



Otto-Friedrich Universität Bamberg

---

# **Modulhandbuch**

## **MSc International Software Systems Science (120 ECTS)**

**keine Zuordnung**

**Fassung für die Universitätsgremien im Zuge der Einrichtung der  
Masterstudiengänge Software Systems Science zum Wintersemester 2014/15 \*\*  
Status 13.01.2014 \*\***

---



---

# Module

|  |    |
|--|----|
| DSG-DSAM-M: Distributed Systems Architecture and Middleware.....                           | 7  |
| DSG-IDistrSys: Introduction to Distributed Systems.....                                    | 9  |
| DSG-Project-M: Masterprojekt Verteilte Systeme.....  | 12 |
| DSG-SOA-M: Service-Oriented Architecture and Web Services.....                             | 14 |
| DSG-SRDS-M: Selected Readings in Distributed Systems.....                                  | 17 |
| EESYS-ES1-M: Energieeffiziente Systeme1.....   | 19 |
| EESYS-ES2-M: Energieeffiziente Systeme II.....   | 21 |
| Gdl-CaS-M: Theorie verteilter Systeme (Communication and Synchronisation).....             | 23 |
| Gdl-IaS-M: Informationssicherheit (Information and Security).....                          | 25 |
| Gdl-SaV-B: Logik (Specification and Verification).....                                     | 27 |
| HCI-MCI-M: Mensch-Computer-Interaktion.....  | 29 |
| HCI-US-B: Ubiquitäre Systeme.....  | 31 |
| ISDL-SOA: SOA-Governance and Evaluation.....   | 33 |
| KInf-SemInf-M: Semantic Information Processing.....  | 36 |
| KTR-GIK-M: Grundbausteine der Internet-Kommunikation.....                                  | 38 |
| KTR-MAKV-M: Modellierung und Analyse von Kommunikationsnetzen und Verteilten Systemen..... | 41 |
| KTR-MMK-M: Multimedia-Kommunikation in Hochgeschwindigkeitsnetzen.....                     | 44 |
| KTR-Mobi-M: Mobilkommunikation.....  | 47 |
| KTR-SSSProj-M: KTR Masterprojekt Software Systems Science.....                             | 50 |
| KogSys-KogMod-M: Kognitive Modellierung.....   | 53 |
| KogSys-ML-M: Lernende Systeme (Machine Learning).....                                      | 55 |
| MOBI-ADM-M: Advanced Data Management.....  | 57 |
| MOBI-DSC: Data Streams and Complex Event Processing.....                                   | 59 |
| MOBI-PRS-M: Master Project Mobile Software Systems (SoSySc).....                           | 61 |
| MOBI-SDA-M: Stream Data Analytics.....   | 63 |
| SME-STE-M: Introduction to Knowledge Representation: Space, Time, Events.....              | 65 |
| SNA-OSN-M: Projekt zu Online Social Networks.....  | 67 |
| SSS-SEM-M: Master-level Seminar in Software Systems Science.....                           | 69 |
| SSS-Thesis-M: Master Thesis in Software Systems Science.....                               | 71 |

---

## Inhaltsverzeichnis

---

|   |    |
|---|----|
| SWT-ASV-M: Applied Software Verification.....                   | 72 |
| SWT-PCC-M: Principles of Compiler Construction.....             | 74 |
| SWT-PR2-M: SWT Masters Project in Software Systems Science..... | 76 |
| SWT-RPP-M: Selected Readings in Parallel Programming (OLD)..... | 78 |

---

---

# Übersicht nach Modulgruppen

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

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

|   |    |
|---|----|
| DSG-DSAM-M: Distributed Systems Architecture and Middleware (6 ECTS, WS, jährlich).....                           | 7  |
| DSG-IDistrSys: Introduction to Distributed Systems (6 ECTS, SS, jährlich).....                                    | 9  |
| DSG-SOA-M: Service-Oriented Architecture and Web Services (6 ECTS, SS, jährlich).....                             | 14 |
| DSG-SRDS-M: Selected Readings in Distributed Systems (3 ECTS, WS, SS).....  | 17 |
| Gdl-CaS-M: Theorie verteilter Systeme (Communication and Synchronisation) (6 ECTS, SS, jährlich).....             | 23 |
| Gdl-IaS-M: Informationssicherheit (Information and Security) (6 ECTS, SS, jährlich).....                          | 25 |
| Gdl-SaV-B: Logik (Specification and Verification) (6 ECTS, WS, jährlich).....                                     | 27 |
| KTR-GIK-M: Grundbausteine der Internet-Kommunikation (6 ECTS, SS, jährlich).....                                  | 38 |
| KTR-MAKV-M: Modellierung und Analyse von Kommunikationsnetzen und Verteilten Systemen (6 ECTS, SS, jährlich)..... | 41 |
| KTR-MMK-M: Multimedia-Kommunikation in Hochgeschwindigkeitsnetzen (6 ECTS, SS, jährlich).....                     | 44 |
| KTR-Mobi-M: Mobilkommunikation (6 ECTS, WS, jährlich).....  | 47 |
| MOBI-DSC: Data Streams and Complex Event Processing (6 ECTS, WS, jährlich).....                                   | 59 |
| MOBI-SDA-M: Stream Data Analytics (6 ECTS, SS, jährlich).....   | 63 |
| MOBI-ADM-M: Advanced Data Management (6 ECTS, SS, jährlich).....  | 57 |
| SWT-ASV-M: Applied Software Verification (6 ECTS, SS, jährlich).....  | 72 |
| SWT-PCC-M: Principles of Compiler Construction (6 ECTS, WS, jährlich).....  | 74 |
| SWT-RPP-M: Selected Readings in Parallel Programming (OLD) (3 ECTS, SS, jährlich).....                            | 78 |

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

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

|   |    |
|---|----|
| EESYS-ES1-M: Energieeffiziente Systeme1 (6 ECTS, SS, jährlich).....   | 19 |
| EESYS-ES2-M: Energieeffiziente Systeme II (6 ECTS, WS, jährlich)..... | 21 |
| HCI-MCI-M: Mensch-Computer-Interaktion (6 ECTS, SS, jährlich).....    | 29 |
| HCI-US-B: Ubiquitäre Systeme (6 ECTS, WS, jährlich).....              | 31 |

---

|  |    |
|--|----|
| ISDL-SOA: SOA-Governance and Evaluation (3 ECTS, WS, jährlich).....                                  | 33 |
| KInf-SemInf-M: Semantic Information Processing (6 ECTS, WS, jährlich).....                           | 36 |
| KogSys-KogMod-M: Kognitive Modellierung (6 ECTS, WS, jährlich).....                                  | 53 |
| KogSys-ML-M: Lernende Systeme (Machine Learning) (6 ECTS, WS, jährlich).....                         | 55 |
| SME-STE-M: Introduction to Knowledge Representation: Space, Time, Events (6 ECTS, WS, jährlich)..... | 65 |
| SNA-OSN-M: Projekt zu Online Social Networks (6 ECTS, WS, jährlich).....                             | 67 |

### **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)..... | 69 |
|---|----|

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

|   |    |
|---|----|
| MOBI-PRS-M: Master Project Mobile Software Systems (SoSySc) (9 ECTS, SS, jährlich)..... | 61 |
| DSG-Project-M: Masterprojekt Verteilte Systeme (9 ECTS, WS, SS).....                    | 12 |
| SWT-PR2-M: SWT Masters Project in Software Systems Science (9 ECTS, SS, jährlich).....  | 76 |
| KTR-SSSProj-M: KTR Masterprojekt Software Systems Science (9 ECTS, WS, SS).....         | 50 |

### **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)..... | 71 |
|--|----|

### **5) A5: "Brückenstudium" (MSc Software Systems Science, 120 ECTS) (Bereich) ECTS: 30**

A5: "Brückenstudium" (MSc Software Systems Science, 120 ECTS) (see §40 & Appendix B of the StuFPO of the degree programme Master Software Systems Science (120 ECTS))

### **6) A6: Graduate Study Abroad (MSc International Software Systems Science, 120 ECTS) (Bereich) ECTS: 30**

|  |                                  |   |
|--|----------------------------------|---|
| <b>Modul DSG-DSAM-M Distributed Systems Architecture and Middleware</b>  |                                  | 6 ECTS / 180 h<br>45 h Präsenzzeit<br>135 h Selbststudium |
| <i>Distributed Systems Architectures and Middleware</i>  |                                  |   |
| (seit WS12/13 bis SS18)  |                                  |   |
| Modulverantwortliche/r: Prof. Dr. Guido Wirtz  |                                  |   |
| <b>Inhalte:</b>  |                                  |   |
| <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"> <li>• Characteristics and Foundations of Distributed Systems</li> <li>• Classical Middleware and Services</li> <li>• Concurrency and Synchronization</li> <li>• Component Technologies</li> <li>• Cloud Computing, in particular platform as a service</li> <li>• Business-to-Business Technologies</li> </ul> <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> |                                  |   |
| <b>Lernziele/Kompetenzen:</b>  |                                  |   |
| 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.  |                                  |   |
| <b>Sonstige Informationen:</b>   |                                  |   |
| The main language of instruction in this course is English.  |                                  |   |
| <b>Zulassungsvoraussetzung für die Belegung des Moduls:</b>  |                                  |   |
| keine  |                                  |   |
| <b>Empfohlene Vorkenntnisse:</b>   |                                  | <b>Besondere</b>  |
| Basic knowledge in software engineering and in distributed systems as introduced, e.g., in the module DSG-IDistrSys.   |                                  | <b>Bestehensvoraussetzungen:</b>                          |
|  |                                  | keine   |
| <b>Angebotshäufigkeit:</b> WS, jährlich  | <b>Empfohlenes Fachsemester:</b> | <b>Minimale Dauer des Moduls:</b>                         |
|  |                                  | 1 Semester  |

| <b>Lehrveranstaltungen</b>  |                 |
|---|-----------------|
| <p><b>1. Lecture Distributed Systems Architecture and Middleware</b></p> <p><b>Lehrformen:</b> Vorlesung<br/> <b>Dozenten:</b> Prof. Dr. Guido Wirtz<br/> <b>Sprache:</b> Englisch<br/> <b>Angebotshäufigkeit:</b> WS, jährlich</p> <hr/> <p><b>Lernziele:</b><br/> c.f. overall module description</p> <hr/> <p><b>Inhalte:</b><br/> c.f. overall module description</p> <hr/> <p><b>Literatur:</b><br/> 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>   | <b>2,00 SWS</b> |
| <p><b>2. Exercise Course Distributed Systems Architecture and Middleware</b></p> <p><b>Lehrformen:</b> Übung<br/> <b>Dozenten:</b> Mitarbeiter Praktische Informatik<br/> <b>Sprache:</b> Englisch/Deutsch<br/> <b>Angebotshäufigkeit:</b> WS, jährlich</p> <hr/> <p><b>Inhalte:</b><br/> 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><b>Literatur:</b><br/> see lecture</p>   | <b>2,00 SWS</b> |
| <p><b>Prüfung</b><br/> Hausarbeit mit Kolloquium / Prüfungsdauer: 20 Minuten<br/> Bearbeitungsfrist: 3 Monate</p> <p><b>Beschreibung:</b><br/> Oral examination concerning the topics discussed in the lecture, exercises and assignment. <b>Students may choose English or German as the language for the oral examination.</b> 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><b>Note:</b> 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> |                 |

|   |   |
|---|---|
| <b>Modul DSG-IDistrSys Introduction to Distributed Systems</b><br><i>Introduction to Distributed Systems</i>  | 6 ECTS / 180 h<br>45 h Präsenzzeit<br>135 h Selbststudium |
| (seit SS13 bis SS17)<br>Modulverantwortliche/r: Prof. Dr. Guido Wirtz   |   |
| <b>Inhalte:</b><br>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! |   |
| <b>Lernziele/Kompetenzen:</b><br>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.   |   |
| <b>Sonstige Informationen:</b><br>The language of instruction in this course is English.<br>The overall workload of 180h for this module consists of: <ul style="list-style-type: none"> <li>• weekly classes: 22.5h</li> <li>• tutorials: 22.5h</li> <li>• Work on assignment: 75h</li> <li>• Literature study 30h</li> <li>• preparation for and time of the final exam: 30h</li> </ul> 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.   |   |
| <b>Zulassungsvoraussetzung für die Belegung des Moduls:</b><br>keine  |   |
| <b>Empfohlene Vorkenntnisse:</b><br>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.<br>Modul Programmierung komplexer interagierender Systeme (DSG-PKS-B) - empfohlen  | <b>Besondere Bestehensvoraussetzungen:</b><br>keine       |

