



Otto-Friedrich Universität Bamberg

Modulhandbuch

MSc International Software Systems Science

Wirtschaftsinformatik und Angewandte Informatik

Gemäß der geltenden Fassung der Studien- und Fachprüfungsordnung vom 06.03.2015 für den Masterstudiengang International Software Systems Science an der Otto-Friedrich-Universität Bamberg. Gültig ab dem Sommersemester 2018 bis zur Bekanntgabe eines geänderten Modulhandbuchs.

Module

DSG-DSAM-M: Distributed Systems Architecture and Middleware.....	8
DSG-IDistrSys: Introduction to Distributed Systems.....	10
DSG-Project-M: Masterprojekt Verteilte Systeme.....	13
DSG-SOA-M: Service-Oriented Architecture and Web Services.....	15
DSG-SRDS-M: Selected Readings in Distributed Systems.....	18
EESYS-DAE-M: Data Analytics in der Energieinformatik.....	20
EESYS-ES-M: Energieeffiziente Systeme.....	22
Gdl-CaS-M: Theorie verteilter Systeme (Communication and Synchronisation).....	24
Gdl-IFP: Introduction to Functional Programming.....	26
Gdl-IaS-M: Informationssicherheit (Information and Security).....	28
Gdl-MTL: Modal and Temporal Logic.....	30
HCI-MCI-M: Mensch-Computer-Interaktion.....	32
HCI-US-B: Ubiquitäre Systeme.....	35
ISDL-SOA: SOA-Governance and Evaluation.....	38
KInf-SemInf-M: Semantic Information Processing.....	41
KTR-GIK-M: Grundbausteine der Internet-Kommunikation.....	43
KTR-MAKV-M: Modellierung und Analyse von Kommunikationsnetzen und Verteilten Systemen.....	46
KTR-MMK-M: Multimedia-Kommunikation in Hochgeschwindigkeitsnetzen.....	49
KTR-Mobi-M: Mobilkommunikation.....	52
KTR-SSSProj-M: KTR Masterprojekt Software Systems Science.....	55
KogSys-ML-M: Lernende Systeme.....	58
MOBI-ADM-M: Advanced Data Management.....	61
MOBI-DSC: Data Streams and Complex Event Processing.....	63
MOBI-PRS-M: Master Project Mobile Software Systems (SoSySc).....	65
PSI-ProjectCAD-M: Project Complex Attacks and Defenses.....	67
PSI-ProjectSP-M: Project Security and Privacy.....	70
SME-STE-M: Introduction to Knowledge Representation: Space, Time, Events.....	72
SNA-OSN-M: Projekt zu Online Social Networks.....	74
SSS-SEM-M: Master-level Seminar in Software Systems Science.....	76

Inhaltsverzeichnis

SSS-Thesis-M: Master Thesis in Software Systems Science.....	78
SWT-ASV-M: Applied Software Verification.....	79
SWT-FSA: Foundations of Software Analysis.....	81
SWT-PCC-M: Principles of Compiler Construction.....	83
SWT-PR2-M: SWT Masters Project in Software Systems Science.....	85

Übersicht nach Modulgruppen

1) A1: Software Systems Science (Bereich) ECTS: 30 - 48

a) Wahlpflichtbereich A1WP: Software Systems Science (Modulgruppe) ECTS: 30 - 48
 Wahlpflichtbereich A1WP: Software Systems Science

Achtung: Die Module Gdl-CaS-M und Gdl-laS-M können im SS 18 wegen Forschungssemester von Prof. Mender nicht angeboten werden!

DSG-DSAM-M: Distributed Systems Architecture and Middleware (6 ECTS, WS, jährlich).....	8
DSG-IDistrSys: Introduction to Distributed Systems (6 ECTS, SS, jährlich).....	10
DSG-SOA-M: Service-Oriented Architecture and Web Services (6 ECTS, SS, jährlich).....	15
DSG-SRDS-M: Selected Readings in Distributed Systems (3 ECTS, WS, SS).....	18
Gdl-CaS-M: Theorie verteilter Systeme (Communication and Synchronisation) (6 ECTS, SS, jährlich).....	24
Gdl-laS-M: Informationssicherheit (Information and Security) (6 ECTS, SS, jährlich).....	28
Gdl-MTL: Modal and Temporal Logic (6 ECTS, WS, jährlich).....	30
Gdl-IFP: Introduction to Functional Programming (6 ECTS, WS, jährlich).....	26
KTR-GIK-M: Grundbausteine der Internet-Kommunikation (6 ECTS, SS, jährlich).....	43
KTR-MAKV-M: Modellierung und Analyse von Kommunikationsnetzen und Verteilten Systemen (6 ECTS, SS, jährlich).....	46
KTR-MMK-M: Multimedia-Kommunikation in Hochgeschwindigkeitsnetzen (6 ECTS, SS, jährlich).....	49
KTR-Mobi-M: Mobilkommunikation (6 ECTS, WS, jährlich).....	52
MOBI-DSC: Data Streams and Complex Event Processing (6 ECTS, WS, jährlich).....	63
MOBI-ADM-M: Advanced Data Management (6 ECTS, SS, jährlich).....	61
SWT-ASV-M: Applied Software Verification (6 ECTS, SS, jährlich).....	79
SWT-PCC-M: Principles of Compiler Construction (6 ECTS, WS, jährlich).....	83
SWT-FSA: Foundations of Software Analysis (6 ECTS, WS, jährlich).....	81

2) A2: Domain-specific Software Systems Science (Bereich) ECTS: 0 - 18

a) Wahlpflichtbereich A2WP: Domain-specific Software Systems Science
 (Modulgruppe) ECTS: 0 - 18

EESYS-ES-M: Energieeffiziente Systeme (6 ECTS, SS, jährlich).....	22
EESYS-DAE-M: Data Analytics in der Energieinformatik (6 ECTS, WS, jährlich).....	20

HCI-MCI-M: Mensch-Computer-Interaktion (6 ECTS, SS, jährlich).....	32
HCI-US-B: Ubiquitäre Systeme (6 ECTS, WS, jährlich).....	35
ISDL-SOA: SOA-Governance and Evaluation (3 ECTS, WS, jährlich).....	38
KInf-SemInf-M: Semantic Information Processing (6 ECTS, WS, jährlich).....	41
KogSys-ML-M: Lernende Systeme (6 ECTS, WS, jährlich).....	58
SME-STE-M: Introduction to Knowledge Representation: Space, Time, Events (6 ECTS, WS, jährlich).....	72
SNA-OSN-M: Projekt zu Online Social Networks (6 ECTS, WS, jährlich).....	74

3) A3: Seminar and Project (Bereich) ECTS: 12

a) Wahlpflichtbereich A3WP1: Seminar (Modulgruppe) ECTS: 3

SSS-SEM-M: Master-level Seminar in Software Systems Science (3 ECTS, WS, SS).....	76
---	----

b) Wahlpflichtbereich A3WP2: Project (Modulgruppe) ECTS: 9

MOBI-PRS-M: Master Project Mobile Software Systems (SoSySc) (9 ECTS, SS, jährlich).....	65
DSG-Project-M: Masterprojekt Verteilte Systeme (9 ECTS, WS, SS).....	13
SWT-PR2-M: SWT Masters Project in Software Systems Science (9 ECTS, SS, jährlich).....	85
KTR-SSSProj-M: KTR Masterprojekt Software Systems Science (9 ECTS, WS, SS).....	55
PSI-ProjectCAD-M: Project Complex Attacks and Defenses (9 ECTS, WS, SS).....	67
PSI-ProjectSP-M: Project Security and Privacy (9 ECTS, WS, SS).....	70

4) A4: Master Thesis (Bereich) ECTS: 30

A4: Master Thesis (see §35 & Appendix 2 of the StuFPO of the degree programmes Master Software Systems Science (90+120 ECTS) and Master International Software Systems Science (120 ECTS))

SSS-Thesis-M: Master Thesis in Software Systems Science (30 ECTS, WS, SS).....	78
--	----

5) A5: International Experience (Bereich) ECTS: 30

According to §37 of the study and subject examination regulations (StuFPO), students have three options regarding the fulfillment of module group A5:

- (1) to study modules of software systems science at a university abroad for at least one semester, or
 - (2) to complete an internship in an international context, preferably abroad, that covers topics of the occupational field of software systems science with a volume of at least 360 working hours.
 - (3) If neither studies at a university abroad nor an internship in an international context is completed, the required 30 ECTS points for module group A5 must be earned in *previously uncompleted* modules included in the A1, A2 or A3 module groups (StuFPO, Appendix 1). Up to 18 ECTS points may also be
-

earned in modules from the University of Bamberg's Language Centre (https://www.uni-bamberg.de/fileadmin/uni/wissenschaft_einricht/sprachenzentrum/MHB/NEU_MHB_Fachsprachen_WS_16_17.pdf).

Regarding the **study of software systems science modules at a university abroad (1)**, courses with a workload comprising 30 ECTS points should be completed. The courses that are selected at a foreign university must be approved by learning agreements. These learning agreements must be issued by those instructors at the University of Bamberg who are responsible for the chosen subject and by the head of the local examining board before the graduate studies are initiated abroad. If less credit is earned, it is also possible to earn 12 ECTS points in the form of an additional internship in an international context. Irrespective of this option, the missing ECTS points may also be compensated by the completion of previously uncompleted modules from the module groups A1, A2 or A3 (StuFPO, Appendix 1) or modules (max.18 ECTS) from the University of Bamberg's Language Centre.

Regarding the **internship in an international context (2)** with an equivalent workload of 12 ECTS credit points, a foreign or internationally acting domestic company (or research institute) may be selected. It must offer a specific internship relevant to the topics of software systems science. The documentation of the internship requires the submission of the following items to the head of the examining board: (1) a written report of at least 4 pages, reporting on the tasks and achievements, and (2) a certificate issued by the hosting institution or the organizational unit that has overseen the internship. To fulfill the requirements of 30 ECTS points for the A5 module group, either additional graduate studies abroad comprising at least 18 ECTS credit points may be pursued, or previously uncompleted modules within the module groups A1, A2 or A3 (StuFPO, Appendix 1) and modules (max. 18 ECTS) from the University of Bamberg's Language Centre, totaling 18 ECTS points, may be chosen.

Modul DSG-DSAM-M Distributed Systems Architecture and Middleware <i>Distributed Systems Architectures and Middleware</i>		6 ECTS / 180 h 45 h Präsenzzeit 135 h Selbststudium
(seit WS12/13) Modulverantwortliche/r: Prof. Dr. Guido Wirtz		
Inhalte: <p>Distributed Systems are at the heart of modern computing. Web storage, web applications, cross-organizational information systems, enterprise information systems, ... almost anything is a distributed system. Even simple tasks such as the synchronization of a mobile device with a desktop machine is subject to distributed systems rules. While DSG-IDistrSys focuses on the fundamental principles of distributed systems and some low-level implementation technologies this course investigates enterprise-level distributed computing.</p> <p>This course introduces students to the ideas, benefits, technologies and issues related to server-centric distributed systems and middleware in general. The core topics are centered around component technologies such as Java EJBs, Business-to-Business technologies like EDI and ebXML, and Cloud Computing facilities like Google App Engine and Windows Azure. Thus the course introduces and discusses in-depth topics concerning distributed middleware and its practical use:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Characteristics and Foundations of Distributed Systems • Classical Middleware and Services • Concurrency and Synchronization • Component Technologies • Cloud Computing, in particular platform as a service • Business-to-Business Technologies <p>The selection of topics and teaching method of this course reflects the Distributed Systems Group's (DSG) dedication to integrate business and IT, theory and practice, research and teaching. You not only will be taught the classical way, but you will have hands-on experience on middleware development and middleware tools. Also, you will get the chance to discuss selected publications with your lecturers.</p>		
Lernziele/Kompetenzen: Students are able to evaluate, plan, design and implement server-centric distributed systems. Students are familiar with recent approaches and standards for building and managing such systems, know about the central problems involved as well as ways to overcome these issues. Students have hands-on experience with up-to-date middleware and tools for building server-centric systems.		
Sonstige Informationen: The main language of instruction in this course is English.		
Zulassungsvoraussetzung für die Belegung des Moduls: keine		
Empfohlene Vorkenntnisse: Basic knowledge in software engineering and in distributed systems as introduced, e.g., in the module DSG-IDistrSys.		Besondere Bestehensvoraussetzungen: keine
Angebotshäufigkeit: WS, jährlich	Empfohlenes Fachsemester:	Minimale Dauer des Moduls: 1 Semester

Lehrveranstaltungen	
<p>1. Lecture Distributed Systems Architecture and Middleware</p> <p>Lehrformen: Vorlesung Dozenten: Prof. Dr. Guido Wirtz Sprache: Englisch Angebotshäufigkeit: WS, jährlich</p> <hr/> <p>Lernziele: c.f. overall module description</p> <hr/> <p>Inhalte: c.f. overall module description</p> <hr/> <p>Literatur: This is a fast emerging field with new insights every year. So, up-to-date literature will be provided at the beginning of each course.</p>	2,00 SWS
<p>2. Exercise Course Distributed Systems Architecture and Middleware</p> <p>Lehrformen: Übung Dozenten: Mitarbeiter Praktische Informatik Sprache: Englisch/Deutsch Angebotshäufigkeit: WS, jährlich</p> <hr/> <p>Inhalte: Introduction to and discussion of tools and practical issues closely related to the topics discussed in the lecture as well as solutions of problems that come up during working on the practical assignment.</p> <hr/> <p>Literatur: see lecture</p>	2,00 SWS
<p>Prüfung Hausarbeit mit Kolloquium / Prüfungsdauer: 20 Minuten Bearbeitungsfrist: 3 Monate</p> <p>Beschreibung: Oral examination concerning the topics discussed in the lecture, exercises and assignment. Students may choose English or German as the language for the oral examination. Examinations will take place at the end of the winter term or at the begin of the summer term (students may choose one of them).</p> <p>Students are assumed to work on a programming assignment ('schriftliche Hausarbeit') during the semester that is introduced at the beginning of the semester and uses the most important technologies discussed during the semester.</p> <p>Note: Without working on the programming assignment over the term students may run into problems during their oral examination (Kolloquium) as we discuss questions concerning topics from the lectures as well as from the assignment; questions about the assignment are based on the assignment solution programmed by the students.</p>	

<p>Modul DSG-IDistrSys Introduction to Distributed Systems <i>Introduction to Distributed Systems</i></p>	<p>6 ECTS / 180 h 45 h Präsenzzeit 135 h Selbststudium</p>
<p>(seit WS17/18) Modulverantwortliche/r: Prof. Dr. Guido Wirtz</p>	
<p>Inhalte: Nowadays infrastructure and business relies more or less on distributed systems of various flavors. Most of our civilization would not work any more if all distributed systems would fail. So, that should be a good reason for anyone planning to work in the context of IT to learn at least about the characteristics and basic issues of such systems. The course introduces to the different flavors of and issues with distributed systems, discusses the most basic problems arising with this kind of systems and presents solutions and techniques that are essential to make distributed systems work. Additionally, the course also teaches how to build simple distributed systems using Java-based technologies like process interaction, synchronization, remote message invocation and web service infrastructure. Students are required to work (in groups) on an assignment using different technologies in order to combine the theoretical concepts with practical experience and ... Yes, we program!</p>	
<p>Lernziele/Kompetenzen: Students know about the characteristics and different flavors of distributed systems and understand the essential differences compared to monolithic, centralized systems as well as their consequences when designing and building distributed systems. Students are able to apply the basic algorithmic techniques and programming paradigms in order to build simple distributed systems themselves. Students have gained basic experience with practically building and running distributed systems.</p>	
<p>Sonstige Informationen: The language of instruction in this course is English. The overall workload of 180h for this module consists of:</p> <ul style="list-style-type: none"> • weekly classes: 22.5h • tutorials: 22.5h • Work on assignment: 75h • Literature study 30h • preparation for and time of the final exam: 30h <p>This course is intended for 2nd/3rd year bachelor students as well as master students which have not enrolled in a similar course during their bachelor studies. In case of questions don't hesitate to contact the person responsible for this module.</p>	
<p>Zulassungsvoraussetzung für die Belegung des Moduls: keine</p>	
<p>Empfohlene Vorkenntnisse: Knowledge of the basics of computer science in general, esp. operating systems, as well as practical experience in Java programming, as the subjects taught in DSG-EiAPS-B and DSG-EiRBS-B. Preferable also knowledge about multithreading and synchronization like, e.g., the subject-matters of DSG-PKS-B.</p>	<p>Besondere Bestehensvoraussetzungen: keine</p>

Modul Programmierung komplexer interagierender Systeme (DSG- PKS-B) - empfohlen		
Angebotshäufigkeit: SS, jährlich	Empfohlenes Fachsemester:	Minimale Dauer des Moduls: 1 Semester

Lehrveranstaltungen	
<p>1. Introduction to Distributed Systems</p> <p>Lehrformen: Vorlesung Dozenten: Prof. Dr. Guido Wirtz Sprache: Englisch Angebotshäufigkeit: SS, jährlich</p> <hr/> <p>Lernziele: c.f. overall module description</p> <hr/> <p>Inhalte: c.f. overall module description</p> <hr/> <p>Literatur:</p> <ul style="list-style-type: none"> • George Coulouris, Jean Dollimore, Tim Kindberg, Gordon Blair: Distributed Systems. Pearson Education UK, 2011 (5. Auflage); ISBN: 9780273760597 • Kenneth P. Birman: Guide to Reliable Distributed Systems. Springer Texts in CS, Springer Verlag, 2012, ISBN 978-1-4471-2415-3 • Andrew Tanenbaum, Marten van Steen: Distributed Systems - Principles and Paradigms, 2015 (2nd edition) 	2,00 SWS
<p>2. Tutorial Introduction to Distributed Systems</p> <p>Lehrformen: Übung Dozenten: Mitarbeiter Praktische Informatik Sprache: Englisch/Deutsch Angebotshäufigkeit: SS, jährlich</p> <hr/> <p>Lernziele: c.f. overall module description</p> <hr/> <p>Inhalte: Introduction to and discussion of tools and practical issues closely related to the topics discussed in the lecture as well as solutions of problems that come up during working on the practical assignment.</p>	2,00 SWS

<p>Prüfung Hausarbeit mit Kolloquium / Prüfungsdauer: 20 Minuten Bearbeitungsfrist: 3 Monate</p> <p>Beschreibung: Oral examination concerning the topics discussed in the lecture, exercises and assignment. Students may choose English or German as the language for the oral examination. Examinations will take place at the end of the summer term or at the begin of the winter term (students may choose one of them).</p>	
---	--

Students are assumed to work on a programming assignment ('schriftliche Hausarbeit') during the semester that is introduced at the beginning of the semester and uses the most important technologies discussed during the semester.

Note: Without working on the programming assignment over the term students may run into problems during their oral examination (Kolloquium) as we discuss questions concerning topics from the lectures as well as from the assignment; questions about the assignment are based on the assignment solution programmed by the students.

Modul DSG-Project-M Masterprojekt Verteilte Systeme <i>Distributed Systems Project</i>	9 ECTS / 270 h 180 h Präsenzzeit 90 h Selbststudium
(seit WS12/13) Modulverantwortliche/r: Prof. Dr. Guido Wirtz	
Inhalte: Themen aus der aktuellen Forschungsarbeit der Arbeitsgruppe Verteilte Systeme (DSG), die ohne zu umfangreiche Einarbeitung zu bearbeiten sind, werden in einer zum Teil gemeinsam, zum Teil arbeitsteilig, arbeitenden Gruppe von Studierenden von der Konzeption bis zur praktischen Umsetzung im Rahmen eines 6-wöchigen Projekts durchgeführt. Dabei geht es nicht nur um die programmiertechnische Umsetzung, sondern insbesondere auch um die Entwicklung tragfähiger und mit den vorgegebenen Rahmenbedingungen kompatibler Konzepte zur Lösung der gestellten Aufgabe. In der Regel wird dazu das Studium aktueller Literatur und die Auswahl, Umsetzung und/oder Adaption zum Thema vorgeschlagener Ansätze notwendig sein. Das Master-Projekt unterscheidet sich dabei von der Projektarbeit im Bachelorstudiengang durch die Komplexität der Aufgabe, den höheren Einarbeitungsaufwand sowie den direkten Bezug zu aktuellen wissenschaftlichen Arbeiten des Lehrstuhls.	
Lernziele/Kompetenzen: Im Rahmen des Projekts werden die Fähigkeiten im Bereich der Systementwicklung ebenso weiterentwickelt wie die Kompetenzen in der Projektdurchführung und in der selbständigen Organisation von Gruppenarbeit. Studierende erfahren dabei das Spektrum der auch in der Praxis auftretenden Problematiken, die mit der möglichst selbständigen Lösung einer größeren, nur noch bedingt von einem Einzelnen lösbaren, Aufgabe in zum Teil konkret vorgegebenen Rahmenbedingungen verbunden sind.	
Sonstige Informationen: Der Arbeitsaufwand von insgesamt 270 Std. (als Block nach dem jeweiligen SoSe oder WiSe) gliedert sich in etwa in: <ul style="list-style-type: none"> • 35 Std. Einführung, Vorstellen von Werkzeugen, Kurzvorträge • 30 Std. Recherchen zu und Einarbeitung in Thematik des Projekts inkl. Vorbereiten von Kurzvorträgen • 180 Std. praktische Projektarbeit (Softwareentwicklung) • 15 Std. Abfassen des Projektberichts und Erstellen des gemeinsamen Posters • 10 Std. Vorbereitung auf und Zeit für die Projektpräsentation (unter o.g. schon erbrachten Aufwänden) 	
Zulassungsvoraussetzung für die Belegung des Moduls: keine	
Empfohlene Vorkenntnisse: Die Veranstaltung baut auf den Inhalten der Veranstaltung DSG-IDistrSys Introduction to Distributed Systems' auf. Je nach Themenstellung ist auch der vorherige Besuch einer der Veranstaltungen DSG-SOA-M oder DSG-DSAM-M oder die selbstständige Erarbeitung der für die Projektarbeit notwendigen Inhalte des entsprechenden Moduls zu empfehlen (Bekanntgabe jeweils bei Themenankündigung inklusive detaillierter Hinweise zum Einarbeiten).	Besondere Bestehensvoraussetzungen: keine

<p>Zur erfolgreichen Bearbeitung des Projekts ist die Beherrschung einer höheren (objektorientierten) Programmiersprache dringend notwendig; zusätzlich wird die Bereitschaft zur praktischen Arbeit am Rechner erwartet.</p> <p>Modul Introduction to Distributed Systems (DSG-IDistrSys) - empfohlen</p>		
<p>Angebotshäufigkeit: WS, SS</p>	<p>Empfohlenes Fachsemester:</p>	<p>Minimale Dauer des Moduls: 1 Semester</p>

