to acquire the necessary competencies and compile their findings in academic reports. They can devise plans to arrive at new solutions or assess existing ones
Arbeitsaufwand in Stunden	Eigenstudium 124, Präsenzstudium 56
Leistungspunkte	6
Studienleistung	Keine
Prüfung	Fachtheoretisch-fachpraktische Arbeit
Prüfungsdauer und -umfang	Software
Zuordnung zu folgenden	Computer Science: Vertiefung Computer- und Software-Engineering: Wahlpflicht Information and Communication Systems: Vertiefung Kommunikationssysteme,

Curricula	Schwerpunkt Software: Wahlpflicht Information and Communication Systems: Vertiefung Sichere und zuverlässige IT-Systeme, Schwerpunkt Software und Signalverarbeitung : Wahlpflicht
------------------	---

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

Lehrveranstaltung L1792: Software Testing	
Typ	Projekt-/problembasierte Lehrveranstaltung
SWS	2
LP	3
Arbeitsaufwand in Stunden	Eigenstudium 62, Präsenzstudium 28
Dozenten	Prof. Sibylle Schupp
Sprachen	EN
Zeitraum	SoSe
Inhalt	<ul style="list-style-type: none"> • Fundamentals of software testing • Model-based testing • Test automation • Criteria-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.

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

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

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

Modul M1397: Modellprüfung - Beweiser und Algorithmen

Lehrveranstaltungen			
Titel	Typ	SWS	LP
Modellprüfung - Beweiser und Algorithmen (L1979)	Vorlesung	2	3
Modellprüfung - Beweiser und Algorithmen (L1980)	Gruppenübung	2	3
Modulverantwortlicher	Prof. Görschwin Fey		
Zulassungsvoraussetzungen	Keine		
Empfohlene Vorkenntnisse	Grundlegende Kenntnisse zu Datenstrukturen und Algorithmen		
Modulziele/ angestrebte Lernergebnisse	Nach erfolgreicher Teilnahme haben die Studierenden die folgenden Lernergebnisse erreicht		
Fachkompetenz	Studierende kennen <ul style="list-style-type: none"> Algorithmen und Datenstrukturen für die Modellprüfung, grundlegende Beweisverfahren sowie den Einfluss der Modellierung und Spezifikation auf den Rechenaufwand für den Nachweis mittels Modellprüfung. 		
<i>Wissen</i>			
Fertigkeiten	Studierende können <ul style="list-style-type: none"> Algorithmen und Datenstrukturen zur Modellprüfung erläutern und implementieren abschätzen, ob sich eine Problemstellung mittels Boolescher Beweisverfahren oder Modellprüfung beantworten lässt, und solche Lösungsverfahren realisieren. 		
<i>Fertigkeiten</i>			
Personale Kompetenzen	Studierende können <ul style="list-style-type: none"> die jeweiligen Konzepte diskutieren und erläutern sowie die Lösungen mündlich darstellen. 		
<i>Sozialkompetenz</i>			
Selbstständigkeit	Studierende erlernen mittels Zusatzmaterial selbständig vertiefende Zusammenhänge der Konzepte aus der Vorlesung und erweiterte Lösungsverfahren.		
<i>Selbstständigkeit</i>			
Arbeitsaufwand in Stunden	Eigenstudium 124, Präsenzstudium 56		
Leistungspunkte	6		
Studienleistung	Keine		
Prüfung	Mündliche Prüfung		
Prüfungsdauer und -umfang	30 min		
Zuordnung zu folgenden Curricula	Computer Science: Vertiefung Computer- und Software-Engineering: Wahlpflicht Information and Communication Systems: Vertiefung Sichere und zuverlässige IT-Systeme: Wahlpflicht Information and Communication Systems: Vertiefung Kommunikationssysteme, Schwerpunkt Software: Wahlpflicht		