|   |                                  |   |
|---|----------------------------------|---|
| <b>Angebotshäufigkeit:</b> SS, jährlich | <b>Empfohlenes Fachsemester:</b> | <b>Minimale Dauer des Moduls:</b><br>1 Semester |
|---|----------------------------------|---|

| <b>Lehrveranstaltungen</b>  |                 |
|---|-----------------|
| <p><b>1. Lecture Introduction to Distributed Systems</b></p> <p><b>Lehrformen:</b> Vorlesung<br/> <b>Dozenten:</b> Prof. Dr. Guido Wirtz<br/> <b>Sprache:</b> Englisch<br/> <b>Angebotshäufigkeit:</b> SS, jährlich</p> <hr/> <p><b>Lernziele:</b><br/>c.f. overall module description</p> <hr/> <p><b>Inhalte:</b><br/>c.f. overall module description</p> <hr/> <p><b>Literatur:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• George Coulouris, Jean Dollimore, Tim Kindberg, Gordon Blair: Distributed Systems. Pearson Education UK, 2011 (5. Auflage); ISBN: 9780273760597</li> <li>• Kenneth P. Birman: Guide to Reliable Distributed Systems. Springer Texts in CS, Springer Verlag, 2012, ISBN 978-1-4471-2415-3</li> <li>• Andrew Tanenbaum, Marten van Steen: Distributed Systems - Principles and Paradigms, 2015 (2nd edition)</li> </ul> | <b>2,00 SWS</b> |
| <p><b>2. Tutorial Introduction to Distributed Systems</b></p> <p><b>Lehrformen:</b> Übung<br/> <b>Dozenten:</b> Mitarbeiter Praktische Informatik<br/> <b>Sprache:</b> Englisch/Deutsch<br/> <b>Angebotshäufigkeit:</b> SS, jährlich</p> <hr/> <p><b>Lernziele:</b><br/>c.f. overall module description</p> <hr/> <p><b>Inhalte:</b><br/>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>  | <b>2,00 SWS</b> |

|  |  |
|--|--|
| <p><b>Prüfung</b></p> <p>Hausarbeit mit Kolloquium / Prüfungsdauer: 20 Minuten<br/>         Bearbeitungsfrist: 3 Monate</p> <p><b>Beschreibung:</b><br/>         Oral examination concerning the topics discussed in the lecture, exercises and assignment. <b>Students may choose English or German as the language for the oral examination.</b> 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).<br/>         Students are assumed to work on a programming assignment ('schriftliche Hausarbeit') during the semester that is introduced at the beginning of the</p> |  |
|--|--|

---

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.

|  |  |
|--|--|
| <p><b>Modul DSG-Project-M Masterprojekt Verteilte Systeme</b><br/> <i>Distributed Systems Project</i></p>  | <p>9 ECTS / 270 h<br/>           180 h Präsenzzeit<br/>           90 h Selbststudium</p> |
| <p>(seit WS12/13 bis SS18)<br/>           Modulverantwortliche/r: Prof. Dr. Guido Wirtz</p>  |  |
| <p><b>Inhalte:</b><br/>           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.</p> |  |
| <p><b>Lernziele/Kompetenzen:</b><br/>           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.</p>   |  |
| <p><b>Sonstige Informationen:</b><br/>           Der Arbeitsaufwand von insgesamt 270 Std. (als Block nach dem jeweiligen SoSe oder WiSe) gliedert sich in etwa in:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• 35 Std. Einführung, Vorstellen von Werkzeugen, Kurzvorträge</li> <li>• 30 Std. Recherchen zu und Einarbeitung in Thematik des Projekts inkl. Vorbereiten von Kurzvorträgen</li> <li>• 180 Std. praktische Projektarbeit (Softwareentwicklung)</li> <li>• 15 Std. Abfassen des Projektberichts und Erstellen des gemeinsamen Posters</li> <li>• 10 Std. Vorbereitung auf und Zeit für die Projektpräsentation (unter o.g. schon erbrachten Aufwänden)</li> </ul>   |  |
| <p><b>Zulassungsvoraussetzung für die Belegung des Moduls:</b><br/>           keine</p>  |  |
| <p><b>Empfohlene Vorkenntnisse:</b><br/>           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).</p>   | <p><b>Besondere Bestehensvoraussetzungen:</b><br/>           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. |                                  |   |
| Modul Introduction to Distributed Systems (DSG-IDistrSys) - empfohlen  |                                  |   |
| <b>Angebotshäufigkeit:</b> WS, SS  | <b>Empfohlenes Fachsemester:</b> | <b>Minimale Dauer des Moduls:</b><br>1 Semester |

|  |                 |
|--|-----------------|
| <b>Lehrveranstaltungen</b>   |                 |
| <p><b>Projektübung Masterprojekt Verteilte Systeme</b></p> <p><b>Lehrformen:</b> Übung</p> <p><b>Dozenten:</b> Prof. Dr. Guido Wirtz, Mitarbeiter Praktische Informatik</p> <p><b>Sprache:</b> Englisch/Deutsch</p> <p><b>Angebotshäufigkeit:</b> WS, SS</p> <hr/> <p><b>Inhalte:</b></p> <p>vgl. Modulbeschreibung</p> <hr/> <p><b>Literatur:</b></p> <p>- je nach Praktikumsthema -</p>  | <b>6,00 SWS</b> |
| <p><b>Prüfung</b></p> <p>Hausarbeit mit Kolloquium / Prüfungsdauer: 20 Minuten</p> <p>Bearbeitungsfrist: 3 Monate</p> <p><b>Zulassungsvoraussetzung zur Modulprüfung:</b></p> <p>Regelmäßige Teilnahme an der Lehrveranstaltung</p> <p><b>Beschreibung:</b></p> <p>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> |                 |

|   |  |
|---|--|
| <p><b>Modul DSG-SOA-M Service-Oriented Architecture and Web Services</b><br/> <i>Service-Oriented Architecture and Web Services</i></p>   | <p>6 ECTS / 180 h<br/>         45 h Präsenzzeit<br/>         135 h Selbststudium</p> |
| <p>(seit WS12/13 bis SS18)<br/>         Modulverantwortliche/r: Prof. Dr. Guido Wirtz</p>   |  |
| <p><b>Inhalte:</b></p> <p>Building enterprise-scale IT systems requires sound concepts for integrating software. <b>Service-oriented architectures (SOAs)</b> 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, <b>software ecosystems (SECOs)</b> 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"> <li>• Conceptual Foundations of SOA</li> <li>• SOA Characteristics</li> <li>• Microservices</li> <li>• WSDL and Basic Web Services</li> <li>• REST-ful Services</li> <li>• Software Ecosystems</li> <li>• Container technology</li> </ul> <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><b>2. Exercise Course Service-Oriented Architecture and Web Services</b><br/> <b>Lehrformen:</b> Übung<br/> <b>Dozenten:</b> Mitarbeiter Praktische Informatik<br/> <b>Sprache:</b> Englisch/Deutsch<br/> <b>Angebotshäufigkeit:</b> SS, jährlich</p> <hr/> <p><b>Inhalte:</b><br/>         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><b>Literatur:</b><br/>         (see lecture)</p>  | <p><b>2,00 SWS</b></p> |
| <p><b>Prüfung</b><br/>         Hausarbeit mit Kolloquium / Prüfungsdauer: 20 Minuten<br/>         Bearbeitungsfrist: 3 Monate</p> <p><b>Beschreibung:</b><br/>         Oral examination concerning the topics discussed in the lecture, exercises and assignment. <b>Students may choose English or German as the language for the oral examination.</b> 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).<br/>         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><b>Note:</b> 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> |                        |

|   |                                  |   |
|---|----------------------------------|---|
| <b>Modul DSG-SRDS-M Selected Readings in Distributed Systems</b>  |                                  | 3 ECTS / 90 h<br>23 h Präsenzzeit<br>67 h Selbststudium |
| <i>Selected Readings in Distributed Systems</i>   |                                  |   |
| (seit SS11 bis SS18)  |                                  |   |
| Modulverantwortliche/r: Prof. Dr. Guido Wirtz   |                                  |   |
| <b>Inhalte:</b>   |                                  |   |
| <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-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.</p>                |                                  |   |
| <b>Lernziele/Kompetenzen:</b>   |                                  |   |
| <p>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.</p>  |                                  |   |
| <b>Sonstige Informationen:</b>  |                                  |   |
| <p>The main language of instruction in this course is English.</p> <p>The overall work load for the course is 90 hours:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• 22.5 h classes</li> <li>• 55 h work on assigned readings, essay and presentations</li> <li>• 12.5 h preparation for and time of final exam</li> </ul> <p>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.</p> |                                  |   |
| <b>Zulassungsvoraussetzung für die Belegung des Moduls:</b>   |                                  |   |
| keine   |                                  |   |
| <b>Empfohlene Vorkenntnisse:</b>  |                                  | <b>Besondere Bestehensvoraussetzungen:</b>              |
| <p>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)</p> <p>Modul Introduction to Distributed Systems (DSG-IDistrSys) - empfohlen</p>   |                                  | keine   |
| <b>Angebotshäufigkeit:</b> WS, SS   | <b>Empfohlenes Fachsemester:</b> | <b>Minimale Dauer des Moduls:</b>                       |
|   |                                  | 1 Semester  |
| <b>Lehrveranstaltungen</b>  |                                  |   |
| <b>Selected Readings in Distributed Systems</b>   |                                  | <b>2,00 SWS</b>   |

|   |  |
|---|--|
| <p><b>Lehrformen:</b> Vorlesung/Seminar<br/> <b>Dozenten:</b> Prof. Dr. Guido Wirtz, Mitarbeiter Praktische Informatik<br/> <b>Sprache:</b> Englisch<br/> <b>Angebotshäufigkeit:</b> WS, SS</p> <hr/> <p><b>Inhalte:</b><br/> The course discusses recent topics and research questions concerning distributed systems and related areas like, e.g.,</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Components and Component systems (SoSe 2010)</li> <li>• Service Engineering Challenges in a B2Bi world (WiSe 2010/2011)</li> <li>• Visual Process Description Languages (SoSe 2011)</li> <li>• Services, SOA and Orchestrations - State of the Art (SoSe 2012, SoSe 2013)</li> <li>• Services, SOA, Process Languages, ... Clouds - State of the Art (SoSe 2014)</li> <li>• Enterprise Architecture from EAI to the IoT (WS 2016/2017)</li> </ul> <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><b>Literatur:</b><br/> 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> |  |
| <p><b>Prüfung</b><br/> Hausarbeit mit Kolloquium / Prüfungsdauer: 20 Minuten<br/> Bearbeitungsfrist: 4 Monate</p> <p><b>Beschreibung:</b><br/> 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>  |  |

|  |                                  |   |
|--|----------------------------------|---|
| <b>Modul EESYS-ES1-M Energieeffiziente Systeme1</b><br><i>Energy Efficient Systems 1</i>   |                                  | 6 ECTS / 180 h                                      |
| (seit SS13 bis SS16)<br>Modulverantwortliche/r: Prof. Dr. Thorsten Staake  |                                  |   |
| <b>Inhalte:</b><br>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 betragen können. |                                  |   |
| <b>Lernziele/Kompetenzen:</b><br>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.  |                                  |   |
| <b>Zulassungsvoraussetzung für die Belegung des Moduls:</b><br>keine   |                                  |   |
| <b>Empfohlene Vorkenntnisse:</b><br>keine  |                                  | <b>Besondere Bestehensvoraussetzungen:</b><br>keine |
| <b>Angebotshäufigkeit:</b> SS, jährlich  | <b>Empfohlenes Fachsemester:</b> | <b>Minimale Dauer des Moduls:</b><br>1 Semester     |

|  |                 |
|--|-----------------|
| <b>Lehrveranstaltungen</b>   |                 |
| <b>1. Vorlesung Energieeffiziente Systeme 1</b><br><b>Lehrformen:</b> Vorlesung<br><b>Dozenten:</b> Prof. Dr. Thorsten Staake<br><b>Sprache:</b> Deutsch/Englisch<br><b>Angebotshäufigkeit:</b> SS, jährlich   | <b>2,00 SWS</b> |
| <b>Inhalte:</b><br>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.<br>Die Lehrsprache wird in der ersten Lehrveranstaltung bekanntgegeben. |                 |
| <b>Literatur:</b><br>Sustainable energy – without the hot air; David JC McKay (ausgewählte Kapitel), verfügbar online unter: <a href="http://www.withouthotair.com">www.withouthotair.com</a>  |                 |