<p>Lehrveranstaltungen</p>	
<p>Projektübung Masterprojekt Verteilte Systeme Lehrformen: Übung Dozenten: Prof. Dr. Guido Wirtz, Mitarbeiter Praktische Informatik Sprache: Englisch/Deutsch Angebotshäufigkeit: WS, SS</p>	<p>6,00 SWS</p>
<p>Inhalte: vgl. Modulbeschreibung</p>	
<p>Literatur: - je nach Praktikumsthema -</p>	
<p>Prüfung Hausarbeit mit Kolloquium / Prüfungsdauer: 20 Minuten Bearbeitungsfrist: 3 Monate Zulassungsvoraussetzung zur Modulprüfung: Regelmäßige Teilnahme an der Lehrveranstaltung Beschreibung: Bericht über den im Projekt erbrachten Eigenanteil als klar gekennzeichnete Teil des Gesamtberichts der Projektgruppe; Mitarbeit bei der Erstellung einer Posterdemonstration zu den Projektergebnissen. Mündliches Prüfungsgespräch über die Inhalte des Projekts, insbesondere die vom jeweiligen Studierenden erbrachten konzeptionellen und praktischen Leistungen.</p>	

Modul DSG-SOA-M Service-Oriented Architecture and Web Services <i>Service-Oriented Architecture and Web Services</i>	6 ECTS / 180 h 45 h Präsenzzeit 135 h Selbststudium
(seit WS12/13) Modulverantwortliche/r: Prof. Dr. Guido Wirtz	
<p>Inhalte:</p> <p>Building enterprise-scale IT systems requires sound concepts for integrating software. Service-oriented architectures (SOAs) have been the number one answer to this integration challenge for years. Indeed, service orientation is and will be a cornerstone in modularizing large IT landscapes and alignment with business needs is the driving factor for service engineering. A SOA composes an IT system from services in a loosely-coupled manner. Each service implements a business task and therefore have a clear value attribution. When business needs change, the loose coupling of services allows for quick adjustment of the SOA. In recent years, Microservices have been put forward as a new paradigm for organizing software-intensive systems as a set of small services that communicate using lightweight communication technologies and are <i>independently deployable by fully automated deployment machinery</i>. Conceptually, Microservices and SOA share a lot, but the Microservices paradigm puts a lot more emphasis on automation in development and therefore is a better fit for modern development practices.</p> <p>When moving beyond company boundaries and opening up the solution space is necessary, software ecosystems (SECOs) come into play. Software ecosystems integrate software contributions from independent organizational entities and enable software products and solutions that a single company cannot realize alone. Prominent representatives of software ecosystems are Android and the Playstore or iOS and the AppStore. But the paradigm of software ecosystems goes far beyond mobile platforms and also covers application areas in the cloud domain or the embedded domain.</p> <p>Skilled software architects therefore reconcile the business views and technical views for the benefit of the enterprise and therefore need both, advanced knowledge in business process and workflow management as well as a rock-solid understanding of service engineering and distributed computing.</p> <p>This course will introduce you to the world of architectures for large-scale software by giving a brief overview on distributed systems and software architecture in general. Then SOAs as an architectural paradigm and Web Services (WSDL + REST) as SOA implementation technology will be treated in detail. SOA will be contrasted to Microservices and the development aspects that Microservices focuses on will be discussed. Software ecosystems then will be introduced as a paradigm for organizing software systems and container technology (Linux Containers (LXC) and Docker) as a frequent implementation means for software ecosystems will be introduced. In particular, we will investigate what building industry-grade ecosystems based on container technology means in practice.</p> <ul style="list-style-type: none"> • Conceptual Foundations of SOA • SOA Characteristics • Microservices • WSDL and Basic Web Services • REST-ful Services • Software Ecosystems • Container technology <p>The selection of topics and teaching method of this course reflects the Distributed Systems Group's (DSG) dedication to integrate business and IT, theory and practice, research and teaching. You not only will be taught the classical way, but you will have hands-on experience on service development and SOA tools.</p>	

Also, you will get a grasp of current services research and you will get the chance to discuss selected publications with your lecturers.

Lernziele/Kompetenzen:

Students know about the different aspects of service-oriented architectures and their practical use.

Students

- Understand the characteristics of SOAs, Microservices and SECOs and its implications on IT systems.
- Know relevant technologies and standards in the field and being able to combine some of these to develop basic Web Services and service compositions
- Being able to compare WSDL Web Services to REST Web Services
- Being able to use container technology for integrating software
- Being able to judge IT architectures from a SOA/Microservices/SECO perspective.
- Being able to understand and discuss scientific work in the area

Sonstige Informationen:

The main language of instruction in this course is English.

The overall workload of 180h for this module consists of:

- weekly classes: 22.5h
- tutorials: 22.5h
- Work on the assignment: 75h
- Literature study 30h
- preparation for and time of final exam: 30h

Zulassungsvoraussetzung für die Belegung des Moduls:

keine

Empfohlene Vorkenntnisse:

Basic knowledge in software engineering and distributed systems.

Modul Introduction to Distributed Systems (DSG-IDistrSys) - empfohlen

Besondere

Bestehensvoraussetzungen:

keine

Angebotshäufigkeit: SS, jährlich

Empfohlenes Fachsemester:

Minimale Dauer des Moduls:

1 Semester

Lehrveranstaltungen

1. Lecture Service-Oriented Architecture and Web Services

2,00 SWS

Lehrformen: Vorlesung

Dozenten: Prof. Dr. Guido Wirtz, Mitarbeiter Praktische Informatik

Sprache: Englisch

Angebotshäufigkeit: SS, jährlich

Lernziele:

cf. module description

Inhalte:

cf. module description

Literatur:

SOA and SECOs are still fast emerging fields - most recent version of standards and up-to-date literature will be provided at the beginning of each course.

<p>2. Exercise Course Service-Oriented Architecture and Web Services</p> <p>Lehrformen: Übung</p> <p>Dozenten: Mitarbeiter Praktische Informatik</p> <p>Sprache: Englisch/Deutsch</p> <p>Angebotshäufigkeit: SS, jährlich</p> <hr/> <p>Inhalte:</p> <p>Introduction to and discussion of tools and practical issues closely related to the topics discussed in the lecture as well as solutions of problems that come up during working on the practical assignment.</p> <hr/> <p>Literatur:</p> <p>(see lecture)</p>	<p>2,00 SWS</p>
<p>Prüfung</p> <p>Hausarbeit mit Kolloquium / Prüfungsdauer: 20 Minuten</p> <p>Bearbeitungsfrist: 3 Monate</p> <p>Beschreibung:</p> <p>Oral examination concerning the topics discussed in the lecture, exercises and assignment. Students may choose English or German as the language for the oral examination. Examinations will take place at the end of the summer term or at the begin of the winter term (students may choose one of them).</p> <p>Students are assumed to work on a programming assignment ('schriftliche Hausarbeit') during the semester that is introduced at the beginning of the semester and uses the most important technologies discussed during the semester.</p> <p>Note: Without working on the programming assignment over the term students may run into problems during their oral examination (Kolloquium) as we discuss questions concerning topics from the lectures as well as from the assignment; questions about the assignment are based on the assignment solution programmed by the students.</p>	

Modul DSG-SRDS-M Selected Readings in Distributed Systems <i>Selected Readings in Distributed Systems</i>		3 ECTS / 90 h 23 h Präsenzzeit 67 h Selbststudium
(seit SS11) Modulverantwortliche/r: Prof. Dr. Guido Wirtz		
Inhalte: This module is intended to offer an in-depth study of specific topics in distributed systems that go well beyond the topics discussed in DSG-IDistrSys, DSG-SOA-M or DSG-DSM-M. We try to close the gap between 'standard' lecture topics often dealing with the (required) basics and the state-of-the-art related to a specific research question regarding distributed systems in general, complex systems architecture, SOC and SOA, server-side middleware, process languages, as well as questions w.r.t. standard conformance, interoperability and correctness based on 'ground-breaking' as well as up-to-date research papers from international journals and/or conferences.		
Lernziele/Kompetenzen: Students will learn how to read and work on recent research papers and how to present their essence as an outline talk to colleagues (students). Students will be able to classify and compare results from papers in the context of a specific research question. Moreover, students will become proficient in the developments of the specialized research area that is the topic of the particular course.		
Sonstige Informationen: The main language of instruction in this course is English. The overall work load for the course is 90 hours: <ul style="list-style-type: none"> • 22.5 h classes • 55 h work on assigned readings, essay and presentations • 12.5 h preparation for and time of final exam Each student studies all readings (papers) assigned during the course, presents two papers in front of the class in a short outline talk (19 minutes), involves him/herself actively in discussions during classes and describes a selected topic discussed in class in a short essay (8 pages). Additionally, a final oral examination has to be taken at the end of term.		
Zulassungsvoraussetzung für die Belegung des Moduls: keine		
Empfohlene Vorkenntnisse: Basic knowledge about distributed systems as offered, e.g., by the course DSG-IDistrSys or similar knowledge. Dependend on the topic of the specific course, additional knowledge as discussed in DSG-SOA-M or DSG-DSAM-M will be required (ask if in doubt before enrolling in the course) Modul Introduction to Distributed Systems (DSG-IDistrSys) - empfohlen		Besondere Bestehensvoraussetzungen: keine
Angebotshäufigkeit: WS, SS	Empfohlenes Fachsemester:	Minimale Dauer des Moduls: 1 Semester

Lehrveranstaltungen	
<p>Selected Readings in Distributed Systems</p> <p>Lehrformen: Vorlesung/Seminar</p> <p>Dozenten: Prof. Dr. Guido Wirtz, Mitarbeiter Praktische Informatik</p> <p>Sprache: Englisch</p> <p>Angebotshäufigkeit: WS, SS</p> <hr/> <p>Inhalte:</p> <p>The course discusses recent topics and research questions concerning distributed systems and related areas like, e.g.,</p> <ul style="list-style-type: none"> • Components and Component systems (SoSe 2010) • Service Engineering Challenges in a B2Bi world (WiSe 2010/2011) • Visual Process Description Languages (SoSe 2011) • Services, SOA and Orchestrations - State of the Art (SoSe 2012, SoSe 2013) • Services, SOA, Process Languages, ... Clouds - State of the Art (SoSe 2014) • Enterprise Architecture from EAI to the IoT (WS 2016/2017) <p>This module is intended to offer an in-depth study of specific topics in distributed systems that go well beyond the topics discussed in DSG-IDistrSys, DSG-SOA-M or DSG-DSAM-M. We try to close the gap between 'standard' lecture topics often dealing with the (required) basics and the state-of-the-art related to a specific research question regarding distributed systems, SOA, middleware and so on.</p> <hr/> <p>Literatur:</p> <p>As the concrete topics change each semester, pointers to literature are given during the preparation of each specific course using the vc-uni-bamberg.de learning platform.</p>	2,00 SWS
<p>Prüfung</p> <p>Hausarbeit mit Kolloquium / Prüfungsdauer: 20 Minuten</p> <p>Bearbeitungsfrist: 4 Monate</p> <p>Beschreibung:</p> <p>Oral examination about the topics discussed during the term with a special emphasis on those topics, the examinee has presented during the course in her or his short presentations or their essay. The language for the oral examination is English.</p> <p>Students are assumed to read a set of papers during the semester which are introduced at the beginning of the semester and present the content of at least two papers in a short outline talk (10 minutes maximum) as basis for the discussion among the participants during class. Additionally, each student writes an essay (8 pages) that describes the essentials of one of the research topics discussed during class and relates this topic to the overall theme of the selected readings course.</p>	

Modul EESYS-DAE-M Data Analytics in der Energieinformatik		6 ECTS / 180 h
<i>Data Analytics in Energy Informatics</i>		
(seit WS17/18)		
Modulverantwortliche/r: Prof. Dr. Thorsten Staake		
Inhalte:		
<p>Mit den ambitionierten Energieeffizienzzielen unserer Gesellschaft haben Systeme zur Erfassung und Optimierung von Energieverbräuchen erheblich an Bedeutung gewonnen. Prominente Beispiele sind Smart-Grid- und Smart-Metering-Infrastrukturen, die eine flächendeckende Erfassung und Auswertung von Verbrauchsdaten in Industrie und Haushalten ermöglichen. Mit Hilfe solcher Umweltinformationssysteme lassen sich Maßnahmen zur Kosten- und Emissionsreduktion identifizieren sowie Interventionen zur Verbesserung energierelevanter Verhaltensweisen ableiten. Um das Potenzial zu heben, bedarf es einer geeigneten Analyse der Verbrauchsdaten sowie einer handlungsleitenden Aufbereitung der Resultate.</p>		
Lernziele/Kompetenzen:		
<p>Lernziel der Veranstaltung ist es, entsprechende Analysemethoden zu beherrschen und auf praktisch relevante Aufgabenstellungen anwenden zu können. Mit diesen Grundlagen lassen sich schlussendlich wirkungsvolle Energiedienstleistungen entwickeln.</p>		
Sonstige Informationen:		
<p>Die Vorlesung "Data Analytics in der Energieinformatik" wird als videobasierte Online-Vorlesung im VC-Kurs durchgeführt. Sie umfasst Lehrvideos, weiterführende Literatur, Beispieldatensätze, Fallstudien und eine Diskussionsplattform, die den Studierenden während des Semesters online zur Verfügung stehen. Die Online-Vorlesung wird durch zwei Präsenzveranstaltungen unterstützt:</p> <ul style="list-style-type: none"> - 1. Präsenzveranstaltung: Einführungsveranstaltung (erste Vorlesungswoche). Hier wird der genaue Ablauf erläutert und Zugangsinformationen zu den Online-Ressourcen bekanntgegeben. - 2. Präsenzveranstaltung: Prüfungsvorbereitung (Termin wird in der ersten Vorlesungswoche bekannt gegeben). <p>Die Übung findet wöchentlich als Präsenzveranstaltung statt.</p>		
Zulassungsvoraussetzung für die Belegung des Moduls:		
keine		
Empfohlene Vorkenntnisse:		Besondere Bestehensvoraussetzungen:
<p>Grundlagen in Statistik. In den ersten zwei Übungen findet eine Wiederholung der für diese Veranstaltung relevanten Inhalte aus „Energieeffiziente Systeme“ statt, die es auch Studierenden ermöglicht, ohne themenspezifische Vorkenntnisse teilzunehmen.</p>		keine
Angebotshäufigkeit: WS, jährlich	Empfohlenes Fachsemester:	Minimale Dauer des Moduls:
		1 Semester
Lehrveranstaltungen		
1. Data Analytics in der Energieinformatik		2,00 SWS
Lehrformen: Vorlesung		
Dozenten: Prof. Dr. Thorsten Staake		
Sprache: Deutsch/Englisch		

<p>Angebotshäufigkeit: WS, jährlich</p> <p>Inhalte: Die videobasierte Online-Vorlesung ist in zwei Teile untergliedert. Teil 1 fasst Ansätze zur Erhebung von Verbrauchsdaten mittels Smart Metering für Strom, Wasser und Gas zusammen und wiederholt die für das Modul erforderlichen Grundlagen aus der deskriptiven Statistik. Teil 2 vertieft Verfahren zur statistischen Analyse von Zeitreihendaten. Hier werden insbesondere Methoden zur Ausreißerererkennung, Clusteranalyse, Klassifikation, Assoziationsanalyse und Regressionsanalyse vorgestellt. Sowohl Teil 1 als auch Teil 2 nutzen reale Daten sowie aktuelle Beispiele aus der Unternehmenspraxis zur Verdeutlichung der Konzepte. Die Lehrsprache wird in der ersten Lehrveranstaltung bekanntgegeben.</p> <p>Literatur: Sustainable energy – without the hot air; David JC McKay (ausgewählte Kapitel), verfügbar online unter: www.withouthotair.com</p>	
<p>2. Data Analytics in der Energieinformatik</p> <p>Lehrformen: Übung</p> <p>Sprache: Deutsch/Englisch</p> <p>Angebotshäufigkeit: WS, jährlich</p> <p>Inhalte: Anwendungen und Vertiefungen zu den Inhalten der Vorlesung. Es sind kleinere Aufgaben mit Hilfe der Statistik-Software R zu lösen. Hierzu findet zuvor eine Einführung in R statt. Die Lehrsprache wird in der ersten Lehrveranstaltung bekanntgegeben.</p>	2,00 SWS
<p>Prüfung schriftliche Prüfung (Klausur) / Prüfungsdauer: 90 Minuten</p> <p>Beschreibung: In der Klausur werden die in Vorlesung und Übung behandelten Inhalte geprüft. Es können 90 Punkte erzielt werden. Die Prüfungsdauer beträgt 90 Minuten. Durch die freiwillige Bearbeitung von semesterbegleitenden Studienleistungen können Teilnehmende 12 Punkte sammeln, die auf die Klausur anrechenbar sind, sofern die Klausur auch ohne Punkte aus Studienleistungen bestanden ist. Mögliche Studienleistungen sind schriftliche Hausarbeiten, Referate oder kleinere Software-Projekte. Zu Beginn der Lehrveranstaltung werden die Bearbeitungsdauer und die Punkte pro optionaler Studienleistung angegeben. Eine Bewertung von 1.0 kann auch ohne Punkte aus den Übungen erreicht werden. Die Prüfungssprache wird in der ersten Lehrveranstaltung bekanntgegeben.</p>	

Modul EESYS-ES-M Energieeffiziente Systeme <i>Energy Efficient Systems</i>		6 ECTS / 180 h
(seit WS17/18) Modulverantwortliche/r: Prof. Dr. Thorsten Staake		
Inhalte: Die Veranstaltung behandelt die Entwicklung sowie den Einsatz von Informationssystemen zur Steigerung der Energieeffizienz in der Industrie, im Transportwesen und in Haushalten. Hierzu werden Grundlagen aus den Bereichen Energietechnik und Energiewirtschaft vermittelt, und es wird anhand konkreter Anwendungen aufgezeigt, wie Methoden aus der (Wirtschafts-)Informatik zur Erreichung zentraler energiepolitischer Ziele beitragen können.		
Lernziele/Kompetenzen: Die Veranstaltung soll es den Kursteilnehmerinnen und -teilnehmern ermöglichen, wichtige Aktionsfelder in Unternehmen zu identifizieren, die erlernten Methoden der (Wirtschafts-)Informatik zur Steigerung der Energieeffizienz einzusetzen und die resultierenden Effekte zu bewerten.		
Zulassungsvoraussetzung für die Belegung des Moduls: keine		
Empfohlene Vorkenntnisse: keine		Besondere Bestehensvoraussetzungen: keine
Angebotshäufigkeit: SS, jährlich	Empfohlenes Fachsemester:	Minimale Dauer des Moduls: 1 Semester

Lehrveranstaltungen	
1. Energieeffiziente Systeme Lehrformen: Vorlesung Dozenten: Prof. Dr. Thorsten Staake Sprache: Deutsch/Englisch Angebotshäufigkeit: SS, jährlich <hr/> Inhalte: Inhalte der Vorlesung umfassen insbesondere: Physikalische Grundlagen der Energiewandlung; technische und wirtschaftliche Sachverhalte bei der Bereitstellung von Energie im Allgemeinen und Elektrizität im Besonderen; Energieübertragung und Energiespeicherung; Merkmale erneuerbarer Energieträger; Informations- und Kommunikationstechnik in Stromnetzen einschließlich Lastverschiebung / Demand Side Management; Energiehandel; Sicherheitsaspekte in Energienetzen; Elektromobilität; „Graue“ Energie; Emissions-Vermeidungskosten; Folgeabschätzungen (Effekte erster und höherer Ordnung wie Dematerialisierung und Rebound-Effekte); Hürden bei der Erreichung von Energieeffizienzzielen; ausgewählte Forschungsfragen. Die Lehrsprache wird in der ersten Lehrveranstaltung bekanntgegeben.	2,00 SWS
Literatur: Sustainable energy – without the hot air; David JC McKay (ausgewählte Kapitel), verfügbar online unter: www.withouthotair.com	

<p>2. Energieeffiziente Systeme Lehrformen: Übung Sprache: Deutsch/Englisch Angebotshäufigkeit: SS, jährlich</p>	<p>2,00 SWS</p>
<p>Inhalte: In der Übung erfolgt eine Anwendung und Vertiefung des in der Vorlesung behandelten Stoffes. Zudem werden in den Übungen die erforderlichen physikalischen und technischen Grundlagen zusammengefasst, um einen direkten Einstieg ohne fachspezifische Vorkenntnisse zu ermöglichen. Dazu behandelt die Übung insbesondere Grundbegriffe der Energietechnik (Energie, Leistung, Wirkungsgrade etc.) und der Elektrotechnik. Zudem erfolgt eine Weiterentwicklung der in der Vorlesung vorgestellten Fallstudien in Kleingruppen.</p>	
<p>Prüfung schriftliche Prüfung (Klausur) / Prüfungsdauer: 90 Minuten Beschreibung: In der Klausur werden die in Vorlesung und Übung behandelten Inhalte geprüft. Es können 90 Punkte erzielt werden. Die Prüfungsdauer beträgt 90 Minuten. Durch die freiwillige Bearbeitung von semesterbegleitenden Studienleistungen können Teilnehmende 12 Punkte sammeln, die auf die Klausur anrechenbar sind, sofern die Klausur auch ohne Punkte aus Studienleistungen bestanden ist. Mögliche Studienleistungen sind schriftliche Hausarbeiten, Referate oder kleinere Software-Projekte. Zu Beginn der Lehrveranstaltung werden die Bearbeitungsdauer und die Punkte pro optionaler Studienleistung angegeben. Eine Bewertung von 1.0 kann auch ohne Punkte aus den Übungen erreicht werden. Die Prüfungssprache wird in der ersten Lehrveranstaltung bekanntgegeben.</p>	