Lehrveranstaltung L1979: Modellprüfung - Beweiser und Algorithmen

Typ	Vorlesung
SWS	2
LP	3

Arbeitsaufwand in Stunden	Eigenstudium 62, Präsenzstudium 28
Dozenten	Prof. Görschwin Fey
Sprachen	DE/EN
Zeitraum	SoSe
Inhalt	<p>Correctness is a major concern in embedded systems. Model checking can fully automatically proof formal properties about digital hardware or software. Such properties are given in temporal logic, e.g., to prove "No two orthogonal traffic lights will ever be green."</p> <p>And how do the underlying reasoning algorithms work so effectively in practice despite a computational complexity of NP hardness and beyond?</p> <p>But what are the limitations of model checking? How are the models generated from a given design? The lecture will answer these questions. Open source tools will be used to gather a practical experience.</p> <p>Among other topics, the lecture will consider the following topics:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Modelling digital Hardware, Software, and Cyber Physical Systems • Data structures, decision procedures and proof engines <ul style="list-style-type: none"> ◦ Binary Decision Diagrams ◦ And-Inverter-Graphs ◦ Boolean Satisfiability ◦ Satisfiability Modulo Theories • Specification Languages <ul style="list-style-type: none"> ◦ CTL ◦ LTL ◦ System Verilog Assertions • Algorithms for <ul style="list-style-type: none"> ◦ Reachability Analysis ◦ Symbolic CTL Checking ◦ Bounded LTL-Model Checking ◦ Optimizations, e.g., induction, abstraction • Quality assurance
Literatur	<p>Edmund M. Clarke, Jr., Orna Grumberg, and Doron A. Peled. 1999. <i>Model Checking</i>. MIT Press, Cambridge, MA, USA.</p> <p>A. Biere, A. Biere, M. Heule, H. van Maaren, and T. Walsh. 2009. <i>Handbook of Satisfiability, Volume 185 Frontiers in Artificial Intelligence and Applications</i>. IOS Press, Amsterdam, The Netherlands, The Netherlands.</p> <p>Selected research papers</p>

Lehrveranstaltung L1980: Modellprüfung - Beweiser und Algorithmen	
Typ	Gruppenübung
SWS	2
LP	3
Arbeitsaufwand in Stunden	Eigenstudium 62, Präsenzstudium 28
Dozenten	Prof. Görschwin Fey
Sprachen	DE/EN
Zeitraum	SoSe
Inhalt	Siehe korrespondierende Vorlesung
Literatur	Siehe korrespondierende Vorlesung

Fachmodule der Vertiefung Sichere und zuverlässige IT-Systeme

Graduates of the Secure and Dependable IT Systems specialisation acquire extensive knowledge in software verification and IT security. They also have knowledge in communication networks and signal processing. They are able to apply methods and procedures required to work on secure and dependable IT systems, as well as critically examine new insights to further develop and incorporate in their work.

The Secure and Dependable IT Systems specialisation is recommended for students who already have a good mathematical foundation and basic knowledge in computer science and software development.

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

Arbeitsaufwand in Stunden	Eigenstudium 124, Präsenzstudium 56		
Leistungspunkte	6		
Studienleistung	Verpflichtend	Bonus	Art der Studienleistung
	Ja	15 %	Übungsaufgaben
Prüfung	Klausur		
Prüfungsdauer und -umfang	90 min		
Zuordnung zu folgenden Curricula	Computer Science: Vertiefung Computer- und Software-Engineering: Wahlpflicht Informatik-Ingenieurwesen: Vertiefung I. Informatik: Wahlpflicht Information and Communication Systems: Vertiefung Kommunikationssysteme, Schwerpunkt Software: Wahlpflicht Information and Communication Systems: Vertiefung Sichere und zuverlässige IT-Systeme: Pflicht Internationales Wirtschaftsingenieurwesen: Vertiefung II. Informationstechnologie: Wahlpflicht		

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

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

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

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

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

Modul M0758: Application Security			
Lehrveranstaltungen			
Titel	Typ	SWS	LP
Anwendungssicherheit (L0726)	Vorlesung	3	3
Anwendungssicherheit (L0729)	Gruppenübung	2	3
Modulverantwortlicher	Prof. Dieter Gollmann		
Zulassungsvoraussetzungen	None		
Empfohlene Vorkenntnisse	Familiarity with Information security, fundamentals of cryptography, Web protocols and the architecture of the Web		
Modulziele/ angestrebte Lernergebnisse	Nach erfolgreicher Teilnahme haben die Studierenden die folgenden Lernergebnisse erreicht		
Fachkompetenz	<p><i>Wissen</i></p> <p>Students can name current approaches for securing selected applications, in particular of web applications</p> <p>Students are capable of</p> <ul style="list-style-type: none"> • performing a security analysis • developing security solutions for distributed applications • recognizing the limitations of existing standard solutions <p><i>Fertigkeiten</i></p>		
Personale Kompetenzen	<p><i>Sozialkompetenz</i></p> <p>Students are capable of appreciating the impact of security problems on those affected and of the potential responsibilities for their resolution.</p> <p><i>Selbstständigkeit</i></p> <p>Students are capable of acquiring knowledge independently from professional publications, technical standards, and other sources, and are capable of applying newly acquired knowledge to new problems.</p>		
Arbeitsaufwand in Stunden	Eigenstudium 110, Präsenzstudium 70		
Leistungspunkte	6		
Studienleistung	Keine		
Prüfung	Klausur		
Prüfungsdauer und -umfang	120 Minuten		
Zuordnung zu folgenden Curricula	Computer Science: Vertiefung Computer- und Software-Engineering: Wahlpflicht Information and Communication Systems: Vertiefung Kommunikationssysteme, Schwerpunkt Software: Wahlpflicht Information and Communication Systems: Vertiefung Sichere und zuverlässige IT-Systeme: Wahlpflicht Internationales Wirtschaftsingenieurwesen: Vertiefung II. Informationstechnologie: Wahlpflicht		