|  |                        |
|--|------------------------|
| <p><b>2. Übung Energieeffiziente Systeme 1</b><br/> <b>Lehrformen:</b> Übung<br/> <b>Sprache:</b> Deutsch/Englisch<br/> <b>Angebotshäufigkeit:</b> SS, jährlich</p> <hr/> <p><b>Inhalte:</b><br/>                 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><b>2,00 SWS</b></p> |
| <p><b>Prüfung</b><br/>                 schriftliche Prüfung (Klausur) / Prüfungsdauer: 90 Minuten</p> <p><b>Beschreibung:</b><br/>                 In der Klausur werden die in Vorlesung und Übung behandelten Inhalte geprüft. Es können 90 Punkte erzielt werden. Die Bearbeitungsdauer der Klausur 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.<br/>                 Die Prüfungssprache wird in der ersten Lehrveranstaltung bekanntgegeben.</p> |                        |

|  |                                  |   |
|--|----------------------------------|---|
| <b>Modul EESYS-ES2-M Energieeffiziente Systeme II</b><br><i>Energieeffiziente Systeme II</i>   |                                  | 6 ECTS / 180 h                                      |
| (seit WS13/14 bis WS14/15)<br>Modulverantwortliche/r: Prof. Dr. Thorsten Staake  |                                  |   |
| <b>Inhalte:</b><br>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 eine handlungsleitende Aufbereitung der Resultate. |                                  |   |
| <b>Lernziele/Kompetenzen:</b><br>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.   |                                  |   |
| <b>Zulassungsvoraussetzung für die Belegung des Moduls:</b><br>keine   |                                  |   |
| <b>Empfohlene Vorkenntnisse:</b><br>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.   |                                  | <b>Besondere Bestehensvoraussetzungen:</b><br>keine |
| <b>Angebotshäufigkeit:</b> WS, jährlich  | <b>Empfohlenes Fachsemester:</b> | <b>Minimale Dauer des Moduls:</b><br>1 Semester     |

|   |                 |
|---|-----------------|
| <b>Lehrveranstaltungen</b>  |                 |
| <b>1. Vorlesung Data Analytics in der Energieinformatik</b><br><b>Lehrformen:</b> Vorlesung<br><b>Dozenten:</b> Prof. Dr. Thorsten Staake<br><b>Sprache:</b> Deutsch/Englisch<br><b>Angebotshäufigkeit:</b> WS, jährlich  | <b>2,00 SWS</b> |
| <b>Inhalte:</b><br>Die Lehrveranstaltung 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. |                 |
| <b>Literatur:</b>   |                 |

|  |                        |
|--|------------------------|
| <p>Sustainable energy – without the hot air; David JC McKay (ausgewählte Kapitel),<br/>verfügbar online unter: <a href="http://www.withouthotair.com">www.withouthotair.com</a></p>  |                        |
| <p><b>2. Übung Data Analytics in der Energieinformatik</b><br/> <b>Lehrformen:</b> Übung<br/> <b>Sprache:</b> Deutsch/Englisch<br/> <b>Angebotshäufigkeit:</b> WS, jährlich</p> <hr/> <p><b>Inhalte:</b><br/>         Anwendungen und Vertiefungen zu den Inhalten der Vorlesung. Es sind kleinere<br/>         Aufgaben mit Hilfe der Statistik-Software R zu lösen. Hierzu findet zuvor eine<br/>         Einführung in R statt.</p> | <p><b>2,00 SWS</b></p> |

|   |  |
|---|--|
| <p><b>Prüfung</b><br/>         schriftliche Prüfung (Klausur) / Prüfungsdauer: 90 Minuten</p> <p><b>Beschreibung:</b><br/>         In der Klausur werden die in Vorlesung und Übung behandelten Inhalte geprüft.<br/>         Es können 90 Punkte erzielt werden. Die Bearbeitungsdauer der Klausur<br/>         beträgt 90 Minuten. Durch die freiwillige Bearbeitung von semesterbegleitenden<br/>         Studienleistungen können Teilnehmende 12 Punkte sammeln, die auf die Klausur<br/>         anrechenbar sind, sofern die Klausur auch ohne Punkte aus Studienleistungen<br/>         bestanden ist. Mögliche Studienleistungen sind schriftliche Hausarbeiten,<br/>         Referate oder kleinere Software-Projekte. Zu Beginn der Lehrveranstaltung<br/>         werden die Bearbeitungsdauer und die Punkte pro optionaler Studienleistung<br/>         angegeben. Eine Bewertung von 1.0 kann auch ohne Punkte aus den Übungen<br/>         erreicht werden.</p> |  |
|---|--|

|   |   |
|---|---|
| <b>Modul Gdl-CaS-M Theorie verteilter Systeme (Communication and Synchronisation)</b><br><i>Communication and Synchronisation</i>   | 6 ECTS / 180 h                                      |
| (seit SS14 bis SS17)<br>Modulverantwortliche/r: Prof. Ph.D. Michael Mendler   |   |
| <b>Inhalte:</b><br>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.   |   |
| <b>Lernziele/Kompetenzen:</b><br>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 Beschreibungs komplexität; 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. |   |
| <b>Sonstige Informationen:</b><br>Der Arbeitsaufwand für dieses Modul gliedert sich grob wie folgt: <ul style="list-style-type: none"> <li>• Teilnahme an Vorlesung und Übung: 45 Stunden</li> <li>• Vor- und Nachbereitung der Vorlesung und Übungen (inkl. Recherche und Studium zusätzlicher Quellen): 90 Stunden</li> <li>• Bearbeiten der Übungsaufgaben (unbenotet und freiwillig): 15 Stunden</li> <li>• Prüfungsvorbereitung: 30 Stunden</li> <li>• mündliche Prüfung: 30 Minuten</li> </ul>  |   |
| <b>Zulassungsvoraussetzung für die Belegung des Moduls:</b><br>keine  |   |
| <b>Empfohlene Vorkenntnisse:</b><br>grundlegende Programmierkenntnisse, Englischkenntnisse<br>Modul Einführung in Algorithmen, Programmierung und Software (DSG-EiAPS-B) - empfohlen  | <b>Besondere Bestehensvoraussetzungen:</b><br>keine |

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

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

|  |   |
|--|---|
| <b>Modul Gdl-IaS-M Informationssicherheit (Information and Security)</b><br><i>Information and Security</i>  | 6 ECTS / 180 h                                      |
| (seit WS14/15 bis SS17)<br>Modulverantwortliche/r: Prof. Ph.D. Michael Mendler   |   |
| <b>Inhalte:</b><br>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. |   |
| <b>Lernziele/Kompetenzen:</b><br>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.  |   |
| <b>Sonstige Informationen:</b><br>Der Arbeitsaufwand für dieses Modul gliedert sich grob wie folgt: <ul style="list-style-type: none"> <li>• Teilnahme an Vorlesung und Übung: 45 Stunden</li> <li>• Vor- und Nachbereitung der Vorlesung und Übungen (inkl. Recherche und Studium zusätzlicher Quellen): 90 Stunden</li> <li>• Bearbeiten der Übungsaufgaben (unbenotet und freiwillig): 15 Stunden</li> <li>• Prüfungsvorbereitung: 30 Stunden</li> <li>• mündliche Prüfung: 30 Minuten</li> </ul>   |   |
| <b>Zulassungsvoraussetzung für die Belegung des Moduls:</b><br>keine   |   |
| <b>Empfohlene Vorkenntnisse:</b><br>grundlegende Programmierkenntnisse, gute Mathematik- und Englischkenntnisse<br><br>Modul Einführung in die Informatik (DSG-Eidl-B) - empfohlen<br>Modul Grundlagen der Theoretischen Informatik (Gdl-GTI-B) - empfohlen  | <b>Besondere Bestehensvoraussetzungen:</b><br>keine |

|  |                                  |   |
|--|----------------------------------|---|
| Modul Mathematik für Informatiker 1 (Aussagen- und Prädikatenlogik)<br>(Gdl-Mfl-1) - empfohlen |                                  |   |
| <b>Angebotshäufigkeit:</b> SS, jährlich  | <b>Empfohlenes Fachsemester:</b> | <b>Minimale Dauer des Moduls:</b><br>1 Semester |

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

|   |                                  |  |
|---|----------------------------------|--|
| <b>Modul Gdl-SaV-B Logik (Specification and Verification)</b>   |                                  | 6 ECTS / 180 h                             |
| <i>Specification and Verification</i>   |                                  |  |
| (seit WS14/15 bis SS17)   |                                  |  |
| Modulverantwortliche/r: Prof. Ph.D. Michael Mendler   |                                  |  |
| <b>Inhalte:</b>   |                                  |  |
| <p>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.</p> |                                  |  |
| <b>Lernziele/Kompetenzen:</b>   |                                  |  |
| <p>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.</p>  |                                  |  |
| <b>Sonstige Informationen:</b>  |                                  |  |
| Der Arbeitsaufwand für dieses Modul gliedert sich grob wie folgt:   |                                  |  |
| <ul style="list-style-type: none"> <li>• Teilnahme an Vorlesung und Übung: 45 Stunden</li> <li>• Vor- und Nachbereitung der Vorlesung und Übungen (inkl. Recherche und Studium zusätzlicher Quellen): 90 Stunden</li> <li>• Bearbeiten der Übungsaufgaben (unbenotet und freiwillig): 15 Stunden</li> <li>• Prüfungsvorbereitung: 30 Stunden</li> </ul>   |                                  |  |
| <b>Zulassungsvoraussetzung für die Belegung des Moduls:</b>   |                                  |  |
| keine   |                                  |  |
| <b>Empfohlene Vorkenntnisse:</b>  |                                  | <b>Besondere Bestehensvoraussetzungen:</b> |
| <p>grundlegende 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                                      |
| <b>Angebotshäufigkeit:</b> WS, jährlich   | <b>Empfohlenes Fachsemester:</b> | <b>Minimale Dauer des Moduls:</b>          |
|   |                                  | 1 Semester                                 |
| <b>Lehrveranstaltungen</b>  |                                  |  |
| <b>Vorlesung und Übung Logik (Specification and Verification)</b>   |                                  | <b>4,00 SWS</b>                            |
| <b>Lehrformen:</b> Vorlesung und Übung  |                                  |  |

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

|  |  |
|--|--|
| <p><b>Prüfung</b><br/>schriftliche Prüfung (Klausur) / Prüfungsdauer: 90 Minuten</p> |  |
|--|--|

|   |                                  |   |
|---|----------------------------------|---|
| <b>Modul HCI-MCI-M Mensch-Computer-Interaktion</b><br><i>Human-Computer Interaction</i>   |                                  | 6 ECTS / 180 h                                      |
| (seit SS11 bis SS16)<br>Modulverantwortliche/r: Prof. Dr. Tom Gross   |                                  |   |
| <b>Inhalte:</b><br>Vertiefende theoretische, methodische und praktische Grundlagen der Mensch-Computer-Interaktion.   |                                  |   |
| <b>Lernziele/Kompetenzen:</b><br>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.   |                                  |   |
| <b>Sonstige Informationen:</b><br><a href="http://www.uni-bamberg.de/hci/leistungen/studium">http://www.uni-bamberg.de/hci/leistungen/studium</a><br>Der Arbeitsaufwand für dieses Modul gliedert sich grob wie folgt: <ul style="list-style-type: none"> <li>• Teilnahme an Vorlesung und Übung: insgesamt 45 Stunden</li> <li>• Vor- und Nachbereitung der Vorlesung (inkl. Recherche und Studium zusätzlicher Quellen): ca. 30 Stunden</li> <li>• Vor- und Nachbereitung der Übung (inkl. Recherche und Studium zusätzlicher Quellen sowie Bearbeitung der optionalen Studienleistungen): ca. 75 Stunden</li> <li>• Prüfungsvorbereitung: ca. 30 Stunden (basierend auf dem bereits im obigen Sinne erarbeiteten Stoff)</li> </ul> Der Unterricht erfolgt grundsätzlich in deutscher und bei Bedarf der Studierenden in englischer Sprache. Sämtliche Unterlagen (inkl. Prüfung) sind in englischer Sprache verfügbar. |                                  |   |
| <b>Zulassungsvoraussetzung für die Belegung des Moduls:</b><br>keine  |                                  |   |
| <b>Empfohlene Vorkenntnisse:</b><br>Modul Algorithmen und Datenstrukturen (MI-AuD-B)<br>Modul Einführung in Algorithmen, Programmierung und Software (DSG-EiAPS-B)  |                                  | <b>Besondere Bestehensvoraussetzungen:</b><br>keine |
| <b>Angebotshäufigkeit:</b> SS, jährlich   | <b>Empfohlenes Fachsemester:</b> | <b>Minimale Dauer des Moduls:</b><br>1 Semester     |