<p>Modul Gdl-CaS-M Theorie verteilter Systeme (Communication and Synchronisation) <i>Communication and Synchronisation</i></p>	<p>6 ECTS / 180 h</p>
<p>(seit WS17/18) Modulverantwortliche/r: Prof. Ph.D. Michael Mendler</p>	
<p>Inhalte: Die Veranstaltung beschäftigt sich mit der formalen Modellierung verteilter Systeme sowie den algorithmischen Grundlagen ihrer Programmierung. In verteilten Systemen, wie etwa netzbasierte Transaktionssysteme, Web-Dienste, mobile Agenten oder autonome Fertigungsroboter kommt es nicht nur auf korrektes und zuverlässiges funktionales Verhalten (Daten) an, sondern vor allem auch auf korrektes reaktives Verhalten (Synchronisation). Begriffe, wie deadlock, livelock, (un-)fairness, Fehlertoleranz, Authentikation, Kausalität, konsistente globale Daten und Zeitverwaltung, umschreiben einige der Probleme, die beim Einsatz verteilter Systeme zu behandeln sind. In der Veranstaltung werden geeignete Modelle zur Beschreibung asynchroner und reaktiver Systeme in offenen Kommunikationsumgebungen vorgestellt und darauf aufbauende algorithmische Verfahren zur Lösung der genannten Probleme diskutiert. Dabei wird eine systematische Klassifikation von Fragestellungen erarbeitet und Lösungsverfahren hinsichtlich ihrer Ressourcenanforderungen untersucht.</p>	
<p>Lernziele/Kompetenzen: Kenntnis wesentlicher Konzepte in der Spezifikation und algorithmischen Steuerung verteilter Systeme und den ihnen zugrunde liegenden Annahmen; Kenntnis algorithmischer Standardlösungen für zentrale Synchronisations- und Kommunikationsprobleme (verteilte Initialisierung, verteilte Einigung, Gegenseitiger Ausschluss, Selbststabilisierung, Fehlertoleranz, Kontrolle von Kausalität und Zeit); Fähigkeit, Standardverfahren an spezielle Aufgabenstellungen anzupassen sowie neue algorithmische Lösungen zu erarbeiten; Kenntnis verschiedener formaler Modellierungsansätze für verteilte Systeme, ihre Gemeinsamkeiten und Unterschiede nach Ausdruckskraft und Beschreibungskomplexität; Fähigkeit, die Adäquatheit, funktionale Korrektheit und Komplexität von konkreten Algorithmen und semantischen Modellierungen zu evaluieren; Einsicht in die Grenzen der algorithmischen Lösbarkeit von verteilten Aufgabenstellungen im Hinblick auf unteren und oberen Schranken von Ressourcenbedarf (Rechenzeit, Speicher, Kommunikationsaufwand), ihre gegenseitige Abhängigkeit (Problemreduktionen) sowie die Kenntnis grundsätzlicher Unmöglichkeitsergebnisse.</p>	
<p>Sonstige Informationen: Im SS 2018 wird das Modul wegen Forschungsfreisemester von Prof. Mendler nicht angeboten.</p> <p>Der Arbeitsaufwand für dieses Modul gliedert sich grob wie folgt:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Teilnahme an Vorlesung und Übung: 45 Stunden • Vor- und Nachbereitung der Vorlesung und Übungen (inkl. Recherche und Studium zusätzlicher Quellen): 90 Stunden • Bearbeiten der Übungsaufgaben (unbenotet und freiwillig): 15 Stunden • Prüfungsvorbereitung: 30 Stunden • mündliche Prüfung: 30 Minuten 	
<p>Zulassungsvoraussetzung für die Belegung des Moduls: keine</p>	
<p>Empfohlene Vorkenntnisse: grundlegende Programmierkenntnisse, Englischkenntnisse</p>	<p>Besondere Bestehensvoraussetzungen:</p>

Modul Einführung in Algorithmen, Programmierung und Software (DSG-EiAPS-B) - empfohlen Modul Grundlagen der Theoretischen Informatik (Gdl-GTI-B) - empfohlen Modul Mathematik für Informatiker 1 (Aussagen- und Prädikatenlogik) (Gdl-Mfl-1) - empfohlen		keine
Angebotshäufigkeit: SS, jährlich	Empfohlenes Fachsemester:	Minimale Dauer des Moduls: 1 Semester

Lehrveranstaltungen	
<p>Theorie Verteilter Systeme (Communication and Synchronisation) Lehrformen: Vorlesung und Übung Dozenten: Prof. Ph.D. Michael Mendler, N.N. Sprache: Englisch/Deutsch Angebotshäufigkeit: SS, jährlich</p> <hr/> <p>Inhalte: Vorlesungen und Übungen werden nach Bedarf im Wechsel durchgeführt. Die in der Veranstaltung behandelten Themengebiete können sich von Semester zu Semester ändern. Die Lehrsprache wird in der ersten Lehrveranstaltung bekanntgegeben.</p> <hr/> <p>Literatur:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Lynch, N.: Distributed Algorithms, Morgan and Kaufmann, 1996. • Attiya, H., Welch, J: Distributed Computing, McGraw-Hill, 1998. • Milner, R.: Communicating and Mobile Systems: the p-Calculus. Cambridge University Press, 1999. 	4,00 SWS
<p>Prüfung mündliche Prüfung / Prüfungsdauer: 30 Minuten Beschreibung: Prüfungstermin nach Vereinbarung unmittelbar nach Ende des Semesters oder zu Beginn des folgenden Semesters. Die Prüfungssprache wird in der ersten Lehrveranstaltung bekanntgegeben.</p>	

Modul Gdl-IFP Introduction to Functional Programming		6 ECTS / 180 h
<i>Introduction to Functional Programming</i>		
(seit WS17/18)		
Modulverantwortliche/r: Prof. Ph.D. Michael Mendler		
Inhalte:		
<p>Die Veranstaltung beschäftigt sich mit den Grundlagen der funktionalen Programmierung als bedeutende Alternative zu herkömmlichen prozeduralen Sprachen. Diese nichtprozeduralen Sprachen, welche dem deklarativen und rekursiven Programmierprinzip folgen, werden besonders für ihre hohe Programmiereffizienz und -Sicherheit geschätzt. Der systematische Aufbau einer funktionalen Programmiersprache wird schrittweise erläutert und anhand konkreter Aufgabenstellungen nachvollzogen. Ausführliche praktische Übungen mit der Programmiersprache Haskell ergänzen die theoretischen Inhalte. Besonderes Augenmerk wird auf die Einführung in polymorphe Typsysteme gelegt und ihre Anwendung in der Typprüfung und Typsynthese als automatisches Softwarevalidierungsverfahren. An Beispielen wird die deklarative Programmierung interaktiver Anwendungen nach dem synchronen Programmierprinzip (synchrone Kahn-Netzwerke) aufgezeigt.</p>		
Lernziele/Kompetenzen:		
<p>Fähigkeit zur Entwicklung algorithmischer Problemlösungen in der funktionalen Programmiersprache Haskell; Kenntnis wichtiger Strukturprinzipien der funktionalen Programmierung, wie referenzielle Transparenz, Rekursion, induktive und coinduktive algebraische Datentypen, Monaden; Fähigkeit diese Strukturkonzepte adäquat in der Programmierung konkreter Aufgabenstellungen einzusetzen; Kenntnis deklarativer Modelle interaktiver Software und die Fähigkeit, diese in Haskell zu implementieren; Kenntnis des typisierten Lambdakalküls und seiner elementaren mathematischen Eigenschaften; Einsicht in die Bedeutung des Lambdakalküls für die semantische Fundierung und Implementierung funktionaler Programmiersprachen.</p>		
Sonstige Informationen:		
<p>Der Arbeitsaufwand für dieses Modul gliedert sich grob wie folgt:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Teilnahme an Vorlesung und Übung: 45 Stunden • Vor- und Nachbereitung der Vorlesung und Übungen (inkl. Recherche und Studium zusätzlicher Quellen): 60 Stunden • Bearbeiten der Übungsaufgaben (unbenotet und freiwillig) und Teilnahme an Rechnerübungen: 45 Stunden • Prüfungsvorbereitung: 30 Stunden • schriftliche Prüfung: 90 Minuten 		
Zulassungsvoraussetzung für die Belegung des Moduls:		
keine		
Empfohlene Vorkenntnisse:		Besondere Bestehensvoraussetzungen:
<p>gundlegende Programmierkenntnisse, gute Englischkenntnisse</p> <p>Modul Einführung in Algorithmen, Programmierung und Software (DSG-EiAPS-B) - empfohlen</p> <p>Modul Mathematik für Informatiker 1 (Aussagen- und Prädikatenlogik) (Gdl-Mfl-1) - empfohlen</p>		keine
Angebotshäufigkeit: WS, jährlich	Empfohlenes Fachsemester:	Minimale Dauer des Moduls:

	1 Semester
Lehrveranstaltungen	
1. Introduction to Functional Programming Lehrformen: Vorlesung Dozenten: Prof. Ph.D. Michael Mendler Sprache: Englisch/Deutsch Angebotshäufigkeit: WS, jährlich	2,00 SWS
Inhalte: In der Vorlesung wird das Themengebiet der Veranstaltung durch Dozentenvortrag eingeführt und Anregungen zum weiterführenden Literaturstudium gegeben. Die Lehrsprache wird in der ersten Lehrveranstaltung bekanntgegeben.	
Literatur: <ul style="list-style-type: none"> • Pierce, B. C.: Types and Programming Languages, MIT Press, 2002 • Thompson, S.: Haskell – The Craft of Functional Programming, Addison-Wesley 1999. 	
2. Introduction to Functional Programming Lehrformen: Übung Dozenten: Prof. Ph.D. Michael Mendler Sprache: Englisch/Deutsch Angebotshäufigkeit: WS, jährlich	2,00 SWS
Inhalte: Die Übung vertieft die Konzepte und Konstruktionen aus der Vorlesung an konkreten Beispielen. Sie dient damit auch der Klausurvorbereitung. Die Lehrsprache wird in der ersten Lehrveranstaltung bekanntgegeben.	
Prüfung schriftliche Prüfung (Klausur) / Prüfungsdauer: 90 Minuten Beschreibung: Die Prüfungssprache ist Englisch.	

<p>Modul Gdl-IaS-M Informationssicherheit (Information and Security) <i>Information and Security</i></p>	<p>6 ECTS / 180 h</p>
<p>(seit WS17/18) Modulverantwortliche/r: Prof. Ph.D. Michael Mendler</p>	
<p>Inhalte: Moderne Informations- und Kommunikationssysteme, hochgradig vernetzt und über das Internet ("best-effort-no-guarantee" Prinzip) universell zugänglich, sind vielerlei Arten von Angriffen ausgesetzt. Kryptografische Methoden und Protokolle sind heute unabdingbar, um diesen Gefahren wirkungsvoll zu begegnen. Ausgefeilte Sicherheitsmechanismen basierend auf solchen Protokollen werden eingesetzt, um die Sicherheitsbedürfnisse der Nutzer (Handel, Banken, Verwaltungen, Kunden, Bürger) zu befriedigen, ohne die eine nachhaltige und produktive wirtschaftliche Nutzung moderner Kommunikationstechnologien nicht möglich ist. In der Vorlesung werden grundlegende mathematische und algorithmische Verfahren zur Erzielung wichtiger Sicherheitskriterien, wie Vertraulichkeit, Authentikation, Datenintegrität, Anonymität, Verifizierbarkeit, usw. besprochen. Der Schwerpunkt der Veranstaltung liegt auf der Kryptographie und den Grundprinzipien von Sicherheitsprotokollen, insbesondere hinsichtlich ihrer kryptographischen Korrektheit und algorithmischen Komplexität.</p>	
<p>Lernziele/Kompetenzen: Kenntnis der formalen und technischen Bedingungen für die Möglichkeit von Informationssicherheit im Spektrum zwischen perfekter informationstheoretischer Sicherheit einerseits und praktischer Sicherheit andererseits, insbesondere dem Prinzip der probabilistisch-polynomialen Widerstandsfähigkeit gegen algorithmische Angriffe; Kompetenter und kritischer Umgang mit Sicherheitsbegriffen wie Vertraulichkeit, Integrität, Authentizität, Anonymität; Einsicht in die logischen Abhängigkeiten unterschiedlicher Sicherheitseigenschaften und die Kenntnis technisch-organisatorischer Verfahren mit deren Hilfe diese auf Verschlüsselung und Zugriffskontrolle zurückgeführt werden können; Kenntnis der wichtigsten asymmetrischen und symmetrischen Verschlüsselungsverfahren, Verfahren zum kryptographischen Hashing und digitaler Signaturen, sowie ihre mathematischen Grundlagen.</p>	
<p>Sonstige Informationen: Das Modul wird im SS 2018 wegen Forschungsfreisemester von Prof. Mendler nicht angeboten.</p> <p>Der Arbeitsaufwand für dieses Modul gliedert sich grob wie folgt:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Teilnahme an Vorlesung und Übung: 45 Stunden • Vor- und Nachbereitung der Vorlesung und Übungen (inkl. Recherche und Studium zusätzlicher Quellen): 90 Stunden • Bearbeiten der Übungsaufgaben (unbenotet und freiwillig): 15 Stunden • Prüfungsvorbereitung: 30 Stunden • mündliche Prüfung: 30 Minuten 	
<p>Zulassungsvoraussetzung für die Belegung des Moduls: keine</p>	
<p>Empfohlene Vorkenntnisse: grundlegende Programmierkenntnisse, gute Mathematik- und Englischkenntnisse Modul Einführung in die Informatik (DSG-Eidl-B) - empfohlen</p>	<p>Besondere Bestehensvoraussetzungen: keine</p>

Modul Grundlagen der Theoretischen Informatik (Gdl-GTI-B) - empfohlen		
Modul Mathematik für Informatiker 1 (Aussagen- und Prädikatenlogik) (Gdl-Mfl-1) - empfohlen		
Angebotshäufigkeit: SS, jährlich	Empfohlenes Fachsemester:	Minimale Dauer des Moduls: 1 Semester

Lehrveranstaltungen	
<p>Informationssicherheit (Information and Security) Lehrformen: Vorlesung und Übung Dozenten: Prof. Ph.D. Michael Mendler Sprache: Englisch/Deutsch Angebotshäufigkeit: SS, jährlich</p> <hr/> <p>Inhalte: Vorlesungen und Übungen werden nach Bedarf im Wechsel durchgeführt. Die in der Veranstaltung behandelten Themengebiete können sich von Semester zu Semester ändern. Die Lehrsprache wird in der ersten Lehrveranstaltung bekanntgegeben.</p> <hr/> <p>Literatur:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Schneier, B.: Applied Cryptography. Wiley, 1996. • Delfs, H., Knebl, H.: Introduction to Cryptography – Principles and Applications. Springer, 2002. • Huth, M. R. A.: Secure Communicating Systems – Design, Analysis and Implementation. Cambridge University Press, 2001. • Buchmann, J.: Einführung in die Kryptographie. Springer, zweite Auflage 2001. • Eckert, C.: IT-Sicherheit: Konzepte, Verfahren, Protokolle. Oldenbourg Verlag, 2001. • F. L. Bauer: Entzifferte Geheimnisse. Springer, 2000. 	4,00 SWS
<p>Prüfung mündliche Prüfung / Prüfungsdauer: 30 Minuten</p> <p>Beschreibung: Prüfungstermin nach Vereinbarung unmittelbar nach Ende des Semesters oder zu Beginn des folgenden Semesters. Die Prüfungssprache wird in der ersten Lehrveranstaltung bekanntgegeben.</p>	

Modul Gdl-MTL Modal and Temporal Logic <i>Modal and Temporal Logic</i>		6 ECTS / 180 h
(seit WS17/18) Modulverantwortliche/r: Prof. Ph.D. Michael Mendler		
Inhalte: Nicht nur die Verifikation der funktionalen Korrektheit von Algorithmen und die funktionale Analyse verteilter und verlässlicher Systeme erfordert logisch-symbolische Verfahren. Auch viele Steuerungsprobleme in Anwendungsfeldern wie der Automatisierung von Wirtschaftsprozessen, intelligenten autonomen Agenten oder in Sicherheitsprotokollen lassen sich nur schwer mit herkömmlichen analytisch-numerischen Methoden behandeln. Dank der sich kontinuierlich verbessernden Leistungsfähigkeit moderner Rechner und der Erfolge im Gebiet der <i>Computational Logic</i> kommt der formalen Logik in der Informationstechnik wachsende Bedeutung zu. Die Vorlesung gibt einen Einblick in die Familie der Modallogiken als die wichtigsten informatikrelevanten Logiken, stellt zugehörige Implementierungstechniken und Entscheidungsverfahren vor und zeigt typische Anwendungen auf.		
Lernziele/Kompetenzen: Einsicht in die besondere Stellung der Modallogik zwischen Aussagenlogik und Prädikatenlogik und die Kenntnis ihrer ingenieurtechnischen Einsatzmöglichkeiten in Anwendungen, etwa der semantischen Informationsverarbeitung oder der Verifikation robuster und funktionssicherer reaktiver Systeme; Kenntnis der wichtigsten Modallogiken, ihrer Ausdruckskraft und Automatisierbarkeit, sowie die Fähigkeit für vorgegebene Anwendungen maßgeschneiderte Modallogiken selbst zu entwickeln; Fähigkeit, dynamische und reaktive Abläufe sowie komplexe verteilte Kommunikationsvorgänge in modaler und temporaler Logik zu spezifizieren und diese mit Hilfe geeigneter formaler Kalküle zu analysieren.		
Sonstige Informationen: Der Arbeitsaufwand für dieses Modul gliedert sich grob wie folgt: <ul style="list-style-type: none"> • Teilnahme an Vorlesung und Übung: 45 Stunden • Vor- und Nachbereitung der Vorlesung und Übungen (inkl. Recherche und Studium zusätzlicher Quellen): 90 Stunden • Bearbeiten der Übungsaufgaben (unbenotet und freiwillig): 15 Stunden • Prüfungsvorbereitung: 30 Stunden 		
Zulassungsvoraussetzung für die Belegung des Moduls: keine		
Empfohlene Vorkenntnisse: grundlegende Programmierkenntnisse, gute Englischkenntnisse Modul Einführung in Algorithmen, Programmierung und Software (DSG-EiAPS-B) - empfohlen Modul Mathematik für Informatiker 1 (Aussagen- und Prädikatenlogik) (Gdl-Mfl-1) - empfohlen		Besondere Bestehensvoraussetzungen: keine
Angebotshäufigkeit: WS, jährlich	Empfohlenes Fachsemester:	Minimale Dauer des Moduls: 1 Semester
Lehrveranstaltungen		
Modal and Temporal Logic Lehrformen: Vorlesung und Übung		4,00 SWS

<p>Dozenten: Prof. Ph.D. Michael Mendler Sprache: Englisch/Deutsch Angebotshäufigkeit: WS, jährlich</p> <hr/> <p>Inhalte: In der Vorlesung wird das Themengebiet der Veranstaltung durch Dozentenvortrag eingeführt und Anregungen zum weiterführenden Literaturstudium gegeben. Die Übung vertieft die Konzepte und Konstruktionen aus der Vorlesung an konkreten Beispielen. Sie dient damit auch der Klausurvorbereitung.</p> <hr/> <p>Literatur:</p> <ul style="list-style-type: none">• Fagin, R., Halpern, J. Y., Moses, Y., Vardi, M. Y.: Reasoning about Knowledge. MIT Press, (2nd printing) 1996.• Hughes, G. E., Cresswell, M. J.: A New Introduction to Modal Logic. Routledge, (3rd reprint) 2003.• Popkorn, S.: First Steps in Modal Logic. Cambridge University Press, 1994.• Berard, B., Bidoit, M., Finkel, A., Laroussinie, F., Petit, A., Petrucci, L., Schnoebelen, Ph., McKenzie, P.: Systems and Software Verification. Springer 1999.	
--	--

<p>Prüfung schriftliche Prüfung (Klausur) / Prüfungsdauer: 90 Minuten</p> <p>Beschreibung: Die Prüfungssprache wird in der ersten Sitzung bekannt gegeben.</p>	
--	--

Modul HCI-MCI-M Mensch-Computer-Interaktion <i>Human-Computer Interaction</i>		6 ECTS / 180 h
(seit WS17/18) Modulverantwortliche/r: Prof. Dr. Tom Gross		
Inhalte: Vertiefende theoretische, methodische und praktische Grundlagen der Mensch-Computer-Interaktion.		
Lernziele/Kompetenzen: Ziel ist die Vermittlung fundierter Kenntnisse und Fähigkeiten im Bereich der Mensch-Computer-Interaktion sowie eines breiten theoretischen und praktischen Methodenwissens zum Entwurf, zur Konzeption und zur Evaluierung interaktiver Systeme. Nach dem Besuch dieser Lehrveranstaltung sollen Studierende die einschlägige Literatur und Systeme in Breite und Tiefe kennen und neue Literatur und Systeme kritisch bewerten können.		
Sonstige Informationen: http://www.uni-bamberg.de/hci/leistungen/studium Der Arbeitsaufwand für dieses Modul gliedert sich grob wie folgt: <ul style="list-style-type: none"> • Teilnahme an Vorlesung und Übung: insgesamt 45 Stunden • Vor- und Nachbereitung der Vorlesung (inkl. Recherche und Studium zusätzlicher Quellen): ca. 30 Stunden • Vor- und Nachbereitung der Übung (inkl. Recherche und Studium zusätzlicher Quellen sowie Bearbeitung der optionalen Studienleistungen): ca. 75 Stunden • Prüfungsvorbereitung: ca. 30 Stunden (basierend auf dem bereits im obigen Sinne erarbeiteten Stoff) Der Unterricht erfolgt grundsätzlich in deutscher und bei Bedarf der Studierenden in englischer Sprache. Sämtliche Unterlagen (inkl. Prüfung) sind in englischer Sprache verfügbar.		
Zulassungsvoraussetzung für die Belegung des Moduls: keine		
Empfohlene Vorkenntnisse: Modul Algorithmen und Datenstrukturen (MI-AuD-B) Modul Einführung in Algorithmen, Programmierung und Software (DSG-EiAPS-B)		Besondere Bestehensvoraussetzungen: keine
Angebotshäufigkeit: SS, jährlich	Empfohlenes Fachsemester:	Minimale Dauer des Moduls: 1 Semester

Lehrveranstaltungen	
Mensch-Computer-Interaktion Lehrformen: Vorlesung Dozenten: Prof. Dr. Tom Gross Sprache: Deutsch/Englisch Angebotshäufigkeit: SS, jährlich	2,00 SWS
Inhalte: Im Rahmen der Vorlesung werden nach einer Einführung in das Thema die folgenden Themen konzeptionell, technisch und methodisch behandelt:	

<ul style="list-style-type: none"> • Mobile Mensch-Computer-Interaktion • Adaptivität und Adaptierbarkeit • Informationsvisualisierung • Tangible User Interaction • Usability Engineering • Gebrauchstauglichkeit und Ökonomie 	
<p>Literatur: Die Veranstaltung ist eine Zusammenstellung verschiedener Quellen; als ergänzende Quelle und zum Nachschlagen wird empfohlen:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Jacko, J.A. und Sears, A., (Hrsg.). Human-Computer Interaction Handbook: Fundamentals, Evolving Technologies, and Emerging Applications. Lawrence Erlbaum, Hillsdale, NJ, 2002. • Hammond, J., Gross, T. und Wesson, J., (Hrsg.). Usability: Gaining a Competitive Edge. Kluwer Academic Publishers, Dordrecht, 2002. 	
<p>Prüfung mündliche Prüfung / Prüfungsdauer: 30 Minuten</p> <p>Beschreibung: In Abhängigkeit von der Teilnehmerzahl wird die Modulprüfung entweder in Form einer Klausur oder in Form einer mündlichen Prüfung durchgeführt. Die Festlegung erfolgt zu Semesterbeginn und wird im ersten Lehrveranstaltungstermin bekannt gegeben.</p> <p>In der mündlichen Prüfung mit einer Prüfungsdauer von 30 Minuten können 90 Punkte erzielt werden.</p> <p>Es besteht die Möglichkeit, optionale Studienleistungen zu erbringen. Diese umfassen insgesamt 12 Punkte. Die Art der optionalen Studienleistungen sowie deren Bearbeitungsfrist werden zu Beginn der Lehrveranstaltung verbindlich bekannt gegeben. Ist die mündl. Prüfung bestanden (in der Regel sind hierzu 50 % der Punkte erforderlich), so werden die durch optionale Studienleistungen erreichten Punkte als Bonuspunkte angerechnet. Eine 1,0 ist in der mündl. Prüfung auf jeden Fall auch ohne Punkte aus der Bearbeitung optionaler Studienleistungen erreichbar.</p>	
<p>Lehrveranstaltungen</p>	
<p>Mensch-Computer-Interaktion Lehrformen: Übung Dozenten: Mitarbeiter Mensch-Computer-Interaktion Sprache: Deutsch/Englisch Angebotshäufigkeit: SS, jährlich</p> <hr/> <p>Inhalte: praktische Aufgaben zum Vorlesungsstoff</p> <hr/> <p>Literatur: siehe Vorlesung</p>	<p>2,00 SWS</p>
<p>Prüfung</p>	

schriftliche Prüfung (Klausur) / Prüfungsdauer: 90 Minuten

Beschreibung:

In Abhängigkeit von der Teilnehmerzahl wird die Modulprüfung entweder in Form einer Klausur **oder** in Form einer mündlichen Prüfung durchgeführt. Die Festlegung erfolgt zu Semesterbeginn und wird im ersten Lehrveranstaltungstermin bekannt gegeben.