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

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

Modul M1397: Modellprüfung - Beweiser und Algorithmen

Lehrveranstaltungen			
Titel	Typ	SWS	LP
Modellprüfung - Beweiser und Algorithmen (L1979)	Vorlesung	2	3
Modellprüfung - Beweiser und Algorithmen (L1980)	Gruppenübung	2	3
Modulverantwortlicher	Prof. Görschwin Fey		
Zulassungsvoraussetzungen	Keine		
Empfohlene Vorkenntnisse	Grundlegende Kenntnisse zu Datenstrukturen und Algorithmen		
Modulziele/ angestrebte Lernergebnisse	Nach erfolgreicher Teilnahme haben die Studierenden die folgenden Lernergebnisse erreicht		
Fachkompetenz	Studierende kennen		
<i>Wissen</i>	<ul style="list-style-type: none"> Algorithmen und Datenstrukturen für die Modellprüfung, grundlegende Beweisverfahren sowie den Einfluss der Modellierung und Spezifikation auf den Rechenaufwand für den Nachweis mittels Modellprüfung. 		
Fachkompetenz	Studierende können		
<i>Fertigkeiten</i>	<ul style="list-style-type: none"> Algorithmen und Datenstrukturen zur Modellprüfung erläutern und implementieren abschätzen, ob sich eine Problemstellung mittels Boolescher Beweisverfahren oder Modellprüfung beantworten lässt, und solche Lösungsverfahren realisieren. 		
Personale Kompetenzen	Studierende können		
<i>Sozialkompetenz</i>	<ul style="list-style-type: none"> die jeweiligen Konzepte diskutieren und erläutern sowie die Lösungen mündlich darstellen. 		
<i>Selbstständigkeit</i>	Studierende erlernen mittels Zusatzmaterial selbständig vertiefende Zusammenhänge der Konzepte aus der Vorlesung und erweiterte Lösungsverfahren.		
Arbeitsaufwand in Stunden	Eigenstudium 124, Präsenzstudium 56		
Leistungspunkte	6		
Studienleistung	Keine		
Prüfung	Mündliche Prüfung		
Prüfungsdauer und -umfang	30 min		
Zuordnung zu folgenden Curricula	Computer Science: Vertiefung Computer- und Software-Engineering: Wahlpflicht Information and Communication Systems: Vertiefung Sichere und zuverlässige IT-Systeme: Wahlpflicht Information and Communication Systems: Vertiefung Kommunikationssysteme, Schwerpunkt Software: Wahlpflicht		

Lehrveranstaltung L1979: Modellprüfung - Beweiser und Algorithmen

Typ	Vorlesung
SWS	2
LP	3

Arbeitsaufwand in Stunden	Eigenstudium 62, Präsenzstudium 28
Dozenten	Prof. Görschwin Fey
Sprachen	DE/EN
Zeitraum	SoSe
Inhalt	<p>Correctness is a major concern in embedded systems. Model checking can fully automatically proof formal properties about digital hardware or software. Such properties are given in temporal logic, e.g., to prove "No two orthogonal traffic lights will ever be green."</p> <p>And how do the underlying reasoning algorithms work so effectively in practice despite a computational complexity of NP hardness and beyond?</p> <p>But what are the limitations of model checking? How are the models generated from a given design? The lecture will answer these questions. Open source tools will be used to gather a practical experience.</p> <p>Among other topics, the lecture will consider the following topics:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Modelling digital Hardware, Software, and Cyber Physical Systems • Data structures, decision procedures and proof engines <ul style="list-style-type: none"> ◦ Binary Decision Diagrams ◦ And-Inverter-Graphs ◦ Boolean Satisfiability ◦ Satisfiability Modulo Theories • Specification Languages <ul style="list-style-type: none"> ◦ CTL ◦ LTL ◦ System Verilog Assertions • Algorithms for <ul style="list-style-type: none"> ◦ Reachability Analysis ◦ Symbolic CTL Checking ◦ Bounded LTL-Model Checking ◦ Optimizations, e.g., induction, abstraction • Quality assurance
Literatur	<p>Edmund M. Clarke, Jr., Orna Grumberg, and Doron A. Peled. 1999. <i>Model Checking</i>. MIT Press, Cambridge, MA, USA.</p> <p>A. Biere, A. Biere, M. Heule, H. van Maaren, and T. Walsh. 2009. <i>Handbook of Satisfiability: Volume 185 Frontiers in Artificial Intelligence and Applications</i>. IOS Press, Amsterdam, The Netherlands, The Netherlands.</p> <p>Selected research papers</p>