|  |                 |
|--|-----------------|
| <b>Lehrveranstaltungen</b>   |                 |
| <b>1. Vorlesung Mensch-Computer-Interaktion</b><br><b>Lehrformen:</b> Vorlesung<br><b>Dozenten:</b> Prof. Dr. Tom Gross<br><b>Sprache:</b> Deutsch/Englisch<br><b>Angebotshäufigkeit:</b> SS, jährlich   | <b>2,00 SWS</b> |
| <b>Inhalte:</b><br>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"> <li>• Mobile Mensch-Computer-Interaktion</li> <li>• Adaptivität und Adaptierbarkeit</li> </ul> |                 |

|   |                        |
|---|------------------------|
| <ul style="list-style-type: none"> <li>• Informationsvisualisierung</li> <li>• Tangible User Interaction</li> <li>• Usability Engineering</li> <li>• Gebrauchstauglichkeit und Ökonomie</li> </ul>  |                        |
| <p><b>Literatur:</b><br/>Die Veranstaltung ist eine Zusammenstellung verschiedener Quellen; als ergänzende Quelle und zum Nachschlagen wird empfohlen:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Jacko, J.A. und Sears, A., (Hrsg.). Human-Computer Interaction Handbook: Fundamentals, Evolving Technologies, and Emerging Applications. Lawrence Erlbaum, Hillsdale, NJ, 2002.</li> <li>• Hammond, J., Gross, T. und Wesson, J., (Hrsg.). Usability: Gaining a Competitive Edge. Kluwer Academic Publishers, Dordrecht, 2002.</li> </ul>   |                        |
| <p><b>2. Übung Mensch-Computer-Interaktion</b><br/><b>Lehrformen:</b> Übung<br/><b>Dozenten:</b> Mitarbeiter Mensch-Computer-Interaktion<br/><b>Sprache:</b> Deutsch/Englisch<br/><b>Angebotshäufigkeit:</b> SS, jährlich</p> <hr/> <p><b>Inhalte:</b><br/>praktische Aufgaben zum Vorlesungsstoff</p> <hr/> <p><b>Literatur:</b><br/>siehe Vorlesung</p>   | <p><b>2,00 SWS</b></p> |
| <p><b>Prüfung</b><br/>mündliche Prüfung / Prüfungsdauer: 30 Minuten</p> <p><b>Beschreibung:</b><br/>In der mündlichen Prüfung mit einer Prüfungsdauer von 30 Minuten können 90 Punkte erzielt werden. In Abhängigkeit der Teilnehmerzahl findet die Prüfung alternativ in Form einer schriftlichen Klausur über 90 Minuten mit 90 Punkten statt. Die Prüfungsform wird zu Semesterbeginn in der ersten Vorlesung verbindlich mitgeteilt.</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> |                        |

|   |                                  |   |
|---|----------------------------------|---|
| <b>Modul HCI-US-B Ubiquitäre Systeme</b><br><i>Ubiquitous Systems</i>   |                                  | 6 ECTS / 180 h                                      |
| (seit WS11/12 bis SS16)<br>Modulverantwortliche/r: Prof. Dr. Tom Gross  |                                  |   |
| <b>Inhalte:</b><br>Theoretische, methodische und praktische Grundlagen des Ubiquitous Computing.  |                                  |   |
| <b>Lernziele/Kompetenzen:</b><br>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.  |                                  |   |
| <b>Sonstige Informationen:</b><br><a href="http://www.uni-bamberg.de/hci/leistungen/studium">http://www.uni-bamberg.de/hci/leistungen/studium</a><br>Der Arbeitsaufwand für dieses Modul gliedert sich grob wie folgt: <ul style="list-style-type: none"> <li>• Teilnahme an Vorlesung und Übung: insgesamt 45 Stunden</li> <li>• Vor- und Nachbereitung der Vorlesung (inkl. Recherche und Studium zusätzlicher Quellen): ca. 30 Stunden</li> <li>• Vor- und Nachbereitung der Übung (inkl. Recherche und Studium zusätzlicher Quellen sowie Bearbeitung der optionalen Studienleistungen): ca. 75 Stunden</li> <li>• Prüfungsvorbereitung: ca. 30 Stunden (basierend auf dem bereits im obigen Sinne erarbeiteten Stoff)</li> </ul> Der Unterricht erfolgt grundsätzlich in deutscher und bei Bedarf der Studierenden in englischer Sprache. Sämtliche Unterlagen (inkl. Prüfung) sind in englischer Sprache verfügbar. |                                  |   |
| <b>Zulassungsvoraussetzung für die Belegung des Moduls:</b><br>keine  |                                  |   |
| <b>Empfohlene Vorkenntnisse:</b><br>Modul Algorithmen und Datenstrukturen (MI-AuD-B)<br>Modul Einführung in Algorithmen, Programmierung und Software (DSG-EiAPS-B)  |                                  | <b>Besondere Bestehensvoraussetzungen:</b><br>keine |
| <b>Angebotshäufigkeit:</b> WS, jährlich   | <b>Empfohlenes Fachsemester:</b> | <b>Minimale Dauer des Moduls:</b><br>1 Semester     |

|   |                 |
|---|-----------------|
| <b>Lehrveranstaltungen</b>  |                 |
| <b>1. Vorlesung Ubiquitäre Systeme</b><br><b>Lehrformen:</b> Vorlesung<br><b>Dozenten:</b> Prof. Dr. Tom Gross<br><b>Sprache:</b> Deutsch/Englisch<br><b>Angebotshäufigkeit:</b> WS, jährlich   | <b>2,00 SWS</b> |
| <b>Inhalte:</b><br>Im Rahmen der Vorlesung werden nach einer Einführung in das Thema Ubiquitous Computing - also der allgegenwärtigen Rechner, die verschwindend klein, teilweise in Alltagsgegenständen eingebaut, als Client und Server fungieren |                 |

|   |                        |
|---|------------------------|
| <p>und miteinander kommunizieren können - die folgenden Themen konzeptionell, technisch und methodisch behandelt:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Grundlegende Konzepte</li> <li>• Basistechnologie und Infrastrukturen</li> <li>• Ubiquitäre Systeme und Prototypen</li> <li>• Kontextadaptivität</li> <li>• Benutzerinteraktion</li> <li>• Ubiquitäre Systeme im größeren Kontext und verwandte Themen</li> </ul> <hr/> <p><b>Literatur:</b><br/>Die Veranstaltung ist eine Zusammenstellung verschiedener Quellen; als ergänzende Quelle und zum Nachschlagen wird empfohlen:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Krumm, J., (Hrsg.). Ubiquitous Computing Fundamentals. Taylor &amp; Francis Group, Boca Raton, FL, 2010.</li> </ul>  |                        |
| <p><b>2. Übung Ubiquitäre Systeme</b><br/><b>Lehrformen:</b> Übung<br/><b>Dozenten:</b> Mitarbeiter Mensch-Computer-Interaktion<br/><b>Sprache:</b> Deutsch/Englisch<br/><b>Angebotshäufigkeit:</b> WS, jährlich</p> <hr/> <p><b>Inhalte:</b><br/>praktische Aufgaben zum Vorlesungsstoff einschließlich der Programmierung kleiner Prototypen.</p> <hr/> <p><b>Literatur:</b><br/>siehe Vorlesung</p>  | <p><b>2,00 SWS</b></p> |
| <p><b>Prüfung</b><br/>mündliche Prüfung / Prüfungsdauer: 30 Minuten</p> <p><b>Beschreibung:</b><br/>In der mündlichen Prüfung mit einer Prüfungsdauer von 30 Minuten können 90 Punkte erzielt werden. In Abhängigkeit der Teilnehmerzahl findet die Prüfung alternativ in Form einer schriftlichen Klausur über 90 Minuten mit 90 Punkten statt. Die Prüfungsform wird zu Semesterbeginn in der ersten Vorlesung verbindlich mitgeteilt.</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> |                        |

|  |               |
|--|---------------|
| <b>Modul ISDL-SOA SOA-Governance and Evaluation</b><br><i>SOA-Governance and Evaluation</i>  | 3 ECTS / 90 h |
| (seit WS15/16)<br>Modulverantwortliche/r: Dr. Jochen Malinowski  |               |
| <p><b>Inhalte:</b></p> <p><b>SOA and SOA Governance defined</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• SOA Defined; Capabilities, Benefits and Costs</li> <li>• SOA Governance Defined; Capabilities and Risks of Ungoverned SOA</li> <li>• Possible roadmap for implementing SOA Governance</li> </ul> <p><b>Analyze and Design a SOA</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Service taxonomy</li> <li>• SOA architectures and SOA data architecture within IT governance</li> <li>• Business Process Design</li> <li>• Service design and identification</li> </ul> <p><b>Build and Test a SOA</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• SOA development</li> <li>• SOA Testing Strategy and Techniques</li> </ul> <p><b>Security and Auditing</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• SOA specific challenges</li> <li>• Securing Web Services</li> <li>• Securing SOAs</li> </ul> <p><b>Setting up SOA governance</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Organization Roles &amp; Approaches</li> <li>• Metadata and Policy</li> <li>• Service Lifecycle Management</li> <li>• Service Versioning and Naming</li> <li>• SOA SLA Management and Billing</li> <li>• Evaluation of an effective SOA and SOA governance</li> </ul> |               |
| <p><b>Lernziele/Kompetenzen:</b></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><b>Sonstige Informationen:</b></p> <p>The effort for this module is divided into the following components:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Participation at the lecture: <b>22.5 hours</b></li> <li>• Preparation and further study of the lecture: <b>45 hours</b></li> <li>• Preparation of the examination: <b>22.5 hours</b> (based on the other preparations of the topics as listed above)</li> </ul> <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>   |               |

|  |                                  |   |
|--|----------------------------------|---|
| <b>Zulassungsvoraussetzung für die Belegung des Moduls:</b><br>keine |                                  |   |
| <b>Empfohlene Vorkenntnisse:</b><br>keine                            |                                  | <b>Besondere Bestehensvoraussetzungen:</b><br>keine |
| <b>Angebotshäufigkeit:</b> WS, jährlich                              | <b>Empfohlenes Fachsemester:</b> | <b>Minimale Dauer des Moduls:</b><br>1 Semester     |

|  |                 |
|--|-----------------|
| <b>Lehrveranstaltungen</b>   |                 |
| <p><b>SOA-Governance and Evaluation</b><br/> <b>Lehrformen:</b> Vorlesung und Übung<br/> <b>Dozenten:</b> Dr. Jochen Malinowski<br/> <b>Sprache:</b> Englisch<br/> <b>Angebotshäufigkeit:</b> WS, jährlich</p> <hr/> <p><b>Inhalte:</b><br/>                 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.<br/>                 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> <hr/> <p><b>Literatur:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• 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.</li> <li>• 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.</li> <li>• 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.</li> <li>• 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.</li> </ul> | <b>2,00 SWS</b> |

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

|  |                                  |   |
|--|----------------------------------|---|
| <b>Modul KInf-SemInf-M Semantic Information Processing</b><br><i>Semantic Information Processing</i>   |                                  | 6 ECTS / 180 h<br>45 h Präsenzzeit<br>135 h Selbststudium |
| (seit WS12/13 bis SS16)<br>Modulverantwortliche/r: Prof. Dr. Christoph Schlieder   |                                  |   |
| <b>Inhalte:</b><br>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).<br>For more detail refer to the content description of the lecture.  |                                  |   |
| <b>Lernziele/Kompetenzen:</b><br>After completion of this module, students will be able to <ul style="list-style-type: none"> <li>• explain and compare the fundamental concepts of semantic information processing</li> <li>• describe and analyze methods for problem solving by heuristic search</li> <li>• critically discuss different approaches to knowledge representation</li> <li>• select algorithms that are appropriate for a given type of application problem</li> </ul>  |                                  |   |
| <b>Sonstige Informationen:</b><br>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.<br>The total workload of 180 hrs. is split approximately as follows: <ul style="list-style-type: none"> <li>• 45 hrs. attending lecture and lab sessions</li> <li>• 30 hrs. preparing and reviewing the lectures</li> <li>• 30 hrs. preparing and reviewing the lab sessions</li> <li>• 45 hrs. working on the written assignment</li> <li>• 30 hrs. preparation for the exam</li> </ul> |                                  |   |
| <b>Zulassungsvoraussetzung für die Belegung des Moduls:</b><br>keine   |                                  |   |
| <b>Empfohlene Vorkenntnisse:</b><br>Students are expected to come with general programming skills and to be familiar with formal methods in computer science.  |                                  | <b>Besondere Bestehensvoraussetzungen:</b><br>keine       |
| <b>Angebotshäufigkeit:</b> WS, jährlich  | <b>Empfohlenes Fachsemester:</b> | <b>Minimale Dauer des Moduls:</b><br>1 Semester           |

|  |                 |
|--|-----------------|
| <b>Lehrveranstaltungen</b>   |                 |
| <b>1. Lectures on Semantic Information Processing</b><br><b>Lehrformen:</b> Vorlesung<br><b>Dozenten:</b> Prof. Dr. Christoph Schlieder<br><b>Sprache:</b> Englisch/Deutsch<br><b>Angebotshäufigkeit:</b> WS, jährlich | <b>2,00 SWS</b> |
| <b>Inhalte:</b><br>Semantic information processing addresses problems in which software systems need to represent knowledge, not just data. Facts from different knowledge   |                 |

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.