In der Klausur über 90 min. können 90 Punkte erzielt werden.

Es besteht die Möglichkeit, optionale Studienleistungen zu erbringen. Diese umfassen insgesamt 12 Punkte. Die Art der optionalen Studienleistungen sowie deren Bearbeitungsfrist werden zu Beginn der Lehrveranstaltung verbindlich bekannt gegeben. Ist die Klausur bestanden (in der Regel sind hierzu 50 % der Punkte erforderlich), so werden die durch optionale Studienleistungen erreichten Punkte als Bonuspunkte angerechnet. Eine 1,0 ist in der Klausur auf jeden Fall auch ohne Punkte aus der Bearbeitung optionaler Studienleistungen erreichbar.

Modul HCI-US-B Ubiquitäre Systeme <i>Ubiquitous Systems</i>		6 ECTS / 180 h
(seit WS17/18) Modulverantwortliche/r: Prof. Dr. Tom Gross		
Inhalte: Theoretische, methodische und praktische Grundlagen des Ubiquitous Computing.		
Lernziele/Kompetenzen: Ziel ist die Vermittlung fundierter Kenntnisse und Fähigkeiten im Bereich der ubiquitären Systeme sowie eines breiten theoretischen und praktischen Methodenwissens zum Entwurf, zur Konzeption und zur Evaluierung ubiquitärer Systeme. Nach dem Besuch dieser Lehrveranstaltung sollen Studierende die einschlägige Literatur und Systeme in Breite und Tiefe kennen und neue Literatur und Systeme kritisch bewerten können.		
Sonstige Informationen: http://www.uni-bamberg.de/hci/leistungen/studium Der Arbeitsaufwand für dieses Modul gliedert sich grob wie folgt: <ul style="list-style-type: none"> • Teilnahme an Vorlesung und Übung: insgesamt 45 Stunden • Vor- und Nachbereitung der Vorlesung (inkl. Recherche und Studium zusätzlicher Quellen): ca. 30 Stunden • Vor- und Nachbereitung der Übung (inkl. Recherche und Studium zusätzlicher Quellen sowie Bearbeitung der optionalen Studienleistungen): ca. 75 Stunden • Prüfungsvorbereitung: ca. 30 Stunden (basierend auf dem bereits im obigen Sinne erarbeiteten Stoff) Der Unterricht erfolgt grundsätzlich in deutscher und bei Bedarf der Studierenden in englischer Sprache. Sämtliche Unterlagen (inkl. Prüfung) sind in englischer Sprache verfügbar.		
Zulassungsvoraussetzung für die Belegung des Moduls: keine		
Empfohlene Vorkenntnisse: Modul Algorithmen und Datenstrukturen (MI-AuD-B) Modul Einführung in Algorithmen, Programmierung und Software (DSG-EiAPS-B)		Besondere Bestehensvoraussetzungen: keine
Angebotshäufigkeit: WS, jährlich	Empfohlenes Fachsemester:	Minimale Dauer des Moduls: 1 Semester

Lehrveranstaltungen	
Ubiquitäre Systeme Lehrformen: Vorlesung Dozenten: Prof. Dr. Tom Gross Sprache: Deutsch/Englisch Angebotshäufigkeit: WS, jährlich	2,00 SWS
Inhalte: Im Rahmen der Vorlesung werden nach einer Einführung in das Thema Ubiquitous Computing - also der allgegenwärtigen Rechner, die verschwindend	

<p>klein, teilweise in Alltagsgegenständen eingebaut, als Client und Server fungieren und miteinander kommunizieren können - die folgenden Themen konzeptionell, technisch und methodisch behandelt:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Grundlegende Konzepte • Basistechnologie und Infrastrukturen • Ubiquitäre Systeme und Prototypen • Kontextadaptivität • Benutzerinteraktion • Ubiquitäre Systeme im größeren Kontext und verwandte Themen 	
<p>Literatur: Die Veranstaltung ist eine Zusammenstellung verschiedener Quellen; als ergänzende Quelle und zum Nachschlagen wird empfohlen:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Krumm, J., (Hrsg.). Ubiquitous Computing Fundamentals. Taylor & Francis Group, Boca Raton, FL, 2010. 	
<p>Prüfung mündliche Prüfung / Prüfungsdauer: 30 Minuten</p> <p>Beschreibung: In Abhängigkeit von der Teilnehmerzahl wird die Modulprüfung entweder in Form einer Klausur oder in Form einer mündlichen Prüfung durchgeführt. Die Festlegung erfolgt zu Semesterbeginn und wird im ersten Lehrveranstaltungstermin bekannt gegeben.</p> <p>In der mündlichen Prüfung mit einer Prüfungsdauer von 30 Minuten können 90 Punkte erzielt werden.</p> <p>Es besteht die Möglichkeit, optionale Studienleistungen zu erbringen. Diese umfassen insgesamt 12 Punkte. Die Art der optionalen Studienleistungen, die Punkte pro optionaler Studienleistung sowie deren Bearbeitungsfrist werden zu Beginn der Lehrveranstaltung verbindlich bekannt gegeben. Ist die mündl. Prüfung bestanden (in der Regel sind hierzu 50 % der Punkte erforderlich), so werden die durch optionale Studienleistungen erreichten Punkte als Bonuspunkte angerechnet. Eine 1,0 ist in der mündl. Prüfung auf jeden Fall auch ohne Punkte aus der Bearbeitung optionaler Studienleistungen erreichbar.</p>	
<p>Lehrveranstaltungen</p>	
<p>Ubiquitäre Systeme Lehrformen: Übung Dozenten: Mitarbeiter Mensch-Computer-Interaktion Sprache: Deutsch/Englisch Angebotshäufigkeit: WS, jährlich</p> <hr/> <p>Inhalte: praktische Aufgaben zum Vorlesungsstoff einschließlich der Programmierung kleiner Prototypen.</p> <hr/> <p>Literatur: siehe Vorlesung</p>	<p>2,00 SWS</p>

Prüfung

schriftliche Modulprüfung (Klausur) / Prüfungsdauer: 90 Minuten

Beschreibung:

In Abhängigkeit von der Teilnehmerzahl wird die Modulprüfung entweder in Form einer Klausur **oder** in Form einer mündlichen Prüfung durchgeführt. Die Festlegung erfolgt zu Semesterbeginn und wird im ersten Lehrveranstaltungstermin bekannt gegeben.

In der Klausur über 90 min. können 90 Punkte erzielt werden.

Es besteht die Möglichkeit, optionale Studienleistungen zu erbringen. Diese umfassen insgesamt 12 Punkte. Die Art der optionalen Studienleistungen, die Punkte pro optionaler Studienleistung sowie deren Bearbeitungsfrist werden zu Beginn der Lehrveranstaltung verbindlich bekannt gegeben. Ist die Klausur bestanden (in der Regel sind hierzu 50 % der Punkte erforderlich), so werden die durch optionale Studienleistungen erreichten Punkte als Bonuspunkte angerechnet. Eine 1,0 ist in der Klausur auf jeden Fall auch ohne Punkte aus der Bearbeitung optionaler Studienleistungen erreichbar.

Modul ISDL-SOA SOA-Governance and Evaluation <i>SOA-Governance and Evaluation</i>	3 ECTS / 90 h
(seit WS15/16) Modulverantwortliche/r: Dr. Jochen Malinowski	
<p>Inhalte:</p> <p>SOA and SOA Governance defined</p> <ul style="list-style-type: none"> • SOA Defined; Capabilities, Benefits and Costs • SOA Governance Defined; Capabilities and Risks of Ungoverned SOA • Possible roadmap for implementing SOA Governance <p>Analyze and Design a SOA</p> <ul style="list-style-type: none"> • Service taxonomy • SOA architectures and SOA data architecture within IT governance • Business Process Design • Service design and identification <p>Build and Test a SOA</p> <ul style="list-style-type: none"> • SOA development • SOA Testing Strategy and Techniques <p>Security and Auditing</p> <ul style="list-style-type: none"> • SOA specific challenges • Securing Web Services • Securing SOAs <p>Setting up SOA governance</p> <ul style="list-style-type: none"> • Organization Roles & Approaches • Metadata and Policy • Service Lifecycle Management • Service Versioning and Naming • SOA SLA Management and Billing • Evaluation of an effective SOA and SOA governance 	
<p>Lernziele/Kompetenzen:</p> <p>The module <i>SOA-Governance and Evaluation</i> deals with the design, implementation, and testing of SOAs, as well as with how to set up an effective SOA governance. The lecture combines theoretical information, real life examples from practice and several exercises to enhance the learning experience and leave the participants with an understanding what SOA and SOA governance means when put in practice.</p>	
<p>Sonstige Informationen:</p> <p>The effort for this module is divided into the following components:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Participation at the lecture: 22.5 hours • Preparation and further study of the lecture: 45 hours • Preparation of the examination: 22.5 hours (based on the other preparations of the topics as listed above) <p>The language of instruction in this course is English. The course materials (lecture slides and tutorial notes) are only available in English. The final exam is offered in both English and German (choice).</p>	

Zulassungsvoraussetzung für die Belegung des Moduls: keine		
Empfohlene Vorkenntnisse: keine		Besondere Bestehensvoraussetzungen: keine
Angebotshäufigkeit: WS, jährlich	Empfohlenes Fachsemester:	Minimale Dauer des Moduls: 1 Semester

Lehrveranstaltungen	
<p>SOA-Governance and Evaluation Lehrformen: Vorlesung und Übung Dozenten: Dr. Jochen Malinowski Sprache: Englisch Angebotshäufigkeit: WS, jährlich</p>	2,00 SWS
<p>Inhalte: Service-oriented architectures are seen by many people as the gateway to achieve improvements in IT solution development. However, SOA is more than just a new approach to how IT systems are linked together. It calls for a radically different approach to IT governance. Research shows that while many companies' IT organizations are well on the way to adopting service-oriented architecture (SOA) capabilities, many find their progress slowed by big questions about who now owns the business services - and who controls them. IT leaders are learning that if they are to achieve high performance with an SOA strategy and implementation, they must update and extend their IT governance structures so they provide guidance for the development and maintenance needs unique to SOA. SOA governance supports more efficient management of the overall SOA journey. Just as important, such governance supports better ways of funding, managing and operating the IT organization in support of SOA implementation.</p>	
<p>Literatur:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Fabini, M. 2007. Governance für komplexe SOA-Unternehmungen. Eine Vision für das Schweizer Gesundheitswesen, SOA-Expertenwissen. <i>Methoden, Konzepte und Praxis serviceorientierter Architekturen</i>, G. Starke, and S. Tilkov (eds.), Heidelberg: dpunkt.verlag, pp. 309-323. • Kalex, U. 2007. Von der Geschäftsarchitektur zur SOA-Governance, in <i>SOA-Expertenwissen. Methoden, Konzepte und Praxis serviceorientierter Architekturen</i>, G. Starke, and S. Tilkov (eds.), Heidelberg: dpunkt.verlag, pp. 325-340. • Keller, W. 2007. SOA-Governance. SOA langfristig durchsetzen und managen, in <i>SOA-Expertenwissen. Methoden, Konzepte und Praxis serviceorientierter Architekturen</i>, G. Starke, and S. Tilkov (eds.), Heidelberg: dpunkt.verlag, pp. 289-307. • Kohnke, O., Scheffler, T., and Hock, C. 2008. "SOA-Governance - an approach to management of service oriented architecture," <i>Wirtschaftsinformatik</i> (50:5), pp. 408–412. 	

<ul style="list-style-type: none">• Schelp, J., and Stutz, M. 2007. "SOA-Governance," HMD - Praxis der Wirtschaftsinformatik (253), pp. 66–73.	
<p>Prüfung schriftliche Prüfung (Klausur) / Prüfungsdauer: 90 Minuten</p> <p>Beschreibung: The examination examines the topics of the lecture. In total, 90 points can be achieved.</p>	

Modul KInf-SemInf-M Semantic Information Processing <i>Semantic Information Processing</i>		6 ECTS / 180 h 45 h Präsenzzeit 135 h Selbststudium
(seit WS17/18) Modulverantwortliche/r: Prof. Dr. Christoph Schlieder		
Inhalte: The module introduces students into the research field of semantic information processing. It consists of two parts, a lecture (Vorlesung) which covers the basic methods and lab sessions in which the methods are applied to problems (Übung). For more detail refer to the content description of the lecture.		
Lernziele/Kompetenzen: After completion of this module, students will be able to <ul style="list-style-type: none"> • explain and compare the fundamental concepts of semantic information processing • describe and analyze methods for problem solving by heuristic search • critically discuss different approaches to knowledge representation • select algorithms that are appropriate for a given type of application problem 		
Sonstige Informationen: The main language of instruction in this course is English. The lab sessions may be delivered in German if all participating students are fluent in German. The total workload of 180 hrs. is split approximately as follows: <ul style="list-style-type: none"> • 45 hrs. attending lecture and lab sessions • 30 hrs. preparing and reviewing the lectures • 30 hrs. preparing and reviewing the lab sessions • 45 hrs. working on the written assignment • 30 hrs. preparation for the exam 		
Zulassungsvoraussetzung für die Belegung des Moduls: keine		
Empfohlene Vorkenntnisse: Students are expected to come with general programming skills and to be familiar with formal methods in computer science.		Besondere Bestehensvoraussetzungen: keine
Angebotshäufigkeit: WS, jährlich	Empfohlenes Fachsemester:	Minimale Dauer des Moduls: 1 Semester
Lehrveranstaltungen		
1. Semantic Information Processing Lehrformen: Vorlesung Dozenten: Prof. Dr. Christoph Schlieder Sprache: Englisch/Deutsch Angebotshäufigkeit: WS, jährlich		2,00 SWS
Inhalte: Semantic information processing addresses problems in which software systems need to represent knowledge, not just data. Facts from different knowledge		

<p>sources are combined and integrated by machine reasoning processes. The services of the Semantic Web provide a prominent example for applications that make extensive use of knowledge representation and reasoning. The lecture introduces into the computational methods and tools for semantic information processing which have been developed by Artificial Intelligence research. Topics covered include problem solving by heuristic search, constraint solving, search strategies for games, representations for domain-specific knowledge, reasoning with formal ontologies, technologies of the Semantic Web, machine learning and knowledge discovery. The design of intelligent agents and agent systems is adopted as unifying perspective for presenting the material. Applications from different fields such as geographic information systems, digital libraries, and social computing illustrate how the methods from semantic information processing are used to build intelligent assistant systems.</p>	
<p>Literatur: Russell, S., Norvig, P. & Davis, E. (2010): Artificial Intelligence. A Modern Approach. 3rd. Upper Saddle River: Prentice Hall. Hitzler, P.; Krötzsch, M.; Rudolph, S. (2010): Foundations of Semantic Web technologies. CRC Press</p>	
<p>2. Semantic Information Processing Lehrformen: Übung Dozenten: Mitarbeiter Angewandte Informatik in den Kultur-, Geschichts- und Geowissenschaften Sprache: Englisch Angebotshäufigkeit: WS, jährlich</p> <p>Inhalte: The course applies the concepts and methods taught in the lecture by solving practical exercises. Most of the exercises can be completed with paper and pencil while some include programming in Java or working with software tools for semantic information processing. The solutions to the exercises are prepared as homework and presented by the students during the lab sessions.</p> <p>Literatur: see lecture</p>	<p>2,00 SWS</p>
<p>Prüfung schriftliche Prüfung (Klausur) / Prüfungsdauer: 90 Minuten Beschreibung: The written exam covers the material presented in the lecture and the lab sessions. The exam problems are stated in Englisch and German. Students may answer in either language.</p>	

Modul KTR-GIK-M Grundbausteine der Internet-Kommunikation <i>Foundations of Internet Communication</i>	6 ECTS / 180 h 45 h Präsenzzeit 135 h Selbststudium
(seit WS16/17) Modulverantwortliche/r: Prof. Dr. Udo Krieger	
Inhalte: Die Lehrveranstaltung vermittelt eine Einführung in die theoretischen Grundlagen wichtiger kommunikationstechnischer Problemstellungen zu den Themengebieten Grundlagen der Internet-Kommunikation, Verbindungssegmente und Routing in IP-Netzen, Transportprotokolle in IP-Netzen bzw. fortgeschrittener Module wie Echtzeit-Kommunikation und Sicherheit in IP-Netzen und die eigenständige praktische Umsetzung des erworbenen Wissens durch vorgegebene Laborübungen zur Internet-Kommunikation in Kleingruppen. Dabei werden weitere Hilfsmittel und Anleitungen sowie die Laborumgebung bereitgestellt. Zur Implementierung soll ein Rechnernetz im Labor konfiguriert und getestet werden. Die Betriebssystem-Grundausrüstung und erforderliche Software-Werkzeuge wie Wireshark und Atheris werden bereitgestellt. Grundlagen der Handhabung werden von den Studierenden im Projekt selbst erarbeitet.	
Lernziele/Kompetenzen: Wichtige Fertigkeiten zur Bewertung aktueller Kommunikationstechnologien sind nur durch die Vermittlung praktischer Fähigkeiten und Erfahrungen in teamorientierten Prozessen unter Zeit- und Zielvorgaben industrienah erlernbar. Die Studierenden werden in der Vorlesung Grundbausteine der Internet-Kommunikation und den begleitenden Laborübungen zu eigenverantwortlichem, team-orientierten Arbeiten angeleitet. Ziel ist der Erwerb praktischer Fertigkeiten auf dem Gebiet der IP-gestützten Datenkommunikation und die Fähigkeit, Lösungsvorschläge der modernen Internet-Kommunikation sicher beurteilen zu können. Die Lehrveranstaltung "Grundbausteine der Internet-Kommunikation" hat folgende Zielsetzungen: <ul style="list-style-type: none"> • Fortführung der Vorlesung Datenkommunikation des Bachelorprogrammes als Profilbildungsstudium auf Masterniveau • praktisches Erarbeiten der Grundlagen der Internet- und Multimedia-Kommunikation • Aufbau und Verkehrsanalyse von TCP/IP-basierten Rechnernetzen mit modernen Echtzeit- und Web-Anwendungen • Angebot einer Prüfungsalternative zur Lehrveranstaltung Multimedia-Kommunikation in Hochgeschwindigkeitsnetzen (KTR-MMK-M) oder Mobilkommunikation (KTR-Mobi-M) im Prüfungsfach Kommunikationssysteme und Rechnernetze • Ergänzung der Lehrangebote in Verteilten Systemen und Medieninformatik zur Bildung eines Studienschwerpunktes "Mobile verteilte Systeme" bzw. Next Generation Internet Die Lehrveranstaltung ist für Bachelorstudierende im Profilbildungsstudium zur Stärkung ihrer Arbeitsmarktchancen, für Masterstudierende sowie für Austauschstudenten/innen besonders empfehlenswert.	
Sonstige Informationen: Der Arbeitsaufwand gliedert sich grob wie folgt: <ul style="list-style-type: none"> • Teilnahme an Präsenzveranstaltungen (Vorlesung, Laborübungen, Laborbesprechungen): 45 Stunden • Vorbereitung, Ausführung und Nachbereitung von Vorlesungen und Laborübungen: 100 Stunden • Prüfungsvorbereitung: 35 Stunden 	

The module can be selected by exchange students and master students speaking only English.		
Zulassungsvoraussetzung für die Belegung des Moduls: keine		
Empfohlene Vorkenntnisse: <ul style="list-style-type: none"> • Datenkommunikation im Umfang KTR-Datkomm-B • Programmierkenntnisse in JAVA (oder C++) • der Erwerb von LINUX-Kenntnissen wird empfohlen, ist aber keine Voraussetzung <p>Modul Einführung in Algorithmen, Programmierung und Software (DSG-EiAPS-B) - empfohlen Modul Datenkommunikation (KTR-Datkomm-B) - empfohlen Modul Algorithmen und Datenstrukturen (MI-AuD-B) - empfohlen</p>		Besondere Bestehensvoraussetzungen: keine
Angebotshäufigkeit: SS, jährlich	Empfohlenes Fachsemester:	Minimale Dauer des Moduls: 1 Semester

Lehrveranstaltungen	
Grundbausteine der Internet-Kommunikation Lehrformen: Vorlesung und Übung Dozenten: Prof. Dr. Udo Krieger Sprache: Englisch/Deutsch Angebotshäufigkeit: SS, jährlich	4,00 SWS
Inhalte: Die Lehrveranstaltung vermittelt eine Einführung in die theoretischen Grundlagen wichtiger kommunikationstechnischer Problemstellungen zu den Themengebieten Grundlagen der Internet-Kommunikation, Verbindungssegmente und Routing in IP-Netzen, Transportprotokolle in IP-Netzen bzw. fortgeschrittener Module wie Echtzeit-Kommunikation und Sicherheit in IP-Netzen und die eigenständige praktische Umsetzung des erworbenen Wissens durch vorgegebene Laborübungen zur Internet-Kommunikation in Kleingruppen. Dabei werden weitere Hilfsmittel und Anleitungen sowie die Laborumgebung bereitgestellt. Zur Implementierung soll ein Rechnernetz im Labor konfiguriert und getestet werden. Die Betriebssystem-Grundausstattung und erforderliche Software-Werkzeuge wie Wireshark und Atheris werden bereitgestellt. Grundlagen der Handhabung werden von den Studierenden im Projekt selbst erarbeitet. Die Organisation der Arbeiten erfolgt in einem industrienahen Projektrahmen aus Definitions-, Vorbereitungs-, Implementierungs- und Präsentationsphasen. Dabei soll, wie in realen Projekten üblich, eine inkrementelle Vorgehensweise durchgeführt werden, d.h: <ul style="list-style-type: none"> • Unterteilung der Arbeiten in Arbeitspakete (laboratories/work packages), • ihre Untergliederung in Aufgaben (tasks) und Teilaufgaben (subtasks) mit Meilensteinen • und der Darlegung von Zwischenergebnissen bzw. • einem Abschlussbericht mit Abschlusspräsentation 	

Weitere Laboraufgaben zu aktuellen Forschungsfragen im "Future Generation Internet" werden bei Bedarf in die Lehrveranstaltung integriert. Details werden in der Vorlesung angekündigt.