Lehrveranstaltung L1980: Modellprüfung - Beweiser und Algorithmen	
Typ	Gruppenübung
SWS	2
LP	3
Arbeitsaufwand in Stunden	Eigenstudium 62, Präsenzstudium 28
Dozenten	Prof. Görschwin Fey
Sprachen	DE/EN
Zeitraum	SoSe
Inhalt	Siehe korrespondierende Vorlesung
Literatur	Siehe korrespondierende Vorlesung

Modul M0943: Network Security

Lehrveranstaltungen

Titel	Typ	SWS	LP
Netzwerk-Sicherheit (L1105)	Vorlesung	3	3
Netzwerk-Sicherheit (L1106)	Gruppenübung	2	3
Modulverantwortlicher	Prof. Dieter Gollmann		
Zulassungsvoraussetzungen	None		
Empfohlene Vorkenntnisse	Discrete Mathematics, Computer Networks (TCP/IP)		
Modulziele/ angestrebte Lernergebnisse	Nach erfolgreicher Teilnahme haben die Studierenden die folgenden Lernergebnisse erreicht		
Fachkompetenz	<p>Students can</p> <ul style="list-style-type: none"> explain the fundamental security services that can be implemented with the methods of modern cryptography, describe current standardized network security protocols and mechanisms, follow current methods for the formal analysis of security protocols. <p>Students are capable of</p> <ul style="list-style-type: none"> performing an analysis of network security solutions. identifying suitable security solutions for given requirements. recognizing the limitations of existing standard solutions, performing a formal analysis of security protocols. 		
Personale Kompetenzen	<p><i>Sozialkompetenz</i> None</p> <p><i>Selbstständigkeit</i> Students are capable of acquiring knowledge independently from professional publications, technical standards, and other sources, and are capable of applying newly acquired knowledge to new problems.</p>		
Arbeitsaufwand in Stunden	Eigenstudium 110, Präsenzstudium 70		
Leistungspunkte	6		
Studienleistung	Keine		
Prüfung	Klausur		
Prüfungsdauer und -umfang	120 Minuten		
Zuordnung zu folgenden Curricula	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	<p>W. Stallings: Cryptography and Network Security: Principles and Practice, 6th edition (2013)</p> <p>A. Menezes, P. van Oorschot, S. Vanstone: Handbook of Applied Cryptography, CRC Press (1997)</p> <p>D. Gollmann: Computer Security, 3rd edition, Wiley (2011)</p> <p>V. Niemi, K. Nyberg: UMTS Security, Wiley (2003)</p>

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 M1400: Entwurf von Dependable Systems

Lehrveranstaltungen

Titel	Typ	SWS	LP
Entwurf von Dependable Systems (L2000)	Vorlesung	2	3
Entwurf von Dependable Systems (L2001)	Gruppenübung	2	3

Modulverantwortlicher	Prof. Görschwin Fey
------------------------------	---------------------

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

Empfohlene Vorkenntnisse	Grundlegende Kenntnisse zu Datenstrukturen und Algorithmen
---------------------------------	--

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

Fachkompetenz	<p>Im Folgenden wird "Dependable" als Zusammenfassung von Zuverlässigkeit, Verfügbarkeit, Wartbarkeit, Sicherheit (Safety & Security) verwendet.</p> <p>Kenntnis von Ansätzen zum Entwurf von Dependable Systems, z.B.</p> <ul style="list-style-type: none"> • Strukturelle Lösungen wie z.B. Modular Redundancy • Algorithmische Lösungen wie z.B. Behandlung Byzantinischer Fehler, Checkpointing, etc. <p>Kenntnis von Methoden zur Analyse der Dependability von Systemen</p>
<i>Wissen</i>	
Fertigkeiten	<p>Fähigkeit zum Entwurf von Dependable Systems durch Implementierung der obigen Ansätze.</p> <p>Fähigkeit zur Analyse der Dependability von Systemen durch Anwendung der obigen Analysemethoden.</p>
<i>Fertigkeiten</i>	
Personale Kompetenzen	Studierende können
<i>Sozialkompetenz</i>	<ul style="list-style-type: none"> • die jeweiligen Konzepte diskutieren und erläutern sowie • die Lösungen mündlich darstellen.
<i>Selbstständigkeit</i>	Studierende erlernen mittels Zusatzmaterial selbständig vertiefende Zusammenhänge der Konzepte aus der Vorlesung und erweiterte Lösungsverfahren.