**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

**2. Semantic Information Processing Lab**

**Lehrformen:** Übung

**Dozenten:** Mitarbeiter Angewandte Informatik in den Kultur-, Geschichts- und Geowissenschaften

**Sprache:** Englisch

**Angebotshäufigkeit:** WS, jährlich

**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.

**Literatur:**

see lecture

**Prüfung**

schriftliche Prüfung (Klausur) / Prüfungsdauer: 90 Minuten

**Beschreibung:**

The written exam covers the material presented in the lecture and the lab sessions.

**2,00 SWS**

|  |   |
|--|---|
| <b>Modul KTR-GIK-M Grundbausteine der Internet-Kommunikation</b><br><i>Foundations of Internet Communication</i>   | 6 ECTS / 180 h<br>45 h Präsenzzeit<br>135 h Selbststudium |
| (seit WS10/11 bis SS16)<br>Modulverantwortliche/r: Prof. Dr. Udo Krieger   |   |
| <p><b>Inhalte:</b></p> <p>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.</p> <p>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.</p>  |   |
| <p><b>Lernziele/Kompetenzen:</b></p> <p>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.</p> <p>Die Lehrveranstaltung "Grundbausteine der Internet-Kommunikation" hat folgende Zielsetzungen:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Fortführung der Vorlesung Datenkommunikation des Bachelorprogrammes als Profilbildungsstudium auf Masterniveau</li> <li>• praktisches Erarbeiten der Grundlagen der Internet- und Multimedia-Kommunikation</li> <li>• Aufbau und Verkehrsanalyse von TCP/IP-basierten Rechnernetzen mit modernen Echtzeit- und Web-Anwendungen</li> <li>• Angebot einer Prüfungsalternative zur Lehrveranstaltung Multimedia-Kommunikation in Hochgeschwindigkeitsnetzen (KTR-MMK-M) oder Mobilkommunikation (KTR-Mobi-M) im Prüfungsfach Kommunikationssysteme und Rechnernetze</li> <li>• Ergänzung der Lehrangebote in Verteilten Systemen und Medieninformatik zur Bildung eines Studienschwerpunktes "Mobile verteilte Systeme" bzw. Next Generation Internet</li> </ul> <p>Die Lehrveranstaltung ist für Bachelorstudierende im Profilbildungsstudium zur Stärkung ihrer Arbeitsmarktchancen, für Masterstudierende sowie für Austauschstudenten/innen besonders empfehlenswert.</p> |   |
| <p><b>Sonstige Informationen:</b></p> <p>Der Arbeitsaufwand gliedert sich grob wie folgt:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Teilnahme an Präsenzveranstaltungen (Vorlesung, Laborübungen, Laborbesprechungen): 45 Stunden</li> <li>• Vorbereitung, Ausführung und Nachbereitung von Vorlesungen und Laborübungen: 100 Stunden</li> <li>• Prüfungsvorbereitung: 35 Stunden</li> </ul>  |   |

The module can be selected by exchange students and master students speaking only English.

**Zulassungsvoraussetzung für die Belegung des Moduls:**

keine

**Empfohlene Vorkenntnisse:**

- Datenkommunikation im Umfang KTR-Datkomm-B
- Programmierkenntnisse in JAVA (oder C++)
- der Erwerb von LINUX-Kenntnissen wird empfohlen, ist aber keine Voraussetzung

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

**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-Grundausrüstung 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:

- 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 Leistungsbewertung der Lehrveranstaltung erfolgt nach Abschluss auf folgender Grundlage:

- Auswertung des in Gruppenarbeit gemeinsam erstellten schriftlichen Projektberichtes der bearbeiteten Aufgaben (30% der Endbewertung)
- Vorführung und Erläuterungen der Zusammenhänge einzelner Aufgaben und Ergebnisse im Rahmen einer individuellen Kolloquiumsprüfung im Umfang von 30 Minuten (70% der Endbewertung)

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.

|   |   |
|---|---|
| <b>Modul KTR-MAKV-M Modellierung und Analyse von Kommunikationsnetzen und Verteilten Systemen</b><br><i>Modeling and Analysis of Communication Networks and Distributed Systems</i>   | 6 ECTS / 180 h<br>45 h Präsenzzeit<br>135 h Selbststudium |
| (seit WS10/11 bis SS16)<br>Modulverantwortliche/r: Prof. Dr. Udo Krieger  |   |
| <b>Inhalte:</b><br>Gegenstand der Lehrveranstaltung ist die Analyse und Leistungsbewertung komplexer verteilter Systeme, z.B. von Telekommunikationssystemen und Rechnernetzen bzw. komplexen Netzen, 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.<br><br>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, algebraische und numerischen Lösungsverfahren bzw. simulative Analyseverfahren, bereitgestellt. |   |
| <b>Lernziele/Kompetenzen:</b><br>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.<br><br>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.   |   |
| <b>Sonstige Informationen:</b><br>Der Arbeitsaufwand gliedert sich grob wie folgt: <ul style="list-style-type: none"> <li>• Teilnahme an Präsenzveranstaltungen (Vorlesung, Übung, Laborbesprechungen): 45 Stunden</li> <li>• Vor- und Nachbereitung von Vorlesungen und Übungen: 100 Stunden</li> <li>• Prüfungsvorbereitung: 35 Stunden</li> </ul>  |   |
| <b>Zulassungsvoraussetzung für die Belegung des Moduls:</b><br>keine  |   |
| <b>Empfohlene Vorkenntnisse:</b><br>Die vermittelten Kenntnisse aus den Modulen <ul style="list-style-type: none"> <li>• Mathematik für Informatiker 1 (Aussagen- und Prädikatenlogik) (GDI-Mfi-1)</li> <li>• Mathematik für Informatiker 2 (Lineare Algebra) (KTR-Mfi-2)</li> <li>• Methoden der Statistik I und II ( Stat-B-01, Stat-B-02)</li> </ul> werden dringend empfohlen.<br><br>Modul Methoden der Statistik I (_Stat I) - empfohlen  | <b>Besondere Bestehensvoraussetzungen:</b><br>keine       |

|   |                                  |   |
|---|----------------------------------|---|
| Modul Mathematik für Informatiker 1 (Aussagen- und Prädikatenlogik) (Gdl-Mfl-1) - empfohlen |                                  |   |
| Modul Mathematik für Informatiker 2 (Lineare Algebra) (KTR-Mfl-2) - empfohlen               |                                  |   |
| <b>Angebotshäufigkeit:</b> SS, jährlich   | <b>Empfohlenes Fachsemester:</b> | <b>Minimale Dauer des Moduls:</b><br>1 Semester |

|  |                        |
|--|------------------------|
| <b>Lehrveranstaltungen</b>   |                        |
| <p><b>Vorlesung/Übung Modellierung und Analyse von Kommunikationsnetzen und Verteilten Systemen</b></p> <p><b>Lehrformen:</b> Vorlesung und Übung</p> <p><b>Dozenten:</b> Prof. Dr. Udo Krieger</p> <p><b>Sprache:</b> Englisch/Deutsch</p> <p><b>Angebotshäufigkeit:</b> SS, jährlich</p> <hr/> <p><b>Inhalte:</b></p> <p>Gegenstand der Lehrveranstaltung ist die Analyse und Leistungsbewertung komplexer verteilter Systeme, z.B. von Telekommunikationssystemen und Rechnernetzen bzw. komplexen Netzen, 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, algebraische und numerischen Lösungsverfahren bzw. simulative Analyseverfahren, 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><b>Literatur:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• G. Bolch, S. Greiner, H. de Meer, K. S. Trivedi: Queueing Networks and Markov Chains. Wiley, 2nd ed., 2006.</li> <li>• S. Asmussen, P.W. Glynn: Stochastic Simulation, Springer, 2007.</li> </ul> <p>Weitere Literatur wird in der Vorlesung benannt.</p> | <p><b>4,00 SWS</b></p> |

**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.

|   |  |
|---|--|
| <p><b>Modul KTR-MMK-M Multimedia-Kommunikation in Hochgeschwindigkeitsnetzen</b><br/> <i>Multimedia Communication in High Speed Networks</i></p>  | <p>6 ECTS / 180 h<br/>         45 h Präsenzzeit<br/>         135 h Selbststudium</p> |
| <p>(seit WS10/11 bis SS16)<br/>         Modulverantwortliche/r: Prof. Dr. Udo Krieger</p>   |  |
| <p><b>Inhalte:</b><br/>         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.</p> <p>Im Mittelpunkt stehen neben leistungsfähigen Anschlusstechnologien auf leitungsgebundenen Medien, neue Transport- und Dienstgüte-Architekturen 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 Dienstgüte-Unterstützung und der Einsatz neuer Betriebsmittel- und Verkehrsmanagement-Verfahren, z.B. Speicherverwaltungsalgorithmen wie RED, RIO und Schedulingalgorithmen wie WFQ, angesprochen.</p> <p>Darüber hinaus werden typische Anwendungen des Multimedia-Internet der 2. und 3. Generation wie Web, WebRTC, Voice-over-IP, Medien-Streaming und IPTV 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 oder Angewandter Informatik.</p> |  |
| <p><b>Lernziele/Kompetenzen:</b><br/>         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><b>Sonstige Informationen:</b><br/>         Der Arbeitsaufwand gliedert sich grob wie folgt:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Teilnahme an Präsenzveranstaltungen (Vorlesung, Übung, Laborbesprechungen): 45 Stunden</li> <li>• Vor- und Nachbereitung von Vorlesungen und Übungen: 100 Stunden</li> <li>• Prüfungsvorbereitung: 35 Stunden</li> </ul>   |  |

The module can be selected by exchange students and master students speaking only English.

**Zulassungsvoraussetzung für die Belegung des Moduls:**

keine

**Empfohlene Vorkenntnisse:**

- erfolgreiche Teilnahme an der Lehrveranstaltung Datenkommunikation (im Umfang von KTR-Datkomm-B) bzw. Kenntnis der spezifizierten Inhalten
- gute Kenntnisse in JAVA (oder C++)

Modul Datenkommunikation (KTR-Datkomm-B) - empfohlen

**Besondere**

**Bestehensvoraussetzungen:**

keine

**Angebotshäufigkeit:** SS, jährlich

**Empfohlenes Fachsemester:**

**Minimale Dauer des Moduls:**

1 Semester

**Lehrveranstaltungen**

**Vorlesung/Übung Multimedia-Kommunikation in**

**Hochgeschwindigkeitsnetzen**

**Lehrformen:** Vorlesung und Übung

**Dozenten:** Prof. Dr. Udo Krieger

**Sprache:** Englisch/Deutsch

**Angebotshäufigkeit:** SS, jährlich

**4,00 SWS**

**Inhalte:**

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.

Im Mittelpunkt stehen neben leistungsfähigen Anschlusstechnologien auf leitungsgebundenen Medien, neue Transport- und Dienstgütearchitekturen 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.

Darüber hinaus werden typische Anwendungen des Multimedia-Internet der 2. und 3. Generation wie Web, WebRTC, Voice-over-IP und Medien-Streaming skizziert.

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

**Literatur:**

- 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, 6th ed., 2013.
- Leon-Garcia, A., Widjaja, I.: Communication Networks, McGraw-Hill, Boston, 2nd ed. 2004.
- Comer, D.: Computernetzwerke und Internets, Pearson Studium, München, 2001.

Weitere Literatur wird in der Vorlesung benannt.

**Prüfung**

mündliche Prüfung / Prüfungsdauer: 30 Minuten

**Beschreibung:**

Bestehen einer mündlichen Prüfung über die Inhalte der Vorlesung und Übung.