Eine aktuelle Liste der bearbeiteten Themen der Lehrveranstaltung wird in der Vorlesung bereitgestellt.

Die Bekanntgabe der Lehrsprache erfolgt in der ersten Sitzung der Lehrveranstaltung.

Literatur:

Grundlagen:

- J. Liebeherr, M. Elzarki: Mastering Networks, An Internet Lab Manual, Pearson Education, Boston, 2004.

weitere Literatur zu einzelnen Arbeitspaketen:

- Kurose, J., Ross, K.W.: Computernetzwerke – ein Top-Down-Ansatz mit Schwerpunkt Internet, Pearson Studium, München, 2014 .
- Tanenbaum, A. S.: Computernetzwerke, Pearson Studium, München, 6. Aufl., 2013.
- Sikora, A.: Technische Grundlagen der Rechnerkommunikation, Fachbuchverlag Leipzig, 2003.
- Leon-Garcia, A., Widjaja, I.: Communication Networks, McGraw-Hill, Boston, 2nd ed. 2004.
- Badach, A.: Voice over IP - Die Technik, Carl Hanser Verlag, München, 2. Aufl., 2005.
- Flaig, G., u.a.: Internet-Telefonie, Open source Press, München, 2006.

Eine aktualisierte Liste wird in der Vorlesung bereitgestellt.

Prüfung

Hausarbeit mit Kolloquium / Prüfungsdauer: 30 Minuten

Bearbeitungsfrist: 4 Monate

Beschreibung:

Die Bewertung der Prüfungsleistung erfolgt nach Abschluss der Lehrveranstaltung auf folgender Grundlage:

- Auswertung der von einem Studierenden individuell bearbeiteten Teilaufgaben, die aufgrund einer Kennzeichnung der Urheberschaft im gemeinsam erstellten schriftlichen Projektbericht im Rahmen einer Gruppenarbeit dokumentiert werden
- Vorführung und Erläuterungen der Zusammenhänge einzelner Aufgaben und Ergebnisse im Rahmen einer individuellen Kolloquiumsprüfung im Umfang von 30 Minuten

Die Bewertungsregeln dieser einzelnen Komponenten werden in der ersten Sitzung der Lehrveranstaltung bekanntgegeben. Die individuelle Gesamtleistung muss mit der Note "ausreichend" bewertet werden, um die Prüfung zu bestehen.

Die Bekanntgabe der Prüfungssprache erfolgt in der ersten Sitzung der Lehrveranstaltung.

<p>Modul KTR-MAKV-M Modellierung und Analyse von Kommunikationsnetzen und Verteilten Systemen <i>Modeling and Analysis of Communication Networks and Distributed Systems</i></p>	<p>6 ECTS / 180 h 45 h Präsenzzeit 135 h Selbststudium</p>
<p>(seit WS17/18) Modulverantwortliche/r: Prof. Dr. Udo Krieger</p>	
<p>Inhalte: Gegenstand der Lehrveranstaltung ist die Analyse und Leistungsbewertung komplexer verteilter Systeme, z.B. von Telekommunikationssystemen und Rechnernetzen bzw. komplexen Netzen und Cloud Computing Systemen, die als Ergebnis eines abstrakten systemtheoretischen Modelles und seiner relevanten Modellparameter durchgeführt wird. Diese Modelle dienen der Systemanalyse und Vorhersage von Leistungsmerkmalen, z.B. von Nutzungsgrad, Durchsatz, Warte-, Antwortzeiten von Nachfrage-, Personen- oder Datenflüssen in verteilten technischen Systemen oder sozialen Netzen. Solche Vorhersagen sind z.B. in wirtschaftlichen und technischen Entscheidungsprozessen der System- und Netzgestaltung eines Future Generation Internet und seiner verteilten Dienste von großer strategischer Bedeutung.</p> <p>Die Lehrveranstaltung beschäftigt sich mit der Modellierung verteilter Systeme und stellt entsprechende Beschreibungsmethoden wie Lastmodelle und Systemmodelle vor. Zur systemtheoretischen Beschreibung und Analyse dieser Modelle und ihrer Betriebsmittelverwaltungs- und -verteilungsprozesse werden anschließend elementare Methoden und Verfahren der Systemtheorie, z.B. Markov-Ketten und algebraische sowie numerischen Lösungsverfahren, bereitgestellt.</p>	
<p>Lernziele/Kompetenzen: Das Hauptziel der Veranstaltung besteht in der Vermittlung von Grundkenntnissen zur Messung, Analyse und Leistungsbewertung von Rechnernetzen, modernen Kommunikationssystemen und anderen verteilten Systemen mit Hilfe systemtheoretischer Messungs-, Modellierungs- und Analysemethoden.</p> <p>Die Anwendung der vorgestellten Modelle und Methoden wird anhand von Übungsaufgaben realitätsnaher Systemausschnitte veranschaulicht. Die Studierenden sollen befähigt werden, bekannte Verfahren auf neue Sachverhalte anzuwenden.</p>	
<p>Sonstige Informationen: Der Arbeitsaufwand gliedert sich grob wie folgt:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Teilnahme an Präsenzveranstaltungen (Vorlesung, Übung, Laborbesprechungen): 45 Stunden • Vor- und Nachbereitung von Vorlesungen und Übungen: 100 Stunden • Prüfungsvorbereitung: 35 Stunden 	
<p>Zulassungsvoraussetzung für die Belegung des Moduls: keine</p>	
<p>Empfohlene Vorkenntnisse: Die vermittelten Kenntnisse aus den Modulen</p> <ul style="list-style-type: none"> • Mathematik für Informatiker 1 (Aussagen- und Prädikatenlogik) (GDI-Mfi-1) • Mathematik für Informatik 2 (Lineare Algebra) (KTR-Mfi-2) • Methoden der Statistik I und II (Stat-B-01, Stat-B-02) <p>werden dringend empfohlen.</p>	<p>Besondere Bestehensvoraussetzungen: keine</p>

Modul Methoden der Statistik I (_Stat I) - empfohlen Modul Mathematik für Informatiker 1 (Aussagen- und Prädikatenlogik) (Gdl-Mfl-1) - empfohlen Modul Mathematik für Informatik 2 (Lineare Algebra) (KTR-Mfl-2) - empfohlen		
Angebotshäufigkeit: SS, jährlich	Empfohlenes Fachsemester:	Minimale Dauer des Moduls: 1 Semester

Lehrveranstaltungen	
<p>Modellierung und Analyse von Kommunikationsnetzen und Verteilten Systemen</p> <p>Lehrformen: Vorlesung und Übung</p> <p>Dozenten: Prof. Dr. Udo Krieger</p> <p>Sprache: Englisch/Deutsch</p> <p>Angebotshäufigkeit: SS, jährlich</p> <hr/> <p>Inhalte:</p> <p>Gegenstand der Lehrveranstaltung ist die Analyse und Leistungsbewertung komplexer verteilter Systeme, z.B. von Telekommunikationssystemen und Rechnernetzen bzw. komplexen Netzen und Cloud-Computing Systemen, die als Ergebnis eines abstrakten systemtheoretischen Modelles und seiner relevanten Modellparameter durchgeführt wird. Diese Modelle dienen der Systemanalyse und Vorhersage von Leistungsmerkmalen, z.B. von Nutzungsgrad, Durchsatz, Warte-, Antwortzeiten von Nachfrage-, Personen- oder Datenflüssen in verteilten technischen Systemen oder sozialen Netzen. Solche Vorhersagen sind z.B. in wirtschaftlichen und technischen Entscheidungsprozessen der System- und Netzgestaltung eines Future Generation Internet und seiner verteilten Dienste von großer strategischer Bedeutung.</p> <p>Die Lehrveranstaltung beschäftigt sich mit der Modellierung verteilter Systeme und stellt entsprechende Beschreibungsmethoden wie Lastmodelle und Systemmodelle vor. Zur systemtheoretischen Beschreibung und Analyse dieser Modelle und ihrer Betriebsmittelverwaltungs- und -verteilungsprozesse werden anschließend elementare Methoden und Verfahren der Systemtheorie, z.B. Markov-Ketten und algebraische bzw. numerische Lösungsverfahren, bereitgestellt.</p> <p>Die Anwendung der vorgestellten Modelle und Methoden anhand realitätsnaher Systemausschnitte in den Übungen dient dem Erwerben der im heutigen industriellen Umfeld erforderlichen Kenntnisse und Fähigkeiten zur effizienten Systemanalyse, Systemmessung und Systembewertung.</p> <p>Die Bekanntgabe der Lehrsprache erfolgt in der ersten Sitzung der Lehrveranstaltung.</p> <hr/> <p>Literatur:</p> <ul style="list-style-type: none"> • G. Bolch, S. Greiner, H. de Meer, K. S. Trivedi: Queueing Networks and Markov Chains. Wiley, 2nd ed., 2006. • R. Nelson: Probability, Stochastic Processes, and Queueing Theory. Springer, 1995. 	4,00 SWS

Weitere Literatur wird in der Vorlesung benannt.	
Prüfung mündliche Prüfung / Prüfungsdauer: 30 Minuten Beschreibung: Die Inhalte der Vorlesung und Übung werden in Form einer mündlichen Prüfung geprüft. Die Bekanntgabe der Prüfungssprache erfolgt in der ersten Sitzung der Lehrveranstaltung.	

Modul KTR-MMK-M Multimedia-Kommunikation in Hochgeschwindigkeitsnetzen <i>Multimedia Communication in High Speed Networks</i>	6 ECTS / 180 h 45 h Präsenzzeit 135 h Selbststudium
(seit WS17/18) Modulverantwortliche/r: Prof. Dr. Udo Krieger	
<p>Inhalte:</p> <p>Ausgehend von den Grundlagen der Datenkommunikation werden in dieser weiterführenden Lehrveranstaltung des Masterprogrammes die Netzwerkarchitektur, der vermittlungstechnische Entwurf, die Protokollstrukturen, die Dienstgütearchitekturen und das Verkehrsmanagement moderner Hochgeschwindigkeitsnetze für neueste Echtzeit- und Multimedia-Anwendungen besprochen. Die zur Abwicklung derartiger Kommunikationsbeziehungen mit ihrer Zusicherung von Dienstgüte-Merkmalen erforderlichen neuen Übermittlungsarchitekturen sowie die Erweiterungen des TCP/IP-Protokollstapels werden in der Veranstaltung vorgestellt.</p> <p>Im Mittelpunkt stehen neben leistungsfähigen Anschlussstechnologien auf leitungsgebundenen Medien, Transport- und Dienstgüte-Architekturen im Kernnetz, wie Intserv, Diffserv sowie MPLS und GMPLS. Außerdem werden die Fortentwicklung des IPv4 durch IPv6 sowie die Steuerungsalgorithmen von TCP, Multipath-TCP und SCTP vorgestellt. Ferner werden die schnelle Paketvermittlung in IP-Netzen mit Dienstgüte-Unterstützung und der Einsatz bekannter Betriebsmittel- und Verkehrsmanagement-Verfahren, z.B. Speicherverwaltungsalgorithmen wie RED, RIO und Schedulingalgorithmen wie WFQ, angesprochen. Darüber hinaus erfolgt eine Darlegung der Grundprinzipien Software-definierter Netze mit der Virtualisierung von Netzfunktionen. Außerdem werden die Grundlagen Informationszentrierter Netze erläutert.</p> <p>Darüber hinaus werden typische Anwendungen des Multimedia-Internet der 3. und 4. Generation wie Webanwendungen auf Basis von HTML5 und HTTP 2.0, WebRTC, Voice-over-IP und Medien-Streaming skizziert.</p> <p>Die Vertiefung durch die Lehrveranstaltung Grundbausteine der Internet-Kommunikation mit ihren praktischen Übungen sowie die Fortführung durch Hauptseminare und Masterarbeiten ist möglich und eine wichtige Zielsetzung dieser Lehrveranstaltung.</p> <p>Die Lehrveranstaltung eignet sich zur Kombination mit entsprechenden Lehrveranstaltungen zur Architektur verteilter Systeme und Middleware von Prof. Wirtz und entsprechender Module der Medieninformatik von Prof. Henrich, z.B. Information Retrieval I/II bzw. Multimedia-Technik oder Web-Engineering, zur Gestaltung eines entsprechenden Studienschwerpunktes in Wirtschaftsinformatik, Software Systems Science oder Angewandter Informatik.</p>	
<p>Lernziele/Kompetenzen:</p> <p>Die Studierenden sollen zu eigenständigem Arbeiten befähigt werden. Es werden Grundkenntnisse der Multimediakommunikation in Hochgeschwindigkeitsnetzen und die systematische Analyse der verwendeten Algorithmen mit Hilfe eines interaktiven Übungskonzeptes vermittelt. Die Studierenden lernen, gegebene Implementierungen der vorgestellten Kommunikationsverfahren zu analysieren und durch Messungen mit Wireshark und anderen Werkzeugen ihr Leistungsverhalten zu überprüfen. Die Bearbeitung von Aufgaben im Team ist Bestandteil der Ausbildung.</p>	
<p>Sonstige Informationen:</p> <p>Der Arbeitsaufwand gliedert sich grob wie folgt:</p>	

<ul style="list-style-type: none"> • Teilnahme an Präsenzveranstaltungen (Vorlesung, Übung, Laborbesprechungen): 45 Stunden • Vor- und Nachbereitung von Vorlesungen und Übungen: 100 Stunden • Prüfungsvorbereitung: 35 Stunden 		
<p>The module can be selected by exchange students and master students speaking only English.</p>		
<p>Zulassungsvoraussetzung für die Belegung des Moduls: keine</p>		
<p>Empfohlene Vorkenntnisse:</p> <ul style="list-style-type: none"> • erfolgreiche Teilnahme an der Lehrveranstaltung Datenkommunikation (im Umfang von KTR-Datkomm-B) bzw. Kenntnis der spezifizierten Inhalten • gute Kenntnisse in JAVA (oder C++) <p>Modul Fortgeschrittene Java-Programmierung (DSG-AJP-B) - empfohlen Modul Datenkommunikation (KTR-Datkomm-B) - empfohlen</p>		<p>Besondere Bestehensvoraussetzungen: keine</p>
<p>Angebotshäufigkeit: SS, jährlich</p>	<p>Empfohlenes Fachsemester:</p>	<p>Minimale Dauer des Moduls: 1 Semester</p>

<p>Lehrveranstaltungen</p>	
<p>Multimedia-Kommunikation in Hochgeschwindigkeitsnetzen Lehrformen: Vorlesung und Übung Dozenten: Prof. Dr. Udo Krieger Sprache: Englisch/Deutsch Angebotshäufigkeit: SS, jährlich</p>	<p>4,00 SWS</p>
<p>Inhalte: Ausgehend von den Grundlagen der Datenkommunikation werden in dieser weiterführenden Lehrveranstaltung des Masterprogrammes die Netzwerkarchitektur, der vermittlungstechnische Entwurf, die Protokollstrukturen, die Dienstgüearchitekturen und das Verkehrsmanagement moderner Hochgeschwindigkeitsnetze für neueste Echtzeit- und Multimedia-Anwendungen besprochen. Die zur Abwicklung derartiger Kommunikationsbeziehungen mit ihrer Zusicherung von Dienstgüte-Merkmalen erforderlichen neuen Übermittlungsarchitekturen sowie die Erweiterungen des TCP/IP-Protokollstapels werden in der Veranstaltung vorgestellt. Im Mittelpunkt stehen neben leistungsfähigen Anschlusstechnologien auf leitungsgebundenen Medien, neue Transport- und Dienstgüearchitekturen im Kernnetz, wie Intserv, Diffserv sowie MPLS und GMPLS. Außerdem werden die Fortentwicklung des IPv4 durch IPv6 sowie die Algorithmen von TCP, Multipath-TCP und SCTP vorgestellt. Ferner werden die schnelle Paketvermittlung in IP-Netzen mit Dienstgüteunterstützung und der Einsatz neuer Betriebsmittel- und Verkehrsmanagementverfahren, z.B. Speicherverwaltungsalgorithmen wie RED, RIO und Schedulingalgorithmen wie WFQ, angesprochen. Ferner werden neueste Architekturansätze für Next Generation Networks (NGN), wie z.B. Software-Definierte Netze und Informationszentrierte Netze, diskutiert.</p>	

<p>Darüber hinaus werden typische Anwendungen des Multimedia-Internet der 3. und 4. Generation wie Webanwendungen auf Basis von HTML5 und HTTP 2.0, WebRTC, Voice-over-IP und Medien-Streaming skizziert.</p> <p>Die Vertiefung durch die Lehrveranstaltung Grundbausteine der Internet-Kommunikation mit ihren praktischen Übungen sowie die Fortführung durch Hauptseminare und Masterarbeiten ist möglich und eine wichtige Zielsetzung dieser Lehrveranstaltung.</p> <p>Die Bekanntgabe der Lehrsprache erfolgt in der ersten Sitzung der Lehrveranstaltung.</p>	
<p>Literatur:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Kurose, J., Ross, K.W.: Computernetzwerke – ein Top-Down-Ansatz mit Schwerpunkt Internet, Pearson Studium, München, 2013. • Kurose, J.F., Ross, K.W.: Computer Networking, A Top-Down Approach Featuring the Internet, Pearson Addison-Wesley, 7th ed., 2017. • Leon-Garcia, A., Widjaja, I.: Communication Networks, McGraw-Hill, Boston, 2nd ed. 2004. • Comer, D.: Computernetzwerke und Internets, Pearson Studium, München, 2001. <p>Weitere Literatur wird in der Vorlesung benannt.</p>	
<p>Prüfung mündliche Prüfung / Prüfungsdauer: 30 Minuten</p> <p>Beschreibung: Bestehen einer mündlichen Prüfung über die Inhalte der Vorlesung und Übung.</p> <p>Die Bekanntgabe der Prüfungssprache erfolgt in der ersten Sitzung der Lehrveranstaltung.</p>	

Modul KTR-Mobi-M Mobilkommunikation <i>Mobile Communication</i>	6 ECTS / 180 h 45 h Präsenzzeit 135 h Selbststudium
(seit WS17/18) Modulverantwortliche/r: Prof. Dr. Udo Krieger	
<p>Inhalte:</p> <p>Die Lehrveranstaltung stellt die grundlegenden Techniken der Mobilkommunikation vor. Es werden relevante Standards, Systemarchitekturen und Realisierungen sowie aktuelle Forschungs- und Entwicklungstrends diskutiert.</p> <p>Aufgrund des großen Umfangs des Themengebiets kann die Lehrveranstaltung nur exemplarisch die wichtigsten Aspekte jener drahtlosen mobilen Kommunikationssysteme darlegen, welche derzeit den stärksten Wachstumsmarkt darstellen und in heute alle Gesellschaftsbereiche durchdringen. In der Veranstaltung stehen die Systemaspekte der Netz- und Dienstarchitekturen mobiler Kommunikationssysteme im Vordergrund.</p> <p>Im Detail werden folgende Themen behandelt:</p> <ul style="list-style-type: none"> • technische Grundlagen der drahtlosen Übertragung • Medienzugriffsverfahren • Betriebsmittelzuteilung in Mobilkommunikationsnetzen (Betriebsmittelzuteilungsstrategien auf der Funkebene, Verbindungsübergabe, Fehlersicherungsprotokolle, Schedulingverfahren u.a.) • Mobilitätsunterstützung auf der Vermittlungsschicht durch Mobile IP • Transportprotokolle und ihre Erweiterungen • drahtlose LANs und ihre Erweiterungen (IEEE802.11 Standards, WiMAX u.a.) • drahtlose Weitverkehrsnetze mit TDMA-Technologie (GSM Grundlagen und Protokolle, GPRS) • Datenkommunikation in drahtlosen Weitverkehrsnetzen (UMTS, HSPA, LTE, LTE-A u.a.) • Dienstarchitekturen für Mobilfunknetze 	
<p>Lernziele/Kompetenzen:</p> <p>Die Studierenden sollen zu eigenständigem Arbeiten befähigt werden. Es werden Grundkenntnisse der Mobilkommunikation und die systematische Analyse der verwendeten Algorithmen mit Hilfe eines interaktiven Übungskonzeptes vermittelt. Die Studierenden lernen, gegebene Implementierungen der vorgestellten Kommunikationsverfahren zu analysieren und durch Messungen mit Wireshark und anderen Werkzeugen ihr Leistungsverhalten zu überprüfen. Die Bearbeitung von Aufgaben im Team ist Bestandteil der Ausbildung.</p>	
<p>Sonstige Informationen:</p> <p>Der Arbeitsaufwand gliedert sich grob wie folgt:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Teilnahme an Präsenzveranstaltungen (Vorlesung, Übung, Laborbesprechungen): 45 Stunden • Vor- und Nachbereitung von Vorlesungen und Übungen: 100 Stunden • Prüfungsvorbereitung: 35 Stunden <p>The module can be selected by exchange students and master students speaking only English.</p>	
<p>Zulassungsvoraussetzung für die Belegung des Moduls:</p> <p>keine</p>	

Empfohlene Vorkenntnisse: Solide Kenntnisse der Lehrveranstaltung Datenkommunikation (im Umfang von KTR-Datkomm-B oder einer Lehrveranstaltung mit vergleichbaren Inhalten) sowie gute Programmierkenntnisse in JAVA (und/oder C++) sollten dringend vorhanden sein. Modul Fortgeschrittene Java-Programmierung (DSG-AJP-B) - empfohlen Modul Datenkommunikation (KTR-Datkomm-B) - empfohlen Modul Algorithmen und Datenstrukturen (MI-AuD-B) - empfohlen		Besondere Bestehensvoraussetzungen: keine
Angebotshäufigkeit: WS, jährlich	Empfohlenes Fachsemester:	Minimale Dauer des Moduls: 1 Semester

Lehrveranstaltungen	
Mobilkommunikation Lehrformen: Vorlesung und Übung Dozenten: Prof. Dr. Udo Krieger Sprache: Englisch/Deutsch Angebotshäufigkeit: WS, jährlich	4,00 SWS
Inhalte: Die Lehrveranstaltung stellt die grundlegenden Techniken der Mobilkommunikation vor. Es werden relevante Standards, Systemarchitekturen und Realisierungen sowie aktuelle Forschungs- und Entwicklungstrends diskutiert. Aufgrund des großen Umfanges des Themengebietes kann die Lehrveranstaltung nur exemplarisch die wichtigsten Aspekte jener drahtlosen mobilen Kommunikationssysteme darlegen, welche derzeit den stärksten Wachstumsmarkt darstellen und in heute alle Gesellschaftsbereiche durchdringen. In der Veranstaltung stehen die Systemaspekte der Netz- und Dienstarchitekturen mobiler Kommunikationssysteme im Vordergrund. Im Detail werden folgende Themen behandelt: <ul style="list-style-type: none"> • technische Grundlagen der drahtlosen Übertragung • Medienzugriffsverfahren • Betriebsmittelzuteilung in Mobilkommunikationsnetzen (Betriebsmittelzuteilungsstrategien auf der Funkebene, Verbindungsübergabe, Fehlersicherungsprotokolle, Schedulingverfahren u.a.) • Mobilitätsunterstützung auf der Vermittlungsschicht durch Mobile IP • Transportprotokolle und ihre Erweiterungen • drahtlose LANs und ihre Erweiterungen (IEEE802.11 Standards, WiMAX u.a.) • drahtlose Weitverkehrsnetze mit TDMA-Technologie (GSM Grundlagen und Protokolle, GPRS) • Datenkommunikation in drahtlosen Weitverkehrsnetzen (UMTS, LTE u.a.) 	