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

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

	Verpflichtend	Bonus	Art der Studienleistung	Beschreibung
Studienleistung	Nein	Keiner	Übungsaufgaben	Praktische Übungsaufgaben zur Anwendung der gelernten Ansätze

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

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

Zuordnung zu folgenden Curricula	<p>Computer Science: Vertiefung Computer- und Software-Engineering: Wahlpflicht</p> <p>Informatik-Ingenieurwesen: Vertiefung I. Informatik: Wahlpflicht</p> <p>Information and Communication Systems: Vertiefung Sichere und zuverlässige IT-Systeme: Wahlpflicht</p> <p>Mechatronics: Vertiefung Systementwurf: Wahlpflicht</p> <p>Microelectronics and Microsystems: Vertiefung Embedded Systems: Wahlpflicht</p>
---	---

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

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

Fachmodule des Schwerpunktes Netze

Modul M0676: Digitale Nachrichtenübertragung

Lehrveranstaltungen

Titel	Typ	SWS	LP
Digitale Nachrichtenübertragung (L0444)	Vorlesung	2	3
Digitale Nachrichtenübertragung (L0445)	Hörsaalübung	1	2
Praktikum Digitale Nachrichtenübertragung (L0646)	Laborpraktikum	1	1

Modulverantwortlicher	Prof. Gerhard Bauch
------------------------------	---------------------

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

Empfohlene Vorkenntnisse	<ul style="list-style-type: none"> • Mathematik 1-3 • Signale und Systeme • Einführung in die Nachrichtentechnik und ihre stochastischen Methoden
---------------------------------	--

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

Fachkompetenz	<p>Die Studierenden sind in der Lage, moderne digitale Nachrichtenübertragungsverfahren zu verstehen, zu vergleichen und zu entwerfen. Sie sind vertraut mit den Eigenschaften linearer und nicht-linearer digitaler Modulationsverfahren. Sie können die Verzerrungen durch Übertragungskanäle beschreiben sowie Empfänger einschließlich Kanalschätzung und Entzerrung entwerfen und beurteilen. Sie kennen die Prinzipien der Single Carrier- und Multicarrier-Übertragung und die Grundlagen wichtiger Vielfachzugriffsverfahren.</p> <p>Die Studierenden sind in der Lage, ein digitales Nachrichtenübertragungsverfahren einschließlich Vielfachzugriff zu analysieren und zu entwerfen. Sie sind in der Lage, ein hinsichtlich Übertragungsrate, Bandbreitebedarf, Fehlerwahrscheinlichkeit und weiterer Signaleigenschaften geeignetes digitales Modulationsverfahren zu wählen. Sie können einen geeigneten Detektor einschließlich Kanalschätzung und Entzerrung entwerfen und dabei Eigenschaften suboptimaler Verfahren hinsichtlich Leistungsfähigkeit und Aufwand berücksichtigen. Sie sind in der Lage, ein Single-Carrierverfahren oder ein Multicarrier-Verfahren zu dimensionieren und die Eigenschaften beider Ansätze gegeneinander abzuwägen.</p>
<i>Wissen</i>	
<i>Fertigkeiten</i>	
Personale Kompetenzen	
<i>Sozialkompetenz</i>	Die Studierenden können in fachspezifische Aufgaben gemeinsam bearbeiten.
<i>Selbstständigkeit</i>	Die Studierenden sind in der Lage, die notwendigen Informationen aus geeigneten Literaturquellen selbständig zu beschaffen und in den Kontext der Vorlesung zu setzen. Sie können ihren Wissensstand mit Hilfe vorlesungsbegleitender Maßnahmen (klausurnahe Aufgaben, Software-Tools, Clicker-System) kontinuierlich überprüfen und auf dieser Basis ihre Lernprozesse steuern.

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

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

Studienleistung	Verpflichten	Bonus	Art der Studienleistung	Beschreibung
	Ja	Keiner	Schriftliche Ausarbeitung	

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

Prüfungsdauer und -umfang	90 min
----------------------------------	--------

	Computer Science: Vertiefung Intelligenz-Engineering: Wahlpflicht
--	---

Zuordnung zu folgenden Curricula	Elektrotechnik: Kernqualifikation: Pflicht Informatik-Ingenieurwesen: Vertiefung II. Ingenieurwissenschaften: Wahlpflicht Information and Communication Systems: Vertiefung Kommunikationssysteme: Pflicht Information and Communication Systems: Vertiefung Sichere und zuverlässige IT-Systeme, Schwerpunkt Netze: Wahlpflicht Internationales Wirtschaftsingenieurwesen: Vertiefung II. Informationstechnologie: Wahlpflicht Internationales Wirtschaftsingenieurwesen: Vertiefung II. Elektrotechnik: Wahlpflicht
---	--