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

|  |   |
|--|---|
| <b>Modul KTR-Mobi-M Mobilkommunikation</b><br><i>Mobile Communication</i>  | 6 ECTS / 180 h<br>45 h Präsenzzeit<br>135 h Selbststudium |
| (seit WS10/11 bis SS17)<br>Modulverantwortliche/r: Prof. Dr. Udo Krieger   |   |
| <p><b>Inhalte:</b></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"> <li>• technische Grundlagen der drahtlosen Übertragung</li> <li>• Medienzugriffsverfahren</li> <li>• Betriebsmittelzuteilung in Mobilkommunikationsnetzen (Betriebsmittelzuteilungsstrategien auf der Funkebene, Verbindungsübergabe, Fehlersicherungsprotokolle, Schedulingverfahren u.a.)</li> <li>• Mobilitätsunterstützung auf der Vermittlungsschicht durch Mobile IP</li> <li>• Transportprotokolle und ihre Erweiterungen</li> <li>• drahtlose LANs und ihre Erweiterungen (IEEE802.11 Standards, WiMAX u.a.)</li> <li>• drahtlose Weitverkehrsnetze mit TDMA-Technologie (GSM Grundlagen und Protokolle, GPRS)</li> <li>• Datenkommunikation in drahtlosen Weitverkehrsnetzen (UMTS, HSPA, LTE, LTE-A u.a.)</li> <li>• Dienstarchitekturen für Mobilfunknetze</li> </ul> |   |
| <p><b>Lernziele/Kompetenzen:</b></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><b>Sonstige Informationen:</b></p> <p>Der Arbeitsaufwand gliedert sich grob wie folgt:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Teilnahme an Präsenzveranstaltungen (Vorlesung, Übung, Laborbesprechungen): 45 Stunden</li> <li>• Vor- und Nachbereitung von Vorlesungen und Übungen: 100 Stunden</li> <li>• Prüfungsvorbereitung: 35 Stunden</li> </ul> <p>The module can be selected by exchange students and master students speaking only English.</p>  |   |
| <p><b>Zulassungsvoraussetzung für die Belegung des Moduls:</b><br/>keine</p>   |   |

|  |                                  |   |
|--|----------------------------------|---|
| <b>Empfohlene Vorkenntnisse:</b><br>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.<br><br>Modul Datenkommunikation (KTR-Datkomm-B) - empfohlen<br>Modul Algorithmen und Datenstrukturen (MI-AuD-B) - empfohlen |                                  | <b>Besondere Bestehensvoraussetzungen:</b><br>keine |
| <b>Angebotshäufigkeit:</b> WS, jährlich  | <b>Empfohlenes Fachsemester:</b> | <b>Minimale Dauer des Moduls:</b><br>1 Semester     |

|   |                 |
|---|-----------------|
| <b>Lehrveranstaltungen</b>  |                 |
| <b>Vorlesung/Übung Mobilkommunikation</b><br><b>Lehrformen:</b> Vorlesung und Übung<br><b>Dozenten:</b> Prof. Dr. Udo Krieger<br><b>Sprache:</b> Englisch/Deutsch<br><b>Angebotshäufigkeit:</b> WS, jährlich  | <b>4,00 SWS</b> |
| <b>Inhalte:</b><br>Die Lehrveranstaltung stellt die grundlegenden Techniken der Mobilkommunikation vor. Es werden relevante Standards, Systemarchitekturen und Realisierungen sowie aktuelle Forschungs- und Entwicklungstrends diskutiert.<br>Aufgrund des großen Umfangs 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"> <li>• technische Grundlagen der drahtlosen Übertragung</li> <li>• Medienzugriffsverfahren</li> <li>• Betriebsmittelzuteilung in Mobilkommunikationsnetzen (Betriebsmittelzuteilungsstrategien auf der Funkebene, Verbindungsübergabe, Fehlersicherungsprotokolle, Schedulingverfahren u.a.)</li> <li>• Mobilitätsunterstützung auf der Vermittlungsschicht durch Mobile IP</li> <li>• Transportprotokolle und ihre Erweiterungen</li> <li>• drahtlose LANs und ihre Erweiterungen (IEEE802.11 Standards, WiMAX u.a.)</li> <li>• drahtlose Weitverkehrsnetze mit TDMA-Technologie (GSM Grundlagen und Protokolle, GPRS)</li> <li>• Datenkommunikation in drahtlosen Weitverkehrsnetzen (UMTS, LTE u.a.)</li> </ul> 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. |                 |

|  |  |
|--|--|
| <p>Die Bekanntgabe der Lehrsprache erfolgt in der ersten Sitzung der Lehrveranstaltung.</p> <hr/> <p><b>Literatur:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Schiller, J.: Mobilkommunikation. Pearson-Education/Addison-Wesley, München, 2003.</li> <li>• Walke, B.: Mobilfunknetze und ihre Protokolle Bd. 1 &amp; 2. B.G. Teubner, 3. Aufl. 2001.</li> <li>• Pahlavan, K., Krishnamurthy, P.: Principles of Wireless Networks, A Unified Approach. Prentice Hall, 2002.</li> <li>• Pahlavan, K., Krishnamurthy, P.: Networking Fundamentals: Wide, Local and Personal Area Communications, Wiley, 2009.</li> <li>• Walke, B. u.a.: UMTS - Ein Kurs, Schlembach, 2002.</li> <li>• Holma, H., Toskala, A.: LTE for UMTS, Evolution to LTE-Advanced, 2. ed, Wiley, 2011.</li> </ul> <p>Weitere Literatur wird in der Vorlesung benannt.</p> |  |
| <p><b>Prüfung</b><br/>mündliche Prüfung / Prüfungsdauer: 30 Minuten</p> <p><b>Beschreibung:</b><br/>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>  |  |

|  |  |
|--|--|
| <p><b>Modul KTR-SSSProj-M KTR Masterprojekt Software Systems Science</b><br/> <i>KTR Master Project Software Systems Science</i></p>   | <p>9 ECTS / 270 h<br/>           70 h Präsenzzeit<br/>           200 h Selbststudium</p> |
| <p>(seit WS14/15 bis SS16)<br/>           Modulverantwortliche/r: Prof. Dr. Udo Krieger</p>  |  |
| <p><b>Inhalte:</b><br/>           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 industrienah 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.</p>  |  |
| <p><b>Lernziele/Kompetenzen:</b><br/>           Die Lehrveranstaltung vermittelt Einblicke in die Entwicklung neuer Dienstarchitekturen und Netztechnologien aus dem Bereich des Internets der nächsten Generation.<br/>           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.<br/>           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.</p> |  |
| <p><b>Sonstige Informationen:</b><br/>           Dieses Modul erstreckt sich über ein Semester. Der Arbeitsaufwand beträgt insgesamt 270 Std., welche sich grob wie folgt gliedern:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• 30 Std. Recherche, Planung und Teilnahme am Planungsworkshop</li> <li>• 40 Std. Teilnahme an Projekttreffen, einschließlich Tutorien</li> <li>• 150 Std. Durchführung des Projekts (Projektarbeit)</li> <li>• 50 Std. Erstellung des Abschlussberichts, Erstellung und Präsentation der Projektergebnisse (Hausarbeit und Kolloquium)</li> </ul>  |  |
| <p><b>Zulassungsvoraussetzung für die Belegung des Moduls:</b><br/>           keine</p>  |  |
| <p><b>Empfohlene Vorkenntnisse:</b><br/>           Es werden empfohlen:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• gute Kenntnisse in Mathematik für Informatiker 2 (KTR-MfI-2)</li> <li>• mindestens gute JAVA (oder C/C++) Kenntnisse</li> </ul>   | <p><b>Besondere Bestehensvoraussetzungen:</b><br/>           keine</p>                   |

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

|  |                 |
|--|-----------------|
| <b>Lehrveranstaltungen</b>   |                 |
| <p><b>KTR Masterprojekt Software Systems Science</b></p> <p><b>Lehrformen:</b> Übung</p> <p><b>Dozenten:</b> Prof. Dr. Udo Krieger</p> <p><b>Sprache:</b> Englisch/Deutsch</p> <p><b>Angebotshäufigkeit:</b> WS, SS</p> <hr/> <p><b>Lernziele:</b><br/>siehe oben</p> <hr/> <p><b>Inhalte:</b><br/>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.</p> <p>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.</p> <p>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"> <li>• Unterteilung der Arbeiten in Arbeitspakete (laboratories/work packages),</li> <li>• ihre Untergliederung in Aufgaben (tasks) und Teilaufgaben (subtasks) mit Meilensteinen</li> <li>• und der Darlegung von Arbeitsergebnissen in einem Abschlussbericht mit Abschlusspräsentation der Arbeitsergebnisse in einem Kolloquium.</li> </ul> <p>Es werden Entwicklungsaufgaben zu aktuellen Forschungsfragen im "Future Generation Internet" bearbeitet. Details werden auf der Webseite der</p> | <b>6,00 SWS</b> |

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.

**Literatur:**

Literatur wird in der 1. Besprechung bekanntgegeben.

**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 schriftlichen Ausarbeitung der Projektaufgaben und ihrer Präsentation mit einem Anteil von 40% der Gesamtnote sowie die Ergebnisse einer abschließenden, individuellen Kolloquiumsprüfung mit einem Anteil von 60% der Gesamtnote bewertet. Alle Leistungen müssen in einem Semester erfolgreich absolviert werden, um eine finale Anrechnung der Lehrveranstaltung zu erhalten.

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

|   |                                  |   |
|---|----------------------------------|---|
| <b>Modul KogSys-KogMod-M Kognitive Modellierung</b><br><i>Cognitive Modeling</i>  |                                  | 6 ECTS / 180 h                                      |
| (seit WS10/11 bis SS17)<br>Modulverantwortliche/r: Prof. Dr. Ute Schmid   |                                  |   |
| <b>Inhalte:</b><br>Die Veranstaltung führt in kognitionpsychologischen Grundlagen sowie empirische Forschungsmethoden ein und gibt einen Überblick über Ansätze und Anwendungsgebiete der Simulation kognitiver Prozesse mit Computermodellen.  |                                  |   |
| <b>Lernziele/Kompetenzen:</b><br>Die Studierenden können: <ul style="list-style-type: none"> <li>• Forschungsziele im Bereich Kognitionswissenschaft nennen und erläutern</li> <li>• Methoden der kognitiven Modellierung aufzählen und erläutern</li> <li>• einzelne Methoden der kognitiven Modellierung im Detail erörtern und umsetzen</li> <li>• kognitionpsychologische Methoden aufzählen und beschreiben</li> <li>• empirische Forschungsmethoden, insbesondere der experimentellen Kognitionpsychologie, nennen, erläutern und anwenden</li> </ul> |                                  |   |
| <b>Sonstige Informationen:</b><br>Veranstaltung Deutsch (im Bedarfsfall Englisch). Die Folien sowie weitere Materialien sind überwiegend in englischer Sprache.<br><br>Der Arbeitsaufwand für dieses Modul gliedert sich grob wie folgt:<br>22.5 h Vorlesung + 30 h Nachbereitung über 15 Wochen<br>22.5 h Übung + 75 h Praxisanteil über 15 Wochen<br>30 h Prüfungsvorbereitung  |                                  |   |
| <b>Zulassungsvoraussetzung für die Belegung des Moduls:</b><br>keine  |                                  |   |
| <b>Empfohlene Vorkenntnisse:</b><br>Kenntnisse entsprechend dem Modul KogSys-IA-B.<br><br>Die entsprechenden Vorkenntnisse werden ebenfalls in den Modulen KInf-SemInf-M und KogSys-KogInf-Psy vermittelt.  |                                  | <b>Besondere Bestehensvoraussetzungen:</b><br>keine |
| <b>Angebotshäufigkeit:</b> WS, jährlich   | <b>Empfohlenes Fachsemester:</b> | <b>Minimale Dauer des Moduls:</b><br>1 Semester     |

|  |                 |
|--|-----------------|
| <b>Lehrveranstaltungen</b>   |                 |
| <b>1. Übung Kognitive Modellierung</b><br><b>Lehrformen:</b> Übung<br><b>Dozenten:</b> Prof. Dr. Ute Schmid<br><b>Sprache:</b> Englisch/Deutsch<br><b>Angebotshäufigkeit:</b> WS, jährlich | <b>2,00 SWS</b> |
| <b>Inhalte:</b>  |                 |