<p>Die Inhalte der Vorlesung werden in den Übungen durch das eigenständige Bearbeiten von Aufgaben und das Vorstellen und Diskutieren der Lösungen im Gruppenrahmen sowie durch Laboraufgaben vertieft und weitergeführt. Die Bekanntgabe der Lehrsprache erfolgt in der ersten Sitzung der Lehrveranstaltung.</p>	
<p>Literatur:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Schiller, J.: Mobilkommunikation. Pearson-Education/Addison-Wesley, München, 2003. • Walke, B.: Mobilfunknetze und ihre Protokolle Bd. 1 & 2. B.G. Teubner, 3. Aufl. 2001. • Pahlavan, K., Krishnamurthy, P.: Principles of Wireless Networks, A Unified Approach. Prentice Hall, 2002. • Pahlavan, K., Krishnamurthy, P.: Networking Fundamentals: Wide, Local and Personal Area Communications, Wiley, 2009. • Walke, B. u.a.: UMTS - Ein Kurs, Schlembach, 2002. • Holma, H., Toskala, A.: LTE for UMTS, Evolution to LTE-Advanced, 2. ed, Wiley, 2011. <p>Weitere Literatur wird in der Vorlesung benannt.</p>	
<p>Prüfung mündliche Prüfung / Prüfungsdauer: 30 Minuten</p> <p>Beschreibung: Die Prüfung der Inhalte der Vorlesung und Übung erfolgt in Form einer mündlichen Prüfung.</p> <p>Die Bekanntgabe der Prüfungssprache erfolgt in der ersten Sitzung der Lehrveranstaltung.</p>	

Modul KTR-SSSProj-M KTR Masterprojekt Software Systems Science <i>KTR Master Project Software Systems Science</i>	9 ECTS / 270 h 70 h Präsenzzeit 200 h Selbststudium
(seit WS17/18) Modulverantwortliche/r: Prof. Dr. Udo Krieger	
Inhalte: Wichtige Fertigkeiten bei der Anwendung neuer Kommunikationstechnologien und zur Entwicklung neuer Kommunikationsdienste sind nur durch die Vermittlung praktischer Fähigkeiten und Erfahrungen in teamorientierten Prozessen unter Zeit- und Zielvorgaben industriennah erlernbar. Die Studierenden werden in der Lehrveranstaltung in einem angeleiteten, aber ansonsten eigenverantwortlich durchgeführten teamorientierten Arbeitsprozess aktuelle Entwicklungsaufgaben aus dem Forschungsbereich der Professur für Informatik bearbeiten.	
Lernziele/Kompetenzen: Die Lehrveranstaltung vermittelt Einblicke in die Entwicklung neuer Dienstarchitekturen und Netztechnologien aus dem Bereich des Internets der nächsten Generation. Ziel ist der Erwerb praktischer Fertigkeiten auf dem Gebiet der IP-gestützten, qualitätsgesicherten Multimediakommunikation und die Fähigkeit, Lösungsvorschläge moderner Dienstarchitekturen im Internet der Zukunft sicher beurteilen zu können. Studierende sollen ein vertieftes Verständnis der bei der Durchführung von Software-Projekten im Bereich Kommunikationsnetze und -dienste auftretenden konzeptionellen und praktischen Probleme wie auch von erfolgsversprechenden Lösungsansätzen dieser Probleme erhalten. Da dies anhand der intensiven Bearbeitung eines Themas aus dem Forschungsbereich der Professur für Informatik in Kleingruppen oder einzeln geschieht, gewinnen die Studierenden wichtige Erfahrungen in der Durchführung größerer, forschungsorientierter Projekte von der Grobkonzeption über die Detailplanung bis hin zur Umsetzung und Dokumentation der Ergebnisse in wissenschaftlich ausgerichteten Arbeitsberichten und in der professionellen Präsentation dieser Ergebnisse.	
Sonstige Informationen: Dieses Modul erstreckt sich über ein Semester. Der Arbeitsaufwand beträgt insgesamt 270 Std., welche sich grob wie folgt gliedern: <ul style="list-style-type: none"> • 30 Std. Recherche, Planung und Teilnahme am Planungsworkshop • 40 Std. Teilnahme an Projekttreffen, einschließlich Tutorien • 150 Std. Durchführung des Projekts (Projektarbeit) • 50 Std. Erstellung des Abschlussberichts, Erstellung und Präsentation der Projektergebnisse (Hausarbeit und Kolloquium) 	
Zulassungsvoraussetzung für die Belegung des Moduls: keine	
Empfohlene Vorkenntnisse: Es werden empfohlen: <ul style="list-style-type: none"> • gute Kenntnisse in Mathematik für Informatiker 2 (KTR-MfI-2) • mindestens gute JAVA (oder C/C++) Kenntnisse 	Besondere Bestehensvoraussetzungen: keine

<ul style="list-style-type: none"> • Kenntnisse der Datenkommunikation im Umfang von KTR-Datkomm-B oder vergleichbare Kenntnisse • grundlegende methodische Kenntnisse zur Planung und Durchführung von Softwareprojekten, z.B. im Umfang des Moduls "Software EngineeringLab" (SWT-SWL-B) <p>Modul Programmierung komplexer interagierender Systeme (DSG-PKS-B) - empfohlen Modul Datenkommunikation (KTR-Datkomm-B) - empfohlen Modul Mathematik für Informatik 2 (Lineare Algebra) (KTR-Mfl-2) - empfohlen Modul Software Engineering Lab (SWT-SWL-B) - empfohlen</p>		
Angebotshäufigkeit: WS, SS	Empfohlenes Fachsemester: 2.	Minimale Dauer des Moduls: 1 Semester

Lehrveranstaltungen	
<p>Masterprojekt Software Systems Science Lehrformen: Projekt Dozenten: Prof. Dr. Udo Krieger Sprache: Englisch/Deutsch Angebotshäufigkeit: WS, SS</p> <hr/> <p>Lernziele: siehe oben</p> <hr/> <p>Inhalte: Die Lehrveranstaltung vermittelt Einblicke in die Entwicklung neuer Dienstarchitekturen und Netztechnologien aus dem Bereich des Internets der nächsten Generation. Im Mittelpunkt steht die eigenständige, teamorientierte praktische Umsetzung eines Entwicklungsauftrages unter Verwendung des erworbenen Wissens einzelner Lehrveranstaltungen des Fachgebiets der Professur für Informatik. Die Betriebssystem-Grundausstattung und erforderliche Software-Werkzeuge wie Vyatta-Router, Wireshark, Atheris und RapidStream werden bereitgestellt. Grundlagen der Handhabung werden von den Studierenden im Projekt selbst erarbeitet. Die Lehrveranstaltung erstreckt sich über ein Semester. Die Organisation der Arbeiten erfolgt in einem industrienahen Projektrahmen aus Definitions-, Vorbereitungs-, Implementierungs- und Präsentationsphasen. Dabei soll, wie in realen Projekten üblich, eine inkrementelle Vorgehensweise durchgeführt werden, d.h:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Unterteilung der Arbeiten in Arbeitspakete (laboratories/work packages), • ihre Untergliederung in Aufgaben (tasks) und Teilaufgaben (subtasks) mit Meilensteinen • und der Darlegung von Arbeitsergebnissen in einem Abschlussbericht mit Abschlusspräsentation der Arbeitsergebnisse in einem Kolloquium. <p>Es werden Entwicklungsaufgaben zu aktuellen Forschungsfragen im "Future Generation Internet" bearbeitet. Details werden auf der Webseite der</p>	6,00 SWS

<p>Lehrveranstaltung angekündigt. Eine aktuelle Liste der bearbeiteten Themen der Lehrveranstaltung wird in der 1. Besprechung bereitgestellt. Die Bekanntgabe der Lehrsprache erfolgt in der ersten Sitzung der Lehrveranstaltung.</p>	
<p>Literatur: Literatur wird in der 1. Besprechung bekanntgegeben.</p>	

<p>Prüfung Hausarbeit mit Kolloquium / Prüfungsdauer: 30 Minuten Bearbeitungsfrist: 4 Monate Zulassungsvoraussetzung zur Modulprüfung: Regelmäßige Teilnahme an der Lehrveranstaltung Beschreibung: Die Lehrveranstaltung erstreckt sich über ein Semester. Es werden die Leistungen der als Gruppen- oder Einzelarbeit ausgeführten individuellen schriftlichen Ausarbeitung der Projektaufgaben und ihrer Präsentation sowie die Ergebnisse einer abschließenden, individuellen Kolloquiumsprüfung bewertet. Die Bekanntgabe der Prüfungssprache erfolgt in der ersten Sitzung der Lehrveranstaltung.</p>	
--	--

Modul KogSys-ML-M Lernende Systeme <i>Machine Learning</i>		6 ECTS / 180 h
(seit WS17/18) Modulverantwortliche/r: Prof. Dr. Ute Schmid		
Inhalte: Die Veranstaltung vermittelt vertieftes Wissen und Kompetenzen im Bereich Maschinelles Lernen mit dem Fokus auf symbolischen, neuronalen und statistischen Algorithmen.		
Lernziele/Kompetenzen: Die Studierenden können: <ul style="list-style-type: none"> • Forschungsziele des Maschinellen Lernens nennen • Forschungsfragen des Maschinellen Lernens erläutern • grundlegende Konzepte des Klassifikationslernens nennen und erläutern • symbolische, neuronale und statistische Algorithmen des Klassifikationslernens nennen und auf gegebene Daten anwenden • die Eignung gegebener Daten für Algorithmen des Klassifikationslernens beurteilen • spezielle Verfahren des Maschinellen Lernens nennen, erläutern und anwenden • Grundlegende Konzepte des menschlichen Lernens nennen und erläutern • Verbindungen zwischen menschlichem und maschinellern Lernen erörtern 		
Sonstige Informationen: Veranstaltung Deutsch (im Bedarfsfall Englisch). Die Folien sowie weitere Materialien sind überwiegend in englischer Sprache. Der Arbeitsaufwand für dieses Modul gliedert sich grob wie folgt: 22.5 h Vorlesung + 30 h Nachbereitung über 15 Wochen 22.5 h Übung + 75 h Bearbeitung von Übungsaufgaben über 15 Wochen 30 h Klausurvorbereitung		
Zulassungsvoraussetzung für die Belegung des Moduls: keine		
Empfohlene Vorkenntnisse: Modul Mathematik für Informatiker 1 (Aussagen- und Prädikatenlogik) (Gdl-Mfl-1) . Modul Algorithmen und Datenstrukturen (MI-AuD-B).		Besondere Bestehensvoraussetzungen: keine
Angebotshäufigkeit: WS, jährlich	Empfohlenes Fachsemester:	Minimale Dauer des Moduls: 1 Semester
Lehrveranstaltungen		
1. Vorlesung Lernende Systeme Lehrformen: Vorlesung Dozenten: Prof. Dr. Ute Schmid Sprache: Deutsch/Englisch Angebotshäufigkeit: WS, jährlich Lernziele:		2,00 SWS

<p>s.o.</p> <p>Inhalte: In der Vorlesung werden wesentliche symbolische, statistische und neuronale Ansätze des Maschinellen Lernens mit Bezügen zum menschlichen Lernen vertiefend eingeführt. Typische behandelte Themengebiete sind: Entscheidungsbaumalgorithmen, Multilayer Perzeptrons, Instance-based Learning, Induktive Logische Programmierung, Genetische Algorithmen, Bayes'sches Lernen, Kernel Methods, Support Vector Machines, Induktive Programmsynthese und Reinforcement Learning. Die Lehrsprache wird in der ersten Lehrveranstaltung bekanntgegeben.</p> <p>Literatur: Mitchell, Machine Learning</p>	
<p>2. Übung Lernende Systeme</p> <p>Lehrformen: Übung</p> <p>Dozenten: Mitarbeiter Angewandte Informatik, insb. Kognitive Systeme</p> <p>Sprache: Deutsch/Englisch</p> <p>Angebotshäufigkeit: WS, jährlich</p> <p>Lernziele: s.o.</p> <p>Inhalte: Vertiefung von in der Vorlesung eingeführten Methoden und Techniken, zum Teil mit Programmieraufgaben und Anwendungen in RapidMiner. Die Lehrsprache wird in der ersten Lehrveranstaltung bekanntgegeben.</p> <p>Literatur: siehe Vorlesung</p>	2,00 SWS
<p>Prüfung schriftliche Prüfung (Klausur) / Prüfungsdauer: 90 Minuten</p> <p>Beschreibung: In der Klausur können 90 Punkte erzielt werden. Die Klausur ist bestanden, wenn mindestens 40 Prozent erreicht werden. Im Semester werden freiwillige Studienleistungen (Übungsblätter) ausgegeben. Durch die freiwillige Bearbeitung der Studienleistungen können Punkte zur Notenverbesserung gesammelt werden, die auf die Klausur anrechenbar sind, sofern die Klausur auch ohne Punkte aus den optionalen Studienleistungen bestanden ist. Zu Beginn der Lehrveranstaltung wird bekannt gegeben:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Art und Anzahl der Studienleistungen • Umfang (Anzahl an erreichbaren Punkte) der Studienleistungen • Bearbeitungsdauer der Studienleistungen <p>Eine Bewertung von 1,0 kann auch ohne Punkte aus den Studienleistungen erreicht werden.</p> <p>Erlaubte Hilfsmittel: Handschriftliche und gedruckte Materialien, Taschenrechner ohne vollständige alphanumerische Tastatur und Grafikdisplay.</p>	

Die Prüfungssprache wird in der ersten Lehrveranstaltung bekanntgegeben.	
--	--

Modul MOBI-ADM-M Advanced Data Management <i>Advanced Data Management</i>		6 ECTS / 180 h 45 h Präsenzzeit 135 h Selbststudium
(seit WS17/18) Modulverantwortliche/r: Prof. Dr. Daniela Nicklas		
Inhalte: With the rapid growth of the internet and more and more observable processes, many data sets became so large that they cannot be processed with traditional database methods any more. This modul covers advanced data management and integration techniques (also known under the term "big data") that are useful when dealing with very large data sets.		
Lernziele/Kompetenzen: The students will understand the challenges of big data, and will be able to apply some of the new techniques to deal with it.		
Zulassungsvoraussetzung für die Belegung des Moduls: keine		
Empfohlene Vorkenntnisse: Basic knowledge about relational databases, relational algebra and SQL, e.g. from the Module SEDA-DMS-B: Datenmanagementsysteme; basic programming skill, e.g. in Java.		Besondere Bestehensvoraussetzungen: keine
Angebotshäufigkeit: SS, jährlich	Empfohlenes Fachsemester:	Minimale Dauer des Moduls: 1 Semester

Lehrveranstaltungen	
1. Advanced Data Management Lehrformen: Vorlesung Dozenten: Prof. Dr. Daniela Nicklas Sprache: Englisch Angebotshäufigkeit: SS, jährlich	2,00 SWS
Inhalte: With the rapid growth of the internet and more and more observable processes, many data sets became so large that they cannot be processed with traditional database methods any more. This lecture covers advanced data management and integration techniques (also known under the term "big data") that are useful when dealing with very large data sets.	
Literatur: L. Wiese, Advanced Data Management, For SQL, NoSQL, Cloud and Distributed Databases. Berlin, Boston: De Gruyter, 2015	
2. Advanced Data Management Lehrformen: Übung Dozenten: Prof. Dr. Daniela Nicklas Sprache: Englisch Angebotshäufigkeit: SS, jährlich	2,00 SWS

Inhalte: Practical exercises for lecture topics	
Prüfung mündliche Prüfung / Prüfungsdauer: 30 Minuten Beschreibung: Die Prüfungssprache ist wahlweise Deutsch oder Englisch.	

Modul MOBI-DSC Data Streams and Complex Event Processing <i>Data Streams and Complex Event Processing</i>		6 ECTS / 180 h 45 h Präsenzzeit 135 h Selbststudium
(seit WS17/18) Modulverantwortliche/r: Prof. Dr. Daniela Nicklas		
Inhalte: The management of data streams and foundations of event processing: applications, systems, query languages, continuous query processing, and security in distributed data stream management systems. The modul covers the following topics: <ul style="list-style-type: none"> · Architectures of data stream management systems · Query languages · Data stream processing · Complex event processing · Security in data stream management systems · Application of data stream management systems 		
Lernziele/Kompetenzen: The students will understand the management and processing of data from of active data sources like sensors, social media (e.g., Twitter) or financial transactions.		
Zulassungsvoraussetzung für die Belegung des Moduls: keine		
Empfohlene Vorkenntnisse: Foundations of relational databases, relational algebra and SQL; e.g. from Modul SEDA-DMS-B: Data management systems		Besondere Bestehensvoraussetzungen: keine
Angebotshäufigkeit: WS, jährlich	Empfohlenes Fachsemester:	Minimale Dauer des Moduls: 1 Semester
Lehrveranstaltungen		
1. Data Streams and Complex Event Processing Lehrformen: Übung Dozenten: Prof. Dr. Daniela Nicklas Sprache: Englisch Angebotshäufigkeit: WS, jährlich Inhalte: Siehe Vorlesung		2,00 SWS
2. Data Streams and Complex Event Processing Lehrformen: Vorlesung Dozenten: Prof. Dr. Daniela Nicklas Sprache: Englisch Angebotshäufigkeit: WS, jährlich Inhalte:		2,00 SWS

<p>The management of data streams and foundations of event processing: applications, systems, query languages, continuous query processing, and security in distributed data stream management systems.</p> <p>The lecture covers the following topics:</p> <ul style="list-style-type: none">· Architectures of data stream management systems· Query languages· Data stream processing· Complex event processing· Security in data stream management systems· Application of data stream management systems	
<p>Prüfung mündliche Prüfung / Prüfungsdauer: 30 Minuten</p> <p>Beschreibung: Die Prüfungssprache ist wahlweise Deutsch oder Englisch.</p>	

Modul MOBI-PRS-M Master Project Mobile Software Systems (SoSySc) <i>Master Project Mobile Software Systems (SoSySc)</i>	9 ECTS / 270 h
(seit WS17/18) Modulverantwortliche/r: Prof. Dr. Daniela Nicklas	
Inhalte: Applications of in mobile software systems, which are taken from current research activities in mobile, context-aware systems and data stream management, are carried out in part individually and in part in small teams of students, from conception, via theoretical and/or practical realization, to evaluation. In particular, the project concerns the development of sound concepts pertaining to the task to be addressed under the given project constraints. This requires studying the current research literature and relevant approaches on the project's topic. An example of a project task would be the conceptual development, the prototypic implementation, and the case-study-driven evaluation of a small sensor-based, mobile system, which would require knowledge from the modul MOBI-DSC Data streams and event processing. The tasks in the project will be tailored to Master level.	
Lernziele/Kompetenzen: Students will deepen their knowledge regarding the conceptual problems that arise when carrying out theoretical and/or practical research and software projects, and regarding approaches to possible solutions. Since this will be done by means of the intensive conduct of a research topic in Mobile Software Systems, students will gain important experience in carrying out research-oriented projects, from project planning, to the abstract and concrete design, to the realization, to the documentation of results in a scientific project report.	
Sonstige Informationen: Bemerkung The main language of instruction is English. The module may be delivered in German if all participating students are fluent in German. The total workload of 270 hrs. is split approximately as follows: <ul style="list-style-type: none"> • 15 hrs. participating in introductions to and tutorials on methods, software tools, and giving presentations on the project status • 60 hrs. researching and familiarization with the project topic • 150 hrs. conducting the project work • 45 hrs. compiling a project report (Assignment/Hausarbeit) and preparation of the Colloquium (Kolloquium). 	
Zulassungsvoraussetzung für die Belegung des Moduls: keine	
Empfohlene Vorkenntnisse: Programming skills (Java preferred), e.g. from the module "DSG-AJP-B"; Software project management, e.g. from the module "SWL-SWL-B Software Engineering Lab"; Scientific research and writing, e.g. from the module "IAIWAI-B Wissenschaftliches Arbeiten";	Besondere Bestehensvoraussetzungen: keine

Relational databases and SQL, e.g. from the module "SEDA-DMS-B Datenmanagementsysteme".		
Angebotshäufigkeit: SS, jährlich	Empfohlenes Fachsemester:	Minimale Dauer des Moduls: 1 Semester