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

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

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

Modul M0836: Communication Networks

Lehrveranstaltungen			
Titel	Typ	SWS	LP
Analyse und Struktur von Kommunikationsnetzen (L0897)	Vorlesung	2	2
Ausgewählte Themen der Kommunikationsnetze (L0899)	Projekt-/problembasierte Lehrveranstaltung	2	2
Übung Kommunikationsnetze (L0898)	Projekt-/problembasierte Lehrveranstaltung	1	2
Modulverantwortlicher	Prof. Andreas Timm-Giel		
Zulassungsvoraussetzungen	None		
Empfohlene Vorkenntnisse	<ul style="list-style-type: none"> Fundamental stochastics Basic understanding of computer networks and/or communication technologies is beneficial 		
Modulziele/ angestrebte Lernergebnisse	Nach erfolgreicher Teilnahme haben die Studierenden die folgenden Lernergebnisse erreicht		
Fachkompetenz	<p style="margin-left: 20px;"><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.</p> <p style="margin-left: 20px;"><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.</p>		
Personale Kompetenzen	<p style="margin-left: 20px;"><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.</p> <p style="margin-left: 20px;"><i>Selbstständigkeit</i> Students are able to obtain the necessary expert knowledge for understanding the functionality and performance capabilities of new communication networks independently.</p>		
Arbeitsaufwand in Stunden	Eigenstudium 110, Präsenzstudium 70		
Leistungspunkte	6		
Studienleistung	Keine		
Prüfung	Referat		
Prüfungsdauer und -umfang	1,5 Stunden Kolloquium mit je drei Prüflingen, also ca. 30 min je Prüfling. Inhalt des Kolloquiums sind die Poster der vorhergehenden Postersession sowie die Lehrinhalte.		
Zuordnung zu folgenden Curricula	Computer Science: Vertiefung Computer- und Software-Engineering: Wahlpflicht Elektrotechnik: Vertiefung Nachrichten- und Kommunikationstechnik: Wahlpflicht Elektrotechnik: Vertiefung Regelungs- und Energiesystemtechnik: Wahlpflicht Flugzeug-Systemtechnik: Vertiefung Avionik und Eingebettete Systeme: Wahlpflicht Informatik-Ingenieurwesen: Vertiefung I. Informatik: Wahlpflicht Information and Communication Systems: Vertiefung Sichere und zuverlässige IT-Systeme, Schwerpunkt Netze: Wahlpflicht Information and Communication Systems: Vertiefung Kommunikationssysteme: 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	Prof. Andreas Timm-Giel
Sprachen	EN
Zeitraum	WiSe
Inhalt	
Literatur	<ul style="list-style-type: none"> • Skript des Instituts für Kommunikationsnetze • Tannenbaum, Computernetzwerke, Pearson-Studium <p>Further literature is announced at the beginning of the lecture.</p>

Lehrveranstaltung L0899: Selected Topics of Communication Networks

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

Lehrveranstaltung L0898: Communication Networks Exercise

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

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

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

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

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

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

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

Fachmodule des Schwerpunktes Software und Signalverarbeitung

Modul M0738: Digital Audio Signal Processing			
Lehrveranstaltungen			
Titel	Typ	SWS	LP
Digitale Audiosignalverarbeitung (L0650)	Vorlesung	3	4
Digitale Audiosignalverarbeitung (L0651)	Hörsaalübung	1	2
Modulverantwortlicher	Prof. Udo Zölzer		
Zulassungsvoraussetzungen	None		
Empfohlene Vorkenntnisse	Signals and Systems		
Modulziele/ angestrebte Lernergebnisse	Nach erfolgreicher Teilnahme haben die Studierenden die folgenden Lernergebnisse erreicht		
Fachkompetenz	<p style="margin: 0;"><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.</p> <p style="margin: 0;"><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.</p>		
Personale Kompetenzen	<p style="margin: 0;"><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.</p> <p style="margin: 0;"><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.</p>		
Arbeitsaufwand in Stunden	Eigenstudium 124, Präsenzstudium 56		
Leistungspunkte	6		
Studienleistung	Keine		
Prüfung	Klausur		
Prüfungsdauer und -umfang	45 min		
Zuordnung zu folgenden Curricula	Computer Science: Vertiefung Intelligenz-Engineering: Wahlpflicht Elektrotechnik: Vertiefung Nachrichten- und Kommunikationstechnik: Wahlpflicht Informatik-Ingenieurwesen: Vertiefung Systemtechnik - Robotik: Wahlpflicht Information and Communication Systems: Vertiefung Sichere und zuverlässige IT-Systeme, Schwerpunkt Software und Signalverarbeitung : Wahlpflicht		

	Information and Communication Systems: Vertiefung Kommunikationssysteme, Schwerpunkt Signalverarbeitung: Wahlpflicht Microelectronics and Microsystems: Vertiefung Communication and Signal Processing: Wahlpflicht
--	--

Lehrveranstaltung L0650: Digital Audio Signal Processing

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

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

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

	Systeme, Schwerpunkt Software und Signalverarbeitung : Wahlpflicht Internationales Wirtschaftsingenieurwesen: Vertiefung II. Informationstechnologie: Wahlpflicht
--	---