|   |                        |
|---|------------------------|
| <p>Empirische Forschungsmethoden werden anhand einer exemplarisch durchgeführten empirischen Studie vertiefend praktisch eingeübt. Ansätze zur kognitiven Modellierung werden anhand konkreter Modellierungsaufgaben mit ausgewählten Ansätzen praktisch umgesetzt. Die Lehrsprache wird in der ersten Lehrveranstaltung bekanntgegeben.</p> <hr/> <p><b>Literatur:</b><br/>siehe Vorlesung</p>   |                        |
| <p><b>2. Vorlesung Kognitive Modellierung</b><br/> <b>Lehrformen:</b> Vorlesung<br/> <b>Dozenten:</b> Prof. Dr. Ute Schmid<br/> <b>Sprache:</b> Englisch/Deutsch<br/> <b>Angebotshäufigkeit:</b> WS, jährlich</p> <hr/> <p><b>Inhalte:</b><br/>         Grundkonzepte der Kognitiven Modellierung; Kognitive Architekturen (ACT-R, Clarion, Psi); Psychologische Grundlagen und Kognitive Modelle für spezifische Inhaltsbereiche, insbesondere Gedächtnis und Wissensrepräsentation, Lernen, Schließen, Wahrnehmung; Grundlagen empirischer Forschungsmethoden, insbesondere hypothesentestende Experimente; Anwendungsgebiete kognitiver Modelle, insbesondere: Intelligente Tutorsysteme, Nutzeradaptive Systeme. Die Lehrsprache wird in der ersten Lehrveranstaltung bekanntgegeben.</p> <hr/> <p><b>Literatur:</b><br/>         Sun, R. (Ed., 2008). The Cambridge Handbook of Computational Psychology;<br/>         Müsseler, J. (Ed., 2008). Allgemeine Psychologie (2. Auflage).<br/>         Bortz, J. (1984). Lehrbuch der empirischen Forschung.</p> | <p><b>2,00 SWS</b></p> |
| <p><b>Prüfung</b><br/>         mündliche Prüfung / Prüfungsdauer: 20 Minuten<br/> <b>Beschreibung:</b><br/>         Zum Einstieg in das Prüfungsgespräch soll in Absprache mit der Prüferin ein fünfminütiger Vortrag gehalten werden. Das Vortragsthema soll einen in der Vorlesung behandelten Aspekt vertiefen oder eines der zur Vorlesung gehörenden Themengebiete erweitern. Nach einer kurzen Diskussion des Einstiegsthemas werden Fragen zu dem in Vorlesung und Übung behandelten Stoff gestellt.<br/>         Die Prüfungssprache wird in der ersten Lehrveranstaltung bekanntgegeben.</p>   |                        |

|   |                                  |   |
|---|----------------------------------|---|
| <b>Modul KogSys-ML-M Lernende Systeme (Machine Learning)</b><br><i>Machine Learning</i>   |                                  | 6 ECTS / 180 h                                      |
| (bis SS17)<br>Modulverantwortliche/r: Prof. Dr. Ute Schmid  |                                  |   |
| <b>Inhalte:</b><br>Die Veranstaltung vermittelt vertieftes Wissen und Kompetenzen im Bereich Maschinelles Lernen mit dem Fokus auf symbolischen, neuronalen und statistischen Algorithmen.  |                                  |   |
| <b>Lernziele/Kompetenzen:</b><br>Die Studierenden können: <ul style="list-style-type: none"> <li>• Forschungsziele des Maschinellen Lernens nennen</li> <li>• Forschungsfragen des Maschinellen Lernens erläutern</li> <li>• grundlegende Konzepte des Klassifikationslernens nennen und erläutern</li> <li>• symbolische, neuronale und statistische Algorithmen des Klassifikationslernens nennen und auf gegebene Daten anwenden</li> <li>• die Eignung gegebener Daten für Algorithmen des Klassifikationslernens beurteilen</li> <li>• spezielle Verfahren des Maschinellen Lernens nennen, erläutern und anwenden</li> <li>• Grundlegende Konzepte des menschlichen Lernens nennen und erläutern</li> <li>• Verbindungen zwischen menschlichem und maschinellern Lernen erörtern</li> </ul> |                                  |   |
| <b>Sonstige Informationen:</b><br>Die Folien sowie weitere Materialien sind überwiegend in englischer Sprache.<br><br>Veranstaltung Deutsch (im Bedarfsfall Englisch). Die Folien sowie weitere Materialien sind überwiegend in englischer Sprache.<br><br>Der Arbeitsaufwand für dieses Modul gliedert sich grob wie folgt:<br>22.5 h Vorlesung + 30 h Nachbereitung über 15 Wochen<br>22.5 h Übung + 75 h Bearbeitung von Übungsaufgaben über 15 Wochen<br>30 h Klausurvorbereitung   |                                  |   |
| <b>Zulassungsvoraussetzung für die Belegung des Moduls:</b><br>keine  |                                  |   |
| <b>Empfohlene Vorkenntnisse:</b><br>keine<br>Modul Mathematik für Informatiker 1 (Aussagen- und Prädikatenlogik) (Gdl-Mfl-1) - empfohlen<br>Modul Algorithmen und Datenstrukturen (MI-AuD-B) - empfohlen  |                                  | <b>Besondere Bestehensvoraussetzungen:</b><br>keine |
| <b>Angebotshäufigkeit:</b> WS, jährlich   | <b>Empfohlenes Fachsemester:</b> | <b>Minimale Dauer des Moduls:</b><br>1 Semester     |
| <b>Lehrveranstaltungen</b>  |                                  |   |
| <b>1. Vorlesung Lernende Systeme</b><br><b>Lehrformen:</b> Vorlesung<br><b>Dozenten:</b> Prof. Dr. Ute Schmid   |                                  | <b>2,00 SWS</b>                                     |

|  |                        |
|--|------------------------|
| <p><b>Sprache:</b> Deutsch/Englisch<br/> <b>Angebotshäufigkeit:</b> WS, jährlich</p> <hr/> <p><b>Lernziele:</b><br/> s.o.</p> <hr/> <p><b>Inhalte:</b><br/> 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.<br/> Die Lehrsprache wird in der ersten Lehrveranstaltung bekanntgegeben.</p> <hr/> <p><b>Literatur:</b><br/> Mitchell, Machine Learning</p>           |                        |
| <p><b>2. Übung Lernende Systeme</b></p> <p><b>Lehrformen:</b> Übung<br/> <b>Dozenten:</b> Michael Siebers<br/> <b>Sprache:</b> Deutsch/Englisch<br/> <b>Angebotshäufigkeit:</b> WS, jährlich</p> <hr/> <p><b>Lernziele:</b><br/> s.o.</p> <hr/> <p><b>Inhalte:</b><br/> Vertiefung von in der Vorlesung eingeführten Methoden und Techniken, zum Teil mit Programmieraufgaben in Java und Anwendungen in RapidMiner.<br/> Die Lehrsprache wird in der ersten Lehrveranstaltung bekanntgegeben.</p> <hr/> <p><b>Literatur:</b><br/> siehe Vorlesung</p>   | <p><b>2,00 SWS</b></p> |
| <p><b>Prüfung</b><br/> schriftliche Prüfung (Klausur) / Prüfungsdauer: 90 Minuten</p> <p><b>Beschreibung:</b><br/> In der Klausur können 90 Punkte erzielt werden. Die Klausur ist bestanden, wenn mindestens 40 Prozent erreicht werden.<br/><br/> Im Semester werden Übungsblätter ausgegeben für deren freiwillige Bearbeitung eine bzw. zwei Wochen zur Verfügung stehen. Die Lösung der Übungsblätter wird bewertet. Bei bestandener Klausur wird die Bewertung der Übungsblätter für die Berechnung der Note mit berücksichtigt. Eine 1.0 ist dabei auch ohne Punkte aus den Übungsblättern erreichbar.<br/><br/> Erlaubte Hilfsmittel: Handschriftliche und gedruckte Materialien, Taschenrechner.<br/><br/> Die Prüfungssprache wird in der ersten Lehrveranstaltung bekanntgegeben.</p> |                        |

|  |                                  |   |
|--|----------------------------------|---|
| <b>Modul MOBI-ADM-M Advanced Data Management</b><br><i>Advanced Data Management</i>  |                                  | 6 ECTS / 180 h<br>45 h Präsenzzeit<br>135 h Selbststudium |
| (seit WS14/15 bis SS17)<br>Modulverantwortliche/r: Prof. Dr. Daniela Nicklas   |                                  |   |
| <b>Inhalte:</b><br>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. |                                  |   |
| <b>Lernziele/Kompetenzen:</b><br>The students will understand the challenges of big data, and will be able to apply some of the new techniques to deal with it.  |                                  |   |
| <b>Zulassungsvoraussetzung für die Belegung des Moduls:</b><br>keine   |                                  |   |
| <b>Empfohlene Vorkenntnisse:</b><br>Grundlegende Kenntnisse über relationale Datenbanken, relationale Algebra und SQL, z.B. erworben im Modul SEDA-DMS-B: Datenmanagementsysteme   |                                  | <b>Besondere Bestehensvoraussetzungen:</b><br>keine       |
| <b>Angebotshäufigkeit:</b> SS, jährlich  | <b>Empfohlenes Fachsemester:</b> | <b>Minimale Dauer des Moduls:</b><br>1 Semester           |

|   |                 |
|---|-----------------|
| <b>Lehrveranstaltungen</b>  |                 |
| <b>1. Vorlesung Advanced Data Management</b><br><b>Lehrformen:</b> Vorlesung<br><b>Dozenten:</b> Prof. Dr. Daniela Nicklas<br><b>Sprache:</b> Deutsch/Englisch<br><b>Angebotshäufigkeit:</b> SS, jährlich<br><hr/> <b>Inhalte:</b><br>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.<br><hr/> <b>Literatur:</b><br>L. Wiese, Advanced Data Management, For SQL, NoSQL, Cloud and Distributed Databases. Berlin, Boston: De Gruyter, 2015 | <b>2,00 SWS</b> |
| <b>2. Übung Advanced Data Management</b><br><b>Lehrformen:</b> Übung<br><b>Dozenten:</b> Prof. Dr. Daniela Nicklas<br><b>Sprache:</b> Englisch<br><b>Angebotshäufigkeit:</b> SS, jährlich<br><hr/> <b>Inhalte:</b>  | <b>2,00 SWS</b> |

|   |  |
|---|--|
| Siehe Vorlesung   |  |
| <b>Prüfung</b><br>mündliche Prüfung / Prüfungsdauer: 30 Minuten<br><b>Beschreibung:</b><br>Die Prüfungssprache ist wahlweise Deutsch oder Englisch. |  |

|  |                                  |   |
|--|----------------------------------|---|
| <b>Modul MOBI-DSC Data Streams and Complex Event Processing</b><br><i>Data Streams and Complex Event Processing</i>  |                                  | 6 ECTS / 180 h<br>45 h Präsenzzeit<br>135 h Selbststudium |
| (seit WS14/15 bis SS17)<br>Modulverantwortliche/r: Prof. Dr. Daniela Nicklas   |                                  |   |
| <b>Inhalte:</b><br>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.<br>The modul covers the following topics:<br><ul style="list-style-type: none"> <li>· Architectures of data stream management systems</li> <li>· Query languages</li> <li>· Data stream processing</li> <li>· Complex event processing</li> <li>· Security in data stream management systems</li> <li>· Application of data stream management systems</li> </ul> |                                  |   |
| <b>Lernziele/Kompetenzen:</b><br>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.  |                                  |   |
| <b>Zulassungsvoraussetzung für die Belegung des Moduls:</b><br>keine   |                                  |   |
| <b>Empfohlene Vorkenntnisse:</b><br>Grundlegende Kenntnisse über relationale Datenbanken, relationale Algebra und SQL, z.B. erworben im Modul SEDA-DMS-B: Datenmanagementsysteme   |                                  | <b>Besondere Bestehensvoraussetzungen:</b><br>keine       |
| <b>Angebotshäufigkeit:</b> WS, jährlich  | <b>Empfohlenes Fachsemester:</b> | <b>Minimale Dauer des Moduls:</b><br>1 Semester           |

|  |                 |
|--|-----------------|
| <b>Lehrveranstaltungen</b>   |                 |
| <b>1. Übung Data Streams and Complex Event Processing</b><br><b>Lehrformen:</b> Übung<br><b>Dozenten:</b> Prof. Dr. Daniela Nicklas<br><b>Sprache:</b> Englisch<br><b>Angebotshäufigkeit:</b> WS, jährlich         | <b>2,00 SWS</b> |
| <b>Inhalte:</b><br>Siehe Vorlesung<br>Die Sprache der Veranstaltung wird in der ersten Vorlesung bekannt gegeben.  |                 |
| <b>2. Vorlesung Data Streams and Complex Event Processing</b><br><b>Lehrformen:</b> Vorlesung<br><b>Dozenten:</b> Prof. Dr. Daniela Nicklas<br><b>Sprache:</b> Englisch<br><b>Angebotshäufigkeit:</b> WS, jährlich | <b>2,00 SWS</b> |