Lehrveranstaltungen	
<p>Master Project Mobile Software Systems (SoSySc) Lehrformen: Übung Dozenten: Prof. Dr. Daniela Nicklas Sprache: Englisch/Deutsch Angebotshäufigkeit: SS, jährlich</p> <hr/> <p>Inhalte: Conduct of the project, accompanied by regular meetings between students and lecturer.</p>	6,00 SWS
<p>Prüfung Hausarbeit mit Kolloquium / Prüfungsdauer: 30 Minuten Bearbeitungsfrist: 12 Wochen Zulassungsvoraussetzung zur Modulprüfung: Regelmäßige Teilnahme an der Lehrveranstaltung Beschreibung: Prüfung Hausarbeit mit Kolloquium Production of a written report on the software project carried out (Assignment/ Hausarbeit). Discussion of this project report and of the developed artefacts in the context of the wider project topic (Colloquium/Kolloquium).</p>	

Modul PSI-ProjectCAD-M Project Complex Attacks and Defenses <i>Project Complex Attacks and Defenses</i>	9 ECTS / 270 h
(seit SS18) Modulverantwortliche/r: Prof. Dr. Dominik Herrmann	
<p>Inhalte:</p> <p>Breaking into information systems is exciting, but impractical due to ethical and legal concerns. However, offensive competences and adversarial thinking are essential to build secure systems. In this project students will get the opportunity to acquire practical security skills in a dedicated training environment.</p> <p>The goal of this project is to build and extend the "Insekta" platform. This web-based tool provides a frontend for virtual machines that can be used to study selected topics in security and privacy on one's own and at one's own pace.</p> <p>This project is offered together with PSI-ProjectPAD, which focuses on conceptually simpler attacks and defenses.</p> <p>The participants of the project familiarize themselves with security weaknesses in information systems and apply this knowledge to develop vulnerable services which others can use for training. To this end, participants form groups, read about attacks and defenses in textbooks and research papers, and discuss various options to implement them. Instructors will provide extensive and on-demand support to enable the participants to implement a vulnerable service that can be exploited to learn about a particular vulnerability.</p> <p>Besides implementing vulnerable services, the participants prepare training materials, which consist of questions and tasks to test one's knowledge as well as step-by-step instructions. These training materials may also contain interactive elements for an improved learning experience.</p> <p>The project also takes into account attacks on privacy, e.g., re-identifying individuals in anonymized datasets and communication networks, tracking users on the Internet, inferring sensitive attributes from seemingly harmless data traces, as well as mitigations, e.g., depersonalization strategies and differential privacy mechanisms. Here, practical activities consist in the preparation of datasets and scripts for analysis.</p>	
<p>Lernziele/Kompetenzen:</p> <p>Successful students will be able to describe attacks and defenses from textbooks and research papers in easily understandable form. They will also be able to carry out selected attacks in practice and implement defenses with a programming language of their choice.</p>	
<p>Sonstige Informationen:</p> <p>This project is taught in English, unless all participants are fluent in German. The workload of this project is equivalent to 270 hours.</p> <p>Workload breakdown:</p> <ul style="list-style-type: none"> • 20 hrs: Getting familiar with the platform • 50 hrs: Reading papers and researching security vulnerabilities • 20 hrs: Preparing the talk (including time for attendance of other talks) • 90 hrs: Implementing the vulnerable service and defenses • 90 hrs: Writing training material and documentation <p>Note that there is another project (PSI-ProjectPAD) with a workload equivalent to 180 hours.</p>	

Zulassungsvoraussetzung für die Belegung des Moduls:		
keine		
Empfohlene Vorkenntnisse:		Besondere Bestehensvoraussetzungen:
<p>This project is primarily intended for students in master programs. Students in bachelor programs can participate, if they are qualified.</p> <p>Participants should be familiar with basic concepts in information security and privacy, which can be acquired, for instance, by taking the module "Introduction to Security and Privacy" (PSI-IntroSP-B). This includes basic knowledge about the commonly used security terminology, common types of malware and attacks, buffer overflows and related attacks, cryptography, network security, web security, and concepts of privacy.</p> <p>Moreover, participants should have practical experience with at least one scripting or programming language such as Python or Java. Experience with Linux environments, web technologies, and network protocols is recommended.</p>		keine
Angebotshäufigkeit: WS, SS	Empfohlenes Fachsemester:	Minimale Dauer des Moduls:
		1 Semester

Lehrveranstaltungen	
<p>Project Complex Attacks and Defenses</p> <p>Lehrformen: Übung</p> <p>Sprache: Englisch/Deutsch</p> <p>Angebotshäufigkeit: WS, SS</p>	6,00 SWS
Lernziele:	
cf. module description	
Inhalte:	
<p>Potential topics include:</p> <ul style="list-style-type: none"> • web security (injection flaws and other issues mentioned in the OWASP Top 10) • network security (such as DNS cache poisoning and rebinding attacks) • security issues in C programs (buffer overflows, etc.) • cryptography (low-level attacks on ciphers, high-level attacks on protocols, e.g., TLS) • business logic failures • misconfigurations • attacks on availability (denial of service) • attacks on privacy (such as inference, tracking, re-identification, fingerprinting) • privacy defenses (such as k-anonymity, related concepts, differential privacy) 	
Literatur:	
Literature will be announced at the beginning of the project.	

Prüfung

Hausarbeit mit Kolloquium / Prüfungsdauer: 30 Minuten

Bearbeitungsfrist: 3 Monate

Zulassungsvoraussetzung zur Modulprüfung:

Regular attendance at project meetings.

Beschreibung:

The module examination consists of two parts: Firstly, the participants submit a written report (in English) that includes the source code of the vulnerable service and the training material. Secondly, the participants give a talk in which they defend their work (in English; in German if all participants are fluent in German) by presenting theoretical and practical aspects of their vulnerable service as well as relevant mitigations. The maximum number of points that can be achieved in the module examination is 100.

Optionally, participants can submit intermediary results (in English) to collect up to 20 bonus points. If the module examination is passed on its own (generally, this is the case when at least 50 points are obtained), the bonus points will be added to the points achieved in the module examination. The grade 1.0 can be achieved without the bonus points. Details regarding the number of optional submissions during the semester, their type, the points per submission, and the respective deadlines will be announced in the first session of the project.

Modul PSI-ProjectSP-M Project Security and Privacy <i>Project Security and Privacy</i>		9 ECTS / 270 h
(seit SS18) Modulverantwortliche/r: Prof. Dr. Dominik Herrmann		
Inhalte: In this project participants work independently on problems related to current research activities of the Privacy and Security in Information Systems Group. Instructors will provide guidance and supervision.		
Lernziele/Kompetenzen: Successful students will be able to independently work on research problems in security and privacy. They will also be able to implement tools and/or analyze data in order to answer a research question. Finally, they will be able to present their work in a talk and document their approach and results in a written report.		
Sonstige Informationen: This project is taught in English unless all participants are fluent in German. The workload of this project is equivalent to 270 hours. Workload breakdown: <ul style="list-style-type: none"> • 60 hrs: Getting familiar with the problem and preliminaries: reading related work, and understanding potentially existing source code • 20 hrs: Preparing the talk (including time for attendance of other talks) • 110 hrs: Implementing tools and/or analyzing data • 80 hrs: Writing final report with approach and methods 		
Zulassungsvoraussetzung für die Belegung des Moduls: keine		
Empfohlene Vorkenntnisse: Participants should have advanced knowledge and practical skills in information security and privacy, which can be acquired, for instance, in the module PSI-IntroSP-B and a security-related seminar or project. Depending on the actual topic participants may be expected to be familiar with commonly used security terminology, common types of malware and attacks, buffer overflows and related attacks, cryptography, network security, web security, and concepts of privacy. Moreover, participants should have practical experience with at least one scripting or programming language such as Python or Java. Alternatively, participants should have strong skills in empirical data collection and data analytics (statistics and/or machine learning). Experience with Linux environments, web technologies, and network protocols is recommended.		Besondere Bestehensvoraussetzungen: keine
Angebotshäufigkeit: WS, SS	Empfohlenes Fachsemester:	Minimale Dauer des Moduls: 1 Semester
Lehrveranstaltungen		
Project Security and Privacy Lehrformen: Übung		6,00 SWS

<p>Sprache: Englisch/Deutsch</p> <p>Angebotshäufigkeit: WS, SS</p> <hr/> <p>Lernziele: cf. module description</p> <hr/> <p>Inhalte: Potential topics include</p> <ul style="list-style-type: none"> • empirical studies, either manually (surveying security properties of systems) or automatically (e.g., web crawls), • creating scanning tools and platforms where results can be published in a meaningful way (e.g., PrivacyScore.org), • analyzing data sets for aspects of security and privacy, and • implementing cryptographic or anonymization techniques in a secure fashion, e.g., for encrypted storage in cloud services. <hr/> <p>Literatur: Literature will be announced at the beginning of the project.</p>	
--	--

<p>Prüfung Hausarbeit mit Kolloquium / Prüfungsdauer: 30 Minuten Bearbeitungsfrist: 3 Monate</p> <p>Zulassungsvoraussetzung zur Modulprüfung: Regular attendance at project meetings.</p> <p>Beschreibung: The module examination consists of two parts: Firstly, the participants submit a written report (in English) that includes the source code, datasets, and analysis scripts. Secondly, the participants give a talk in which they defend their work (in English; in German if all participants are fluent in German) by presenting related work, their approach, and results. The maximum number of points that can be achieved in the module examination is 100.</p> <p>Optionally, participants can submit intermediary results (in English) to collect up to 20 bonus points. If the module examination is passed on its own (generally, this is the case when at least 50 points are obtained), the bonus points will be added to the points achieved in the module examination. The grade 1.0 can be achieved without the bonus points. Details regarding the number of optional submissions during the semester, their type, the points per submission, and the respective deadlines will be announced in the first session of the project.</p>	
--	--

Modul SME-STE-M Introduction to Knowledge Representation: Space, Time, Events		6 ECTS / 180 h
<i>Introduction to Knowledge Representation: Space, Time, Events</i>		
(seit WS17/18)		
Modulverantwortliche/r: Prof. Dr. Diedrich Wolter		
Inhalte:		
<p>This course gives an introduction to the area of knowledge representation, a sub-discipline of computer science in general and artificial intelligence in particular.</p> <p>Knowledge representation is involved with identifying means to represent practical problems and according background knowledge as data structures, and to develop reasoning algorithms to solve these problems.</p> <p>This course puts a spotlight on symbolic techniques to represent knowledge involving a spatio-temporal component as is typical for many practical real-world problems.</p>		
<p>Contents:</p> <ul style="list-style-type: none"> • fundamental concepts: knowledge, abstractions, relations, logics • syntax and semantics, formalization of knowledge • representation and reasoning • qualitative algebras and constraint calculi • constraint-based reasoning • spatial logics • complexity and tractable subclasses 		
Lernziele/Kompetenzen:		
<ul style="list-style-type: none"> • gain overview of formalisms for representing spatio-temporal logics • gain skills to represent spatio-temporal knowledge symbolically • gain overview of reasoning problems and learn to identify approaches for solving them • learn to apply constraint-based reasoning methods • learn to identify computational complexity of reasoning problems 		
Sonstige Informationen:		
<p>The main language of instruction in this course is English. Exams may be taken in either English or German at the choice of the student. The lectures and tutorials may be delivered in German if all participating students are fluent in German. The specification of the language will be made in the first week of lectures.</p>		
Zulassungsvoraussetzung für die Belegung des Moduls:		
keine		
Empfohlene Vorkenntnisse:		Besondere Bestehensvoraussetzungen:
Basic knowledge in computer science is recommended, for example obtained in a computer science bachelor's curriculum.		keine
Angebotshäufigkeit: WS, jährlich	Empfohlenes Fachsemester:	Minimale Dauer des Moduls:
		1 Semester
Lehrveranstaltungen		
1. Introduction to Knowledge Representation: Space, Time, Events		2,00 SWS

<p>Lehrformen: Vorlesung Dozenten: Prof. Dr. Diedrich Wolter Sprache: Englisch/Deutsch Angebotshäufigkeit: WS, jährlich</p> <hr/> <p>Lernziele: see description of module</p> <hr/> <p>Inhalte: see description of module</p> <hr/> <p>Literatur: will be announced in first lecture</p>	
<p>2. Introduction to Knowledge Representation: Space, Time, Events</p> <p>Lehrformen: Übung Dozenten: Prof. Dr. Diedrich Wolter Sprache: Deutsch Angebotshäufigkeit: WS, jährlich</p> <hr/> <p>Inhalte: practical excercises according to the lecture</p>	<p>2,00 SWS</p>
<p>Prüfung mündliche Prüfung / Prüfungsdauer: 20 Minuten</p> <p>Beschreibung: Exams may be taken in either English or German at the choice of the student.</p>	

Modul SNA-OSN-M Projekt zu Online Social Networks		6 ECTS / 180 h
<i>Project Online Social Networks</i>		
(seit WS13/14)		
Modulverantwortliche/r: Prof. Dr. Kai Fischbach		
Weitere Verantwortliche: Zylka, Matthäus, Dipl.-Wirt.-Inf.		
Inhalte:		
In der Veranstaltung werden aktuelle Forschungsthemen aus dem Bereich Online Social Networks (Digitale soziale Netzwerke) im Rahmen von Gruppenprojekten bearbeitet.		
Lernziele/Kompetenzen:		
Aufbauend auf den in den Vorlesungen und Übungen des Faches Soziale Netzwerke erworbenen Kenntnissen und Fertigkeiten wird in diesem Modul ein wissenschaftliches Projekt in einer Gruppe bearbeitet. Dabei werden die Fähigkeiten im Bereich Analyse sozialer Netzwerke ebenso weiterentwickelt wie die Kompetenzen in der Projektdurchführung und Gruppenarbeit. Die Projekte werden in nationaler und internationaler Zusammenarbeit mit Studierenden renommierter Universitäten umgesetzt. Bisherige Partneruniversitäten sind unter anderem das Massachusetts Institute of Technology (MIT), das Illinois Institute of Technology (IIT), die Aalto-Universität (Helsinki, Finnland), die Universität Tor Vergata (Rom, Italien) und die Universität zu Köln.		
Zulassungsvoraussetzung für die Belegung des Moduls:		
keine		
Empfohlene Vorkenntnisse:		Besondere Bestehensvoraussetzungen:
Teilnahme an mindestens einem der beiden folgenden Module:		keine
<ul style="list-style-type: none"> • Analyse sozialer Netzwerke (SNA-ASN-M) • Netzwerktheorie (SNA-NET-M) 		
Angebotshäufigkeit: WS, jährlich	Empfohlenes Fachsemester:	Minimale Dauer des Moduls:
		1 Semester

Lehrveranstaltungen	
<p>Projekt zu Online Social Networks</p> <p>Lehrformen: Übung</p> <p>Dozenten: Prof. Dr. Kai Fischbach</p> <p>Sprache: Englisch/Deutsch</p> <p>Angebotshäufigkeit: WS, jährlich</p> <hr/> <p>Inhalte:</p> <p>Die Methoden und Erkenntnisse der Analyse sozialer Netzwerke (SNA) haben innerhalb weniger Jahre einen erheblichen Bedeutungszuwachs in den Disziplinen Wirtschaftsinformatik, Informatik und Betriebswirtschaft erlangt. Ein wichtiger Grund für das stark angewachsene Interesse ist, dass die Erhebung und Untersuchung von Interaktionsstrukturen durch die zunehmende Verlagerung menschlicher Kommunikation auf elektronische Wege effektiver und effizienter geworden ist.</p> <p>In der Veranstaltung werden wechselnde Projekte aus diesem Themenfeld bearbeitet.</p> <hr/> <p>Literatur:</p>	4,00 SWS

Literatur wird in der Veranstaltung bekannt gegeben.	
--	--

Prüfung

Hausarbeit mit Kolloquium / Prüfungsdauer: 30 Minuten

Bearbeitungsfrist: 4 Monate

Zulassungsvoraussetzung zur Modulprüfung:

Regelmäßige Teilnahme an der Lehrveranstaltung

Modul SSS-SEM-M Master-level Seminar in Software Systems Science <i>Master-Level Seminar in Software Systems Science</i>		3 ECTS / 90 h
(seit WS14/15) Modulverantwortliche/r: Prof. Ph.D. Michael Mendler		
Inhalte: Independent study and presentation of a topic on the chosen subject area, using scientific methods.		
Lernziele/Kompetenzen: keine		
Sonstige Informationen: Each student must choose one master-level seminar on a subject area of Software Systems Science.		
Zulassungsvoraussetzung für die Belegung des Moduls: keine		
Empfohlene Vorkenntnisse: Any recommended prerequisites will be determined and announced by the lecturer offering this module at the beginning of the seminar.		Besondere Bestehensvoraussetzungen: governed by the examination regulations (StuFPO)
Angebotshäufigkeit: WS, SS	Empfohlenes Fachsemester:	Minimale Dauer des Moduls: 1 Semester

Lehrveranstaltungen	
Master-Level Seminar in a Subject Area of Software Systems Science Lehrformen: Hauptseminar Sprache: Englisch Angebotshäufigkeit: WS, SS	2,00 SWS
Inhalte: Independent study and presentation of a topic on the chosen subject area using scientific methods.	
Literatur: All relevant literature will be announced at the beginning of the seminar by the lecturer offering this module.	

Prüfung Hausarbeit mit Referat Zulassungsvoraussetzung zur Modulprüfung: Regular participation in the course. Beschreibung: Essay (Hausarbeit) and presentation (Referat) - including a discussion - on the studied topic. The hand-out and hand-in time for the essay, the expected duration of the presentation, and the weighting of the examination performances between	
---	--

essay and presentation will be announced by the lecturer at the beginning of the seminar.	
---	--

Modul SSS-Thesis-M Master Thesis in Software Systems Science <i>Master Thesis in Software Systems Science</i>		30 ECTS / 900 h
(seit WS14/15) Modulverantwortliche/r: N.N.		
Inhalte: Independent study of the assigned thesis topic and writing of a Master thesis, following scientific methods. The topic must be taken out of the subject area listed in Appendix 2 of the applicable degree regulations (StuFPO); for exceptions see §35(1) of that document.		
Lernziele/Kompetenzen: The student shall demonstrate that she or he is able to work independently on the assigned thesis topic using scientific methods.		
Sonstige Informationen: For further details see §33(6), §34 and §35 of the applicable degree regulations (StuFPO).		
Zulassungsvoraussetzung für die Belegung des Moduls: verpflichtende Nachweise de		
Empfohlene Vorkenntnisse: Basic knowledge in the subject area of the master thesis such as gained in the degree programme's regular modules (see module groups A1, A2 and A3).		Besondere Bestehensvoraussetzungen: keine
Angebotshäufigkeit: WS, SS	Empfohlenes Fachsemester: 1.	Minimale Dauer des Moduls: 1 Semester

<p>Prüfung Masterarbeit / Bearbeitungsfrist: 6 Monate, Gewicht: 2/3</p> <p>Zulassungsvoraussetzung zur Modulprüfung: M.Sc. Software Systems Science (90 ECTS): at least 30 ECTS in the overall Master examination. M.Sc. (International) Software Systems Science (120 ECTS): at least 60 ECTS in the overall Master examination.</p> <p>Beschreibung: The examination includes a presentation of a duration between 20 and 60 minutes. The purpose of the presentation is for the student to defend their main results of the thesis. The weighting between the mark of the thesis and of the presentation will be 2:1.</p> <p>The presentation will take place before or after the marking of the thesis, according to the student's preference.</p>	
---	--

Modul SWT-ASV-M Applied Software Verification <i>Applied Software Verification</i>		6 ECTS / 180 h
(seit WS17/18) Modulverantwortliche/r: Prof. Dr. Gerald Lüttgen		
Inhalte: This module focuses on the increasingly important field of automated software verification, which aims at increasing the quality of today's complex computer systems. Students will be introduced to modern automated software verification and, in particular, to software model checking, and will be familiarised with a variety of important formal verification concepts, techniques and algorithms, as well as with state-of-the-art verification tools. The module will be taught in English.		
Lernziele/Kompetenzen: On completion of this module, students will be able to thoroughly analyse software using modern software verification tools and understand the state-of-the-art techniques and algorithms that drive cutting-edge development environments offered by major software companies.		
Sonstige Informationen: The main language of instruction is English. The lectures and practicals may be delivered in German if all participating students are fluent in German. The total workload of 180 hrs. is split approximately as follows: <ul style="list-style-type: none"> • 30 hrs. attending lectures (Vorlesungen) • 30 hrs. attending practicals (Übungen) • 60 hrs. preparing and reviewing the lectures and practicals, including researching literature, studying material from additional sources and applying software tools • 30 hrs. working on the assignment (Hausarbeit) • 30 hrs. preparing for the colloquium (Kolloquium) 		
Zulassungsvoraussetzung für die Belegung des Moduls: keine		
Empfohlene Vorkenntnisse: Basic knowledge in algorithms and data structures, mathematical logic and theoretical computer science. Knowledge of the module "Foundations of Software Analysis" (SWT-FSA-B) - or equivalent - is desirable.		Besondere Bestehensvoraussetzungen: keine
Angebotshäufigkeit: SS, jährlich	Empfohlenes Fachsemester:	Minimale Dauer des Moduls: 1 Semester
Lehrveranstaltungen		
1. Applied Software Verification Lehrformen: Vorlesung Dozenten: Prof. Dr. Gerald Lüttgen Sprache: Englisch/Deutsch Angebotshäufigkeit: SS, jährlich		2,00 SWS
Inhalte:		

<p>The lectures (Vorlesungen) will address the following topics in automated software verification: (i) state machines, assertions and algorithms for state space exploration; (ii) temporal logics for specifying program properties; (iii) model checking using binary decision diagrams; (iv) SAT-based bounded model checking; (v) software model checking based on decision procedures; (vi) abstraction-based software model checking. In addition, state-of-the-art software verification tools will be introduced.</p> <p>Literatur:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Baier, C., Katoen, J.-P. Principles of Model Checking. MIT Press, 2008. • Biere, A., Heule, M., Van Maaren, H., Walsh, T. Handbook of Satisfiability. IOS Press, 2009. • Clarke, E., Grumberg, O. and Peled, D. Model Checking. MIT Press, 1999. • Huth, M. and Ryan, M. Logic in Computer Science. 2nd ed. Cambridge University Press, 2004. • Kroening, D. and Strichman, O. Decision Procedures: An Algorithmic Point of View. Springer, 2008. 	
<p>2. Applied Software Verification</p> <p>Lehrformen: Übung</p> <p>Dozenten: Mitarbeiter Praktische Informatik, insbesondere Softwaretechnik und Programmiersprachen</p> <p>Sprache: Englisch/Deutsch</p> <p>Angebotshäufigkeit: SS, jährlich</p> <p>Inhalte:</p> <p>Students will practice the various theoretical and practical concepts taught in the lectures (Vorlesungen) by applying them to solve verification problems using several modern model-checking tools, and also by engaging in pen-and-paper exercises. Emphasis will be put on presenting and discussing the solutions to the exercises by and among the students, within the timetabled practicals (Übungen).</p> <p>Literatur:</p> <p>- see the corresponding lectures -</p>	<p>2,00 SWS</p>
<p>Prüfung</p> <p>Hausarbeit mit Kolloquium / Prüfungsdauer: 20 Minuten</p> <p>Bearbeitungsfrist: 3 Wochen</p> <p>Beschreibung:</p> <p>Assignment (Hausarbeit) consisting of questions that practice, review and deepen the knowledge transferred in the lectures and practicals (Vorlesungen und Übungen). The assignment is set in English language, while answers may be provided in either English or German.</p> <p>Colloquium (Kolloquium) consisting of questions testing the knowledge transferred in the lectures and practicals (Vorlesungen und Übungen), on the basis of the submitted solutions to the assignment (Hausarbeit). The colloquium can be held electively in English or German language.</p>	