Lehrveranstaltung L0631: Software Analysis

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

Lehrveranstaltung L0632: Software Analysis

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

Modul M0550: Digital Image Analysis

Lehrveranstaltungen

Titel	Typ	SWS	LP
Digitale Bildanalyse (L0126)	Vorlesung	4	6

Modulverantwortlicher	Prof. Rolf-Rainer Grigat
------------------------------	--------------------------

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

Empfohlene Vorkenntnisse	System theory of one-dimensional signals (convolution and correlation, sampling theory, interpolation and decimation, Fourier transform, linear time-invariant systems), linear algebra (Eigenvalue decomposition, SVD), basic stochastics and statistics (expectation values, influence of sample size, correlation and covariance, normal distribution and its parameters), basics of Matlab, basics in optics
---------------------------------	--

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

Fachkompetenz	<p>Students can</p> <ul style="list-style-type: none"> • Describe imaging processes • Depict the physics of sensorics • Explain linear and non-linear filtering of signals • Establish interdisciplinary connections in the subject area and arrange them in their context • Interpret effects of the most important classes of imaging sensors and displays using mathematical methods and physical models.
<i>Wissen</i>	
	<p>Students are able to</p> <ul style="list-style-type: none"> • Use highly sophisticated methods and procedures of the subject area • Identify problems and develop and implement creative solutions.
<i>Fertigkeiten</i>	<p>Students can solve simple arithmetical problems relating to the specification and design of image processing and image analysis systems.</p> <p>Students are able to assess different solution approaches in multidimensional decision-making areas.</p> <p>Students can undertake a prototypical analysis of processes in Matlab.</p>
Personale Kompetenzen	
<i>Sozialkompetenz</i>	k.A.
<i>Selbstständigkeit</i>	Students can solve image analysis tasks independently using the relevant literature.

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

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

Studienleistung	Keine
------------------------	-------

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

Prüfungsdauer und -umfang	60 Minuten, Umfang Vorlesung und Materialien im StudIP
----------------------------------	--

	Computer Science: Vertiefung Intelligenz-Engineering: Wahlpflicht
--	---

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

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

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

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

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

Modul M0556: Computer Graphics

Lehrveranstaltungen

Titel	Typ	SWS	LP
Computer-Grafik (L0145)	Vorlesung	2	3
Computer-Grafik (L0768)	Gruppenübung	2	3
Modulverantwortlicher	Prof. Tobias Knopp		
Zulassungsvoraussetzungen	None		
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	<p><i>Wissen</i> Students have acquired a theoretical basis in computer graphics and have a clear understanding of the process of computer animation.</p> <p><i>Fertigkeiten</i> Students have acquired</p> <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	<p><i>Sozialkompetenz</i> Students are trained in communicating abstract ideas and are familiar with planning and conducting projects within a small team.</p> <p><i>Selbstständigkeit</i> Students are able to direct complex computer animation projects.</p>		
Arbeitsaufwand in Stunden	Eigenstudium 124, Präsenzstudium 56		
Leistungspunkte	6		
Studienleistung	Keine		
Prüfung	Klausur		
Prüfungsdauer und -umfang	90 min		
Zuordnung zu folgenden Curricula	Computer Science: Vertiefung Computer- und Software-Engineering: 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	
Typ	Vorlesung
SWS	2
LP	3
Arbeitsaufwand in Stunden	Eigenstudium 62, Präsenzstudium 28
Dozenten	Prof. Tobias Knopp
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	
Typ	Gruppenübung
SWS	2
LP	3
Arbeitsaufwand in Stunden	Eigenstudium 62, Präsenzstudium 28
Dozenten	Prof. Tobias Knopp
Sprachen	EN
Zeitraum	SoSe
Inhalt	Siehe korrespondierende Vorlesung
Literatur	Siehe korrespondierende Vorlesung