Modul SWT-FSA Foundations of Software Analysis <i>Foundations of Software Analysis</i>		6 ECTS / 180 h
(seit WS17/18) Modulverantwortliche/r: Prof. Dr. Gerald Lüttgen		
Inhalte: This module introduces students to the mathematical and practical foundations of software analysis, which are at the heart of modern techniques for software verification and compiler optimization and key for enhancing software quality.		
Lernziele/Kompetenzen: On completion of this module, students will be able to understand key concepts, techniques and algorithms for software analysis and appreciate the workings of modern software analysis tools.		
Sonstige Informationen: The main language of instruction is English. The lectures and practicals may be delivered in German if all participating students are fluent in German. The total workload of 180 hrs. is split approximately as follows: <ul style="list-style-type: none"> • 45 hrs. attending lectures (Vorlesungen) • 45 hrs. attending practicals (Übungen) • 50 hrs. preparing and reviewing the lectures and practicals, including researching literature, studying material from additional sources • 40 hrs. working on the assignment (Hausarbeit) and preparing for the colloquium (Kolloquium) 		
Zulassungsvoraussetzung für die Belegung des Moduls: keine		
Empfohlene Vorkenntnisse: Basic knowledge in discrete mathematics and logics, such as acquired in the module "Mathematik für Informatiker 1 (Aussagen- und Prädikatenlogik)" (Gdl-Mfl-1).		Besondere Bestehensvoraussetzungen: keine
Angebotshäufigkeit: WS, jährlich	Empfohlenes Fachsemester:	Minimale Dauer des Moduls: 1 Semester

Lehrveranstaltungen	
1. Foundations of Software Analysis Lehrformen: Vorlesung Dozenten: Prof. Dr. Gerald Lüttgen Sprache: Englisch/Deutsch Angebotshäufigkeit: WS, jährlich	3,00 SWS
Inhalte: Students will be introduced to the foundations of software analysis and their applications to software verification and code analysis and optimization. Particular emphasis will be put on semantics and abstraction, and their underlying mathematical theories based on lattices and order. The following topics will be covered: (i) inductive definitions and proofs; (ii) semantics of programs; (iii) abstraction and abstract interpretation; (iv) elementary fixed point theory; (v) operational and denotational abstract semantics; (vi)	

<p>software verification based on the methods of Floyd and Hoare; (vii) code analysis and optimization based on data flow analysis; (viii) outlook on advanced, modern aspects of software analysis.</p>	
<p>Literatur:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Berghammer, R. Semantik von Programmiersprachen, Berlin, Logos Verlag 2001. • Nielson, H. R., Nielson, F., Semantics with Applications: An Appetizer, Springer, 2007. • Nielson, F., Nielson, H. R., Hankin, C. Principles of Program Analysis, Springer, 1999. • Loeckx, J. and Sieber, K. The Foundations of Program Verification, 2nd ed. Wiley, 1987. • Davey, B. A., Priestley, H. A. Introduction to Lattices and Order, 2nd ed. Cambridge University Press, 2002. • Steffen, B., R�uthing, O., Isberner, M. Grundlagen der h�oheren Informatik: Induktives Vorgehen. Springer, 2013. 	
<p>2. Foundations of Software Analysis</p> <p>Lehrformen: �bung</p> <p>Dozenten: Mitarbeiter Praktische Informatik, insbesondere Softwaretechnik und Programmiersprachen</p> <p>Sprache: Englisch/Deutsch</p> <p>Angebotshäufigkeit: WS, jahrlich</p> <hr/> <p>Inhalte:</p> <p>The practicals (�bungen) will deepen the concepts and techniques taught in the lectures (Vorlesungen), and apply them to the analysis of small examples of software. They will mainly cover pen-and-paper exercises, but will also introduce students to modern software analysis tools. Emphasis will be put on presenting and discussing the solutions to the exercises by and among the students.</p> <hr/> <p>Literatur:</p> <p>- see the corresponding lectures -</p>	<p>3,00 SWS</p>
<p>Prüfung</p> <p>Hausarbeit mit Kolloquium / Prüfungsdauer: 20 Minuten</p> <p>Bearbeitungsfrist: 3 Wochen</p> <p>Beschreibung:</p> <p>Assignment (Hausarbeit) consisting of questions practicing, reviewing and deepening the knowledge transferred in the lectures and practicals (Vorlesungen und �bungen). The assignment is set in English; students may answer in either English or German.</p> <p>Colloquium (Kolloquium) consisting of questions testing the knowledge transferred in the lectures and practicals (Vorlesungen und Übungen), on the basis of the submitted solutions to the assignment (Hausarbeit). The examination language is either English or German and may be chosen by the student at the colloquium.</p>	

Modul SWT-PCC-M Principles of Compiler Construction		6 ECTS / 180 h
<i>Principles of Compiler Construction</i>		
(seit WS17/18) Modulverantwortliche/r: Prof. Dr. Gerald Lüttgen		
Inhalte: The module teaches the theoretical and practical principles of compiler construction, from lexical analysis and parsing, to semantic analysis, to code generation and optimisation.		
Lernziele/Kompetenzen: On completion of this module, students will be familiar with all phases of a modern compiler – from lexical analysis and parsing, to semantic analysis and finally code generation and code optimisation – and will have a deep understanding of the workings of compilers. As a result, students will be able to use compilers more effectively and learn better debugging practices. Students will also be able to start building compilers on their own.		
Sonstige Informationen: The main language of instruction is English. The lectures and practicals may be delivered in German if all participating students are fluent in German. The total workload of 180 hrs. is split approximately as follows: <ul style="list-style-type: none"> • 30 hrs. attending lectures (Vorlesungen) • 30 hrs. reviewing the lectures, including researching and studying material from additional sources • 30 hrs. attending practicals (Übungen) • 30 hrs. preparing and reviewing the practicals, including researching and studying material from additional sources • 60 hrs. working on the assignment (Hausarbeit) and preparing for the colloquium (Kolloquium) 		
Zulassungsvoraussetzung für die Belegung des Moduls: keine		
Empfohlene Vorkenntnisse: Basic knowledge in programming languages, in the theoretical foundations of Computer Science (especially in language theory and automata theory) and in algorithms and data structures.		Besondere Bestehensvoraussetzungen: keine
Angebotshäufigkeit: WS, jährlich	Empfohlenes Fachsemester:	Minimale Dauer des Moduls: 1 Semester
Lehrveranstaltungen		
1. Principles of Compiler Construction Lehrformen: Vorlesung Dozenten: Prof. Dr. Gerald Lüttgen Sprache: Englisch/Deutsch Angebotshäufigkeit: WS, jährlich		2,00 SWS
Inhalte: Students will be familiarised with a variety of theoretical and practical concepts, techniques and algorithms employed in compiler construction, which reach from language theory, to automata theory, to data flow analysis. The lectures will		

<p>focus on the following aspects of compiler construction: lexical analysis, parsing, abstract syntax, semantic analysis, code generation and code optimisation.</p>	
<p>Literatur:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Louden, K. C. Compiler Construction: Principles and Practice. Course Technology, 1997. • Aho, A. V., Sethi, R., Ullman, J. D. and Lam, M. S. Compilers: Principles, Techniques, and Tools, 2nd ed. Addison-Wesley, 2006. • Fischer, C. N., Cytron, R. K. and LeBlanc Jr., R. J. Crafting a Compiler. Pearson, 2010. • Muchnick, S. S. Advanced Compiler Design and Implementation, Morgan Kaufmann, 1997. 	
<p>2. Principles of Compiler Construction Lehrformen: Übung Dozenten: Prof. Dr. Gerald Lüttgen, Mitarbeiter Praktische Informatik, insbesondere Softwaretechnik und Programmiersprachen Sprache: Englisch/Deutsch Angebotshäufigkeit: WS, jährlich</p> <hr/> <p>Inhalte: Students will practice the theoretical concepts taught in the lectures by applying them to a variety of exercises, so that they can appreciate the diverse range of foundations that make modern programming languages possible. The exercises will largely be pen-and-paper exercises but may also involve some work using computers. Emphasis will be put on presenting and discussing the solutions to the exercises by and among the students, within the timetabled practicals (Übungen). Students can gain further practical experience in compiler construction by simultaneously attending the module "Bachelorprojekt Softwaretechnik und Programmiersprachen" (SWT-PR1-B).</p> <hr/> <p>Literatur: - see the corresponding lectures -</p>	<p>2,00 SWS</p>
<p>Prüfung Hausarbeit mit Kolloquium / Prüfungsdauer: 20 Minuten Bearbeitungsfrist: 3 Wochen</p> <p>Beschreibung: Assignment (Hausarbeit) consisting of questions practicing, reviewing and deepening the knowledge transferred in the lectures (Vorlesungen) and practicals (Übungen). The assignment is set in English language, while answers may be provided in either English or German.</p> <p>Colloquium (Kolloquium) consisting of questions testing the knowledge transferred in the lectures (Vorlesungen) and practicals (Übungen), on the basis of the submitted solutions to the assignment (Hausarbeit). The colloquium can be held electively in English or German language.</p>	

Modul SWT-PR2-M SWT Masters Project in Software Systems Science		9 ECTS / 270 h
<i>SWT Masters Project in Software Systems Science</i>		
(seit WS17/18)		
Modulverantwortliche/r: Prof. Dr. Gerald Lüttgen		
Inhalte:		
<p>Topics in Software Systems Science, which are taken from current research activities in software engineering and programming languages, are carried out in part individually and in part in small teams of students, from conception, via theoretical and/or practical realization, to evaluation. In particular, the project concerns the development of sound concepts pertaining to the task to be addressed under the given project constraints. This requires studying the current research literature and relevant approaches on the project's topic.</p> <p>An example of a project task would be the conceptual development, the prototypic implementation, and the case-study-driven evaluation of tools for software analysis and verification, which requires the prior or parallel attendance of the module "Applied Software Verification" (SWT-ASV-M), or equivalent knowledge.</p>		
Lernziele/Kompetenzen:		
<p>Students will deepen their knowledge regarding the conceptual problems that arise when carrying out theoretical and/or practical research and software projects, and regarding approaches to possible solutions. Since this will be done by means of the intensive conduct of a research topic in Software Systems Science, students will gain important experience in carrying out research-oriented projects, from project planning, to the abstract and concrete design, to the realization, to the documentation of results in a scientific project report.</p>		
Sonstige Informationen:		
<p>The main language of instruction is English. The module may be delivered in German if all participating students are fluent in German. A regular participation in the project meetings is necessary.</p> <p>The total workload of 270 hrs. is split approximately as follows:</p> <ul style="list-style-type: none"> • 15 hrs. participating in introductions to and tutorials on methods, software tools, and giving presentations on the project status • 60 hrs. researching and familiarization with the project topic • 150 hrs. conducting the project work • 45 hrs. compiling a project report (Assignment/Hausarbeit) and preparation of the Colloquium (Kolloquium). <p>The project report can be written/composed in either English or German.</p>		
Zulassungsvoraussetzung für die Belegung des Moduls:		
keine		
Empfohlene Vorkenntnisse:		Besondere Bestehensvoraussetzungen:
Basic knowledge in software engineering and programming languages, knowledge in the subject matter of the project topic.		keine
Angebotshäufigkeit: SS, jährlich	Empfohlenes Fachsemester:	Minimale Dauer des Moduls:
		1 Semester

Lehrveranstaltungen	
<p>SWT Masters Project in Software Systems Science</p> <p>Lehrformen: Übung</p> <p>Dozenten: Prof. Dr. Gerald Lüttgen</p> <p>Sprache: Englisch/Deutsch</p> <p>Angebotshäufigkeit: SS, jährlich</p> <hr/> <p>Lernziele:</p> <p>To be announced at the beginning of the project.</p> <hr/> <p>Inhalte:</p> <p>Conduct of the project, accompanied by regular meetings between students and lecturer.</p> <hr/> <p>Literatur:</p> <p>To be announced at the beginning of the project.</p>	<p>6,00 SWS</p>

<p>Prüfung</p> <p>Hausarbeit mit Kolloquium / Prüfungsdauer: 30 Minuten</p> <p>Bearbeitungsfrist: 12 Wochen</p> <p>Zulassungsvoraussetzung zur Modulprüfung:</p> <p>Regular participation in the practicals.</p> <p>Beschreibung:</p> <p>Production of a written report on the software project carried out (Assignment/Hausarbeit). Discussion of this project report and of the developed artefacts in the context of the wider project topic (Colloquium/Kolloquium).</p>	
---	--

Modultabelle

ID	Modul	Semester	ECTS	SWS	Prüfung
	A1: Software Systems Science		30 - 48		
	Modulgruppe: Wahlpflichtbereich A1WP: Software Systems Science		30 - 48		
DSG-DSAM-M	Distributed Systems Architecture and Middleware	WS, jährlich	6	2 Vorlesung 2 Übung	Hausarbeit mit Kolloquium 3 Monate 20 Minuten
DSG-IDistrSys	Introduction to Distributed Systems	SS, jährlich	6	2 Vorlesung 2 Übung	Hausarbeit mit Kolloquium 3 Monate 20 Minuten
DSG-SOA-M	Service-Oriented Architecture and Web Services	SS, jährlich	6	2 Vorlesung 2 Übung	Hausarbeit mit Kolloquium 3 Monate 20 Minuten
DSG-SRDS-M	Selected Readings in Distributed Systems	WS, SS	3	2 Vorlesung/Seminar	Hausarbeit mit Kolloquium 4 Monate 20 Minuten
Gdl-CaS-M	Theorie verteilter Systeme (Communication and Synchronisation)	SS, jährlich	6	4 Vorlesung und Übung	mündliche Prüfung 30 Minuten
Gdl-IaS-M	Informationssicherheit (Information and Security)	SS, jährlich	6	4 Vorlesung und Übung	mündliche Prüfung 30 Minuten
Gdl-MTL	Modal and Temporal Logic	WS, jährlich	6	4 Vorlesung und Übung	schriftliche Prüfung (Klausur) 90 Minuten
Gdl-IFP	Introduction to Functional Programming	WS, jährlich	6	2 Vorlesung 2 Übung	schriftliche Prüfung (Klausur) 90 Minuten
KTR-GIK-M	Grundbausteine der Internet-Kommunikation	SS, jährlich(on demand also WS)	6	4 Vorlesung und Übung	Hausarbeit mit Kolloquium 4 Monate 30 Minuten
KTR-MAKV-M	Modellierung und Analyse von Kommunikationsnetzen und Verteilten Systemen	SS, jährlich	6	4 Vorlesung und Übung	mündliche Prüfung 30 Minuten

Modultabelle

KTR-MMK-M	Multimedia-Kommunikation in Hochgeschwindigkeitsnetzen	SS, jährlich	6	4 Vorlesung und Übung	mündliche Prüfung 30 Minuten
KTR-Mobi-M	Mobilkommunikation	WS, jährlich	6	4 Vorlesung und Übung	mündliche Prüfung 30 Minuten
MOBI-DSC	Data Streams and Complex Event Processing	WS, jährlich(1)	6	2 Übung 2 Vorlesung	mündliche Prüfung 30 Minuten
MOBI-ADM-M	Advanced Data Management	SS, jährlich(1)	6	2 Vorlesung 2 Übung	mündliche Prüfung 30 Minuten
SWT-ASV-M	Applied Software Verification	SS, jährlich	6	2 Vorlesung 2 Übung	Hausarbeit mit Kolloquium 3 Wochen 20 Minuten
SWT-PCC-M	Principles of Compiler Construction	WS, jährlich	6	2 Vorlesung 2 Übung	Hausarbeit mit Kolloquium 3 Wochen 20 Minuten
SWT-FSA	Foundations of Software Analysis	WS, jährlich	6	3 Vorlesung 3 Übung	Hausarbeit mit Kolloquium 3 Wochen 20 Minuten

Modultabelle

ID	Modul	Semester	ECTS	SWS	Prüfung
	A2: Domain-specific Software Systems Science		0 - 18		
	Modulgruppe: Wahlpflichtbereich A2WP: Domain-specific Software Systems Science		0 - 18		
EESYS-ES-M	Energieeffiziente Systeme	SS, jährlich	6	2 Vorlesung 2 Übung	schriftliche Prüfung (Klausur) 90 Minuten
EESYS-DAE-M	Data Analytics in der Energieinformatik	WS, jährlich	6	2 Vorlesung 2 Übung	schriftliche Prüfung (Klausur) 90 Minuten
HCI-MCI-M	Mensch-Computer-Interaktion	SS, jährlich	6	2 Vorlesung 2 Übung	mündliche Prüfung 30 Minuten schriftliche Prüfung (Klausur) 90 Minuten
HCI-US-B	Ubiquitäre Systeme	WS, jährlich	6	2 Vorlesung 2 Übung	mündliche Prüfung 30 Minuten schriftliche Modulprüfung (Klausur) 90 Minuten
ISDL-SOA	SOA-Governance and Evaluation	WS, jährlich	3	2 Vorlesung und Übung	schriftliche Prüfung (Klausur) 90 Minuten
KInf-SemInf-M	Semantic Information Processing	WS, jährlich	6	2 Vorlesung 2 Übung	schriftliche Prüfung (Klausur) 90 Minuten
KogSys-ML-M	Lernende Systeme	WS, jährlich	6	2 Vorlesung 2 Übung	schriftliche Prüfung (Klausur) 90 Minuten
SME-STE-M	Introduction to Knowledge Representation: Space, Time, Events	WS, jährlich	6	2 Vorlesung 2 Übung	mündliche Prüfung 20 Minuten
SNA-OSN-M	Projekt zu Online Social Networks	WS, jährlich	6	4 Übung	Hausarbeit mit Kolloquium 4 Monate 30 Minuten

Modultabelle

ID	Modul	Semester	ECTS	SWS	Prüfung
A3: Seminar and Project			12		
Modulgruppe: Wahlpflichtbereich A3WP1: Seminar			3		
SSS-SEM-M	Master-level Seminar in Software Systems Science	WS, SS(1)	3	2 Hauptseminar	Hausarbeit mit Referat
Modulgruppe: Wahlpflichtbereich A3WP2: Project			9		
MOBI-PRS-M	Master Project Mobile Software Systems (SoSySc)	SS, jährlich(1)	9	6 Übung	Hausarbeit mit Kolloquium 12 Wochen 30 Minuten
DSG-Project-M	Masterprojekt Verteilte Systeme	WS, SS	9	6 Übung	Hausarbeit mit Kolloquium 3 Monate 20 Minuten
SWT-PR2-M	SWT Masters Project in Software Systems Science	SS, jährlich(On request also WS.)	9	6 Übung	Hausarbeit mit Kolloquium 12 Wochen 30 Minuten
KTR-SSSProj-M	KTR Masterprojekt Software Systems Science	WS, SS(Beginn WS)	9	6 Projekt	Hausarbeit mit Kolloquium 4 Monate 30 Minuten
PSI-ProjectCAD-M	Project Complex Attacks and Defenses	WS, SS(1)	9	6 Übung	Hausarbeit mit Kolloquium 3 Monate 30 Minuten
PSI-ProjectSP-M	Project Security and Privacy	WS, SS(1)	9	6 Übung	Hausarbeit mit Kolloquium 3 Monate 30 Minuten

Modultabelle

ID	Modul	Semester	ECTS	SWS	Prüfung
	A4: Master Thesis		30		
	A4: Master Thesis (see §35 & Appendix 2 of the StuFPO of the degree programmes Master Software Systems Science (90+120 ECTS) and Master International Software Systems Science (120 ECTS))				
SSS-Thesis-M	Master Thesis in Software Systems Science	WS, SS(1)	30		Masterarbeit 6 Monate

Modultabelle

ID	Modul	Semester	ECTS	SWS	Prüfung
	A5: International Experience		30		
	<p>According to §37 of the study and subject examination regulations (StuFPO), students have three options regarding the fulfillment of module group A5:</p> <ol style="list-style-type: none">(1) to study modules of software systems science at a university abroad for at least one semester, or(2) to complete an internship in an international context, preferably abroad, that covers topics of the occupational field of software systems science with a volume of at least 360 working hours.(3) If neither studies at a university abroad nor an internship in an international context is completed, the required 30 ECTS points for module group A5 must be earned in <i>previously uncompleted</i> modules included in the A1, A2 or A3 module groups (StuFPO, Appendix 1). Up to 18 ECTS points may also be earned in modules from the University of Bamberg's Language Centre (https://www.uni-bamberg.de/fileadmin/uni/wissenschaft_einricht/sprachenzentrum/MHB/NEU_MHB_Fachsprachen_WS_16_17.pdf). <p>Regarding the study of software systems science modules at a university abroad (1), courses with a workload comprising 30 ECTS points should be completed. The courses that are selected at a foreign university must be approved by learning agreements. These learning agreements must be issued by those instructors at the University of Bamberg who are responsible for the chosen subject and by the head of the local examining board before the graduate studies are initiated abroad. If less credit is earned, it is also possible to earn 12 ECTS points in the form of an additional internship in an international context. Irrespective of this option, the missing ECTS points may also be compensated by the completion of previously uncompleted modules from the module groups A1, A2 or A3 (StuFPO, Appendix 1) or modules (max.18 ECTS) from the University of Bamberg's Language Centre.</p> <p>Regarding the internship in an international context (2) with an equivalent workload of 12 ECTS credit points, a foreign or internationally acting domestic company (or research institute) may be selected. It must offer a specific internship relevant to the topics of software systems science. The documentation of the internship requires the submission of the following items to the head of the examining board: (1) a written report of at least 4 pages, reporting on the tasks and achievements, and (2) a certificate issued by the hosting institution or the organizational unit that has overseen the internship. To fulfill the requirements of 30 ECTS points for the A5 module group, either additional graduate studies abroad comprising at least 18 ECTS credit points may be pursued, or previously uncompleted modules within the module groups A1, A2 or A3 (StuFPO, Appendix 1) and modules (max. 18 ECTS) from the University of Bamberg's Language Centre, totaling 18 ECTS points, may be chosen.</p>				