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

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

Modul M1301: Software Testing			
Lehrveranstaltungen			
Titel	Typ	SWS	LP
Softwaretesten (L1791)	Vorlesung	2	3
Softwaretesten (L1792)	Projekt-/problembasierte Lehrveranstaltung	2	3
Modulverantwortlicher	Prof. Sibylle Schupp		
Zulassungsvoraussetzungen	None		
Empfohlene Vorkenntnisse	<ul style="list-style-type: none"> • Software Engineering • Higher Programming Languages • Object-Oriented Programming • Algorithms and Data Structures • Experience with (Small) Software Projects • Statistics 		
Modulziele/ angestrebte Lernergebnisse	Nach erfolgreicher Teilnahme haben die Studierenden die folgenden Lernergebnisse erreicht		
Fachkompetenz			
<i>Wissen</i>	Students explain the different phases of testing, describe fundamental techniques of different types of testing, and paraphrase the basic principles of the corresponding test process. They give examples of software development scenarios and the corresponding test type and technique. They explain algorithms used for particular testing techniques and describe possible advantages and limitations.		
<i>Fertigkeiten</i>	Students identify the appropriate testing type and technique for a given problem. They adapt and execute respective algorithms to execute a concrete test technique properly. They interpret testing results and execute corresponding steps for proper re-test scenarios. They write and analyze test specifications. They apply bug finding techniques for non-trivial problems.		
Personale Kompetenzen			
<i>Sozialkompetenz</i>	Students discuss relevant topics in class. They defend their solutions orally. They communicate in English.		
<i>Selbstständigkeit</i>	Students can assess their level of knowledge continuously and adjust it appropriately, based on feedback and on self-guided studies. Within limits, they can set their own learning goals. Upon successful completion, students can identify and precisely formulate new problems in academic or applied research in the field of software testing. Within this field, they can conduct independent studies to acquire the necessary competencies and compile their findings in academic reports. They can devise plans to arrive at new solutions or assess existing ones		
Arbeitsaufwand in Stunden	Eigenstudium 124, Präsenzstudium 56		
Leistungspunkte	6		
Studienleistung	Keine		
Prüfung	Fachtheoretisch-fachpraktische Arbeit		
Prüfungsdauer und -umfang	Software		
Zuordnung zu folgenden	Computer Science: Vertiefung Computer- und Software-Engineering: Wahlpflicht Information and Communication Systems: Vertiefung Kommunikationssysteme,		

Curricula	Schwerpunkt Software: Wahlpflicht Information and Communication Systems: Vertiefung Sichere und zuverlässige IT-Systeme, Schwerpunkt Software und Signalverarbeitung : Wahlpflicht
------------------	---

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

Lehrveranstaltung L1792: Software Testing	
Typ	Projekt-/problembasierte Lehrveranstaltung
SWS	2
LP	3
Arbeitsaufwand in Stunden	Eigenstudium 62, Präsenzstudium 28
Dozenten	Prof. Sibylle Schupp
Sprachen	EN
Zeitraum	SoSe
Inhalt	<ul style="list-style-type: none"> • Fundamentals of software testing • Model-based testing • Test automation • Criteria-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.

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

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

Lehrveranstaltung L0129: 3D Computer Vision	
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

Thesis

Modul M-002: Masterarbeit

Lehrveranstaltungen

Titel	Typ	SWS	LP
Modulverantwortlicher	Professoren der TUHH		
Zulassungsvoraussetzungen	<ul style="list-style-type: none"> Laut ASPO § 21 (1): Es müssen mindestens 60 Leistungspunkte im Studiengang erworben worden sein. Über Ausnahmen entscheidet der Prüfungsausschuss. 		
Empfohlene Vorkenntnisse	keine		
Modulziele/ angestrebte Lernergebnisse	Nach erfolgreicher Teilnahme haben die Studierenden die folgenden Lernergebnisse erreicht		
Fachkompetenz	<ul style="list-style-type: none"> Die Studierenden können das Spezialwissen (Fakten, Theorien und Methoden) ihres Studienfaches sicher zur Bearbeitung fachlicher Fragestellungen einsetzen. Die Studierenden können in einem oder mehreren Spezialbereichen ihres Faches die relevanten Ansätze und Terminologien in der Tiefe erklären, aktuelle Entwicklungen beschreiben und kritisch Stellung beziehen. Die Studierenden können eine eigene Forschungsaufgabe in ihrem Fachgebiet verorten, den Forschungsstand erheben und kritisch einschätzen. 		
<i>Wissen</i>			
<i>Fertigkeiten</i>	<ul style="list-style-type: none"> Die Studierenden sind in der Lage, für die jeweilige fachliche Problemstellung geeignete Methoden auszuwählen, anzuwenden und ggf. weiterzuentwickeln. Die Studierenden sind in der Lage, im Studium erworbenes Wissen und erlernte Methoden auch auf komplexe und/oder unvollständig definierte Problemstellungen lösungsorientiert anzuwenden. Die Studierenden können in ihrem Fachgebiet neue wissenschaftliche Erkenntnisse erarbeiten und diese kritisch beurteilen. 		
Personale Kompetenzen	Studierende können		
<i>Sozialkompetenz</i>	<ul style="list-style-type: none"> eine wissenschaftliche Fragestellung für ein Fachpublikum sowohl schriftlich als auch mündlich strukturiert, verständlich und sachlich richtig darstellen. in einer Fachdiskussion Fragen fachkundig und zugleich adressatengerecht beantworten und dabei eigene Einschätzungen überzeugend vertreten. 		
	Studierende sind fähig,		
	<ul style="list-style-type: none"> ein eigenes Projekt in Arbeitspakete zu strukturieren und abzuarbeiten. sich in ein teilweise unbekanntes Arbeitsgebiet des Studiengangs vertieft einzuarbeiten und dafür benötigte Informationen zu erschließen. 		

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