**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 lecture covers the following topics:

- 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

**Prüfung**

mündliche Prüfung / Prüfungsdauer: 30 Minuten

**Beschreibung:**

Die Prüfungssprache ist wahlweise Deutsch oder Englisch.

|  |                                  |  |
|--|----------------------------------|--|
| <b>Modul MOBI-PRS-M Master Project Mobile Software Systems (SoSySc)</b>  |                                  | 9 ECTS / 270 h                             |
| <i>Master Project Mobile Software Systems (SoSySc)</i>   |                                  |  |
| (seit WS14/15 bis SS17)  |                                  |  |
| Modulverantwortliche/r: Prof. Dr. Daniela Nicklas  |                                  |  |
| <b>Inhalte:</b>  |                                  |  |
| <p>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.</p> <p>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.</p> <p>The tasks in the project will be tailored to Master level.</p> |                                  |  |
| <b>Lernziele/Kompetenzen:</b>  |                                  |  |
| <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 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.</p>  |                                  |  |
| <b>Sonstige Informationen:</b>   |                                  |  |
| Bemerkung  |                                  |  |
| <p>The main language of instruction is English. The module may be delivered in German if all participating students are fluent in German.</p> <p>The total workload of 270 hrs. is split approximately as follows:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• 15 hrs. participating in introductions to and tutorials on methods, software tools, and giving presentations on the project status</li> <li>• 60 hrs. researching and familiarization with the project topic</li> <li>• 150 hrs. conducting the project work</li> <li>• 45 hrs. compiling a project report (Assignment/Hausarbeit) and preparation of the Colloquium (Kolloquium).</li> </ul>  |                                  |  |
| <b>Zulassungsvoraussetzung für die Belegung des Moduls:</b>  |                                  |  |
| keine  |                                  |  |
| <b>Empfohlene Vorkenntnisse:</b>   |                                  | <b>Besondere Bestehensvoraussetzungen:</b> |
| <p>Grundlegende Kenntnisse über relationale Datenbanken, relationale Algebra und SQL, z.B. erworben im Modul SEDA-DMS-B: Datenmanagementsysteme</p>  |                                  | keine                                      |
| <b>Angebotshäufigkeit:</b> SS, jährlich  | <b>Empfohlenes Fachsemester:</b> | <b>Minimale Dauer des Moduls:</b>          |

|   |                 |
|---|-----------------|
|   | 1 Semester      |
| <b>Lehrveranstaltungen</b>  |                 |
| <b>Übung Master project Mobile Software Systems (SoSySc)</b><br><b>Lehrformen:</b> Übung<br><b>Dozenten:</b> Prof. Dr. Daniela Nicklas<br><b>Sprache:</b> Englisch/Deutsch<br><b>Angebotshäufigkeit:</b> SS, jährlich   | <b>6,00 SWS</b> |
| <b>Inhalte:</b><br>Conduct of the project, accompanied by regular meetings between students and lecturer.   |                 |
| <b>Prüfung</b><br>Hausarbeit mit Kolloquium / Prüfungsdauer: 30 Minuten<br>Bearbeitungsfrist: 12 Wochen<br><b>Zulassungsvoraussetzung zur Modulprüfung:</b><br>Regelmäßige Teilnahme an der Lehrveranstaltung<br><b>Beschreibung:</b><br>Prüfung Hausarbeit mit Kolloquium<br><br>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). |                 |

|  |                                  |   |
|--|----------------------------------|---|
| <b>Modul MOBI-SDA-M Stream Data Analytics</b><br><i>Stream Data Analytics</i>  |                                  | 6 ECTS / 180 h<br>45 h Präsenzzeit<br>135 h Selbststudium |
| (seit WS14/15 bis SS17)<br>Modulverantwortliche/r: Prof. Dr. Daniela Nicklas   |                                  |   |
| <b>Inhalte:</b><br>This modul covers the analysis of data streams. We will discuss various method for knowledge discovery, machine learning, and data mining for continuous, rapid data and/or event streams, and will apply some of them in practical use cases.<br><br>The module will cover the following topics:<br><ul style="list-style-type: none"> <li>· Machine learning for data streams and event streams</li> <li>· Incremental data mining techniques</li> <li>· Applications of stream data analytics</li> </ul> |                                  |   |
| <b>Lernziele/Kompetenzen:</b><br>The students will know how knowledge can be extracted from data streams, and they will be able to apply various techniques of stream data mining and incremental machine learning in software development.  |                                  |   |
| <b>Zulassungsvoraussetzung für die Belegung des Moduls:</b><br>keine   |                                  |   |
| <b>Empfohlene Vorkenntnisse:</b><br>Grundlegende Kenntnisse über relationale Datenbanken, relationale Algebra und SQL, z.B. erworben im Modul SEDA-DMS-B: Datenmanagementsysteme; grundlegende Kenntnisse über Datenstromverarbeitung, z.B. erworben im Modul MOBI-DSC Data streams and event processing   |                                  | <b>Besondere Bestehensvoraussetzungen:</b><br>keine       |
| <b>Angebotshäufigkeit:</b> SS, jährlich  | <b>Empfohlenes Fachsemester:</b> | <b>Minimale Dauer des Moduls:</b><br>1 Semester           |

|   |                 |
|---|-----------------|
| <b>Lehrveranstaltungen</b>  |                 |
| <b>1. Vorlesung Stream Data Analytics</b><br><b>Lehrformen:</b> Vorlesung<br><b>Dozenten:</b> Prof. Dr. Daniela Nicklas<br><b>Sprache:</b> Englisch/Deutsch<br><b>Angebotshäufigkeit:</b> SS, jährlich  | <b>2,00 SWS</b> |
| <b>Inhalte:</b><br>This lecture covers the analysis of data streams. We will discuss various method for knowledge discovery, machine learning, and data mining for continuous, rapid data and/or event streams, and will apply some of them in practical use cases.<br>The lecture will cover the following topics:<br><ul style="list-style-type: none"> <li>· Machine learning for data streams and event streams</li> <li>· Incremental data mining techniques</li> <li>· Applications of stream data analytics</li> </ul> |                 |

|  |                        |
|--|------------------------|
| <p><b>2. Übung Stream Data Analytics</b><br/> <b>Lehrformen:</b> Übung<br/> <b>Dozenten:</b> Prof. Dr. Daniela Nicklas<br/> <b>Sprache:</b> Englisch/Deutsch<br/> <b>Angebotshäufigkeit:</b> SS, jährlich</p> <hr/> <p><b>Inhalte:</b><br/>                 This lecture covers the analysis of data streams. We will discuss various method for knowledge discovery, machine learning, and data mining for continuous, rapid data and/or event streams, and will apply some of them in practical use cases. The lecture will cover the following topics:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>· Machine learning for data streams and event streams</li> <li>· Incremental data mining techniques</li> <li>· Applications of stream data analytics</li> </ul> | <p><b>2,00 SWS</b></p> |
| <p><b>Prüfung</b><br/>                 mündliche Prüfung / Prüfungsdauer: 30 Minuten<br/> <b>Beschreibung:</b><br/>                 Die Prüfungssprache ist wahlweise Deutsch oder Englisch.</p>   |                        |

|   |                                  |  |
|---|----------------------------------|--|
| <b>Modul SME-STE-M Introduction to Knowledge Representation: Space, Time, Events</b>  |                                  | 6 ECTS / 180 h                             |
| <i>Introduction to Knowledge Representation: Space, Time, Events</i>  |                                  |  |
| (seit WS14/15 bis SS17)   |                                  |  |
| Modulverantwortliche/r: Prof. Dr. Diedrich Wolter   |                                  |  |
| <b>Inhalte:</b>   |                                  |  |
| <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> |                                  |  |
| Contents:   |                                  |  |
| <ul style="list-style-type: none"> <li>• fundamental concepts: knowledge, abstractions, relations, logics</li> <li>• syntax and semantics, formalization of knowledge</li> <li>• representation and reasoning</li> <li>• qualitative algebras and constraint calculi</li> <li>• constraint-based reasoning</li> <li>• spatial logics</li> <li>• complexity and tractable subclasses</li> </ul>  |                                  |  |
| <b>Lernziele/Kompetenzen:</b>   |                                  |  |
| <ul style="list-style-type: none"> <li>• gain overview of formalisms for representing spatio-temporal logics</li> <li>• gain skills to represent spatio-temporal knowledge symbolically</li> <li>• gain overview of reasoning problems and learn to identify approaches for solving them</li> <li>• learn to apply constraint-based reasoning methods</li> <li>• learn to identify computational complexity of reasoning problems</li> </ul>  |                                  |  |
| <b>Sonstige Informationen:</b>  |                                  |  |
| <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>   |                                  |  |
| <b>Zulassungsvoraussetzung für die Belegung des Moduls:</b>   |                                  |  |
| keine   |                                  |  |
| <b>Empfohlene Vorkenntnisse:</b>  |                                  | <b>Besondere Bestehensvoraussetzungen:</b> |
| Basic knowledge in computer science is recommended, for example obtained in a computer science bachelor's curriculum.   |                                  | keine                                      |
| <b>Angebotshäufigkeit:</b> WS, jährlich   | <b>Empfohlenes Fachsemester:</b> | <b>Minimale Dauer des Moduls:</b>          |
|   |                                  | 1 Semester                                 |
| <b>Lehrveranstaltungen</b>  |                                  |  |
| <b>1. Lecture Introduction to Knowledge Representation: Space, Time, Events</b>   |                                  | <b>2,00 SWS</b>                            |
| <b>Lehrformen:</b> Vorlesung  |                                  |  |

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

|  |                                  |   |
|--|----------------------------------|---|
| <b>Modul SNA-OSN-M Projekt zu Online Social Networks</b>   |                                  | 6 ECTS / 180 h                                      |
| <i>Project Online Social Networks</i>  |                                  |   |
| (seit WS13/14)<br>Modulverantwortliche/r: Prof. Dr. Kai Fischbach<br>Weitere Verantwortliche: Zylka, Matthäus, Dipl.-Wirt.-Inf.  |                                  |   |
| <b>Inhalte:</b><br>In der Veranstaltung werden aktuelle Forschungsthemen aus dem Bereich Online Social Networks (Digitale soziale Netzwerke) im Rahmen von Gruppenprojekten bearbeitet.  |                                  |   |
| <b>Lernziele/Kompetenzen:</b><br>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. |                                  |   |
| <b>Zulassungsvoraussetzung für die Belegung des Moduls:</b><br>keine   |                                  |   |
| <b>Empfohlene Vorkenntnisse:</b><br>Teilnahme an mindestens einem der beiden folgenden Module:<br><ul style="list-style-type: none"><li>• Analyse sozialer Netzwerke (SNA-ASN-M)</li><li>• Netzwerktheorie (SNA-NET-M)</li></ul>   |                                  | <b>Besondere Bestehensvoraussetzungen:</b><br>keine |
| <b>Angebotshäufigkeit:</b> WS, jährlich  | <b>Empfohlenes Fachsemester:</b> | <b>Minimale Dauer des Moduls:</b><br>1 Semester     |

|   |                 |
|---|-----------------|
| <b>Lehrveranstaltungen</b>  |                 |
| <b>Projekt zu Online Social Networks</b><br><b>Lehrformen:</b> Übung<br><b>Dozenten:</b> Prof. Dr. Kai Fischbach<br><b>Sprache:</b> Englisch/Deutsch<br><b>Angebotshäufigkeit:</b> WS, jährlich   | <b>4,00 SWS</b> |
| <b>Inhalte:</b><br>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.<br>In der Veranstaltung werden wechselnde Projekte aus diesem Themenfeld bearbeitet. |                 |
| <b>Literatur:</b>   |                 |

---

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

|                |  |
|----------------|--|
| <b>Prüfung</b> |  |
|----------------|--|

|   |  |
|---|--|
| Hausarbeit mit Kolloquium / Prüfungsdauer: 30 Minuten |  |
|---|--|

|                             |  |
|-----------------------------|--|
| Bearbeitungsfrist: 4 Monate |  |
|-----------------------------|--|

|  |  |
|--|--|
| <b>Zulassungsvoraussetzung zur Modulprüfung:</b> |  |
|--|--|

|  |  |
|--|--|
| Regelmäßige Teilnahme an der Lehrveranstaltung |  |
|--|--|

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

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

|   |  |
|---|--|
| <b>Prüfung</b><br>Hausarbeit mit Referat  |  |
| <b>Zulassungsvoraussetzung zur Modulprüfung:</b><br>Regular participation in the course.  |  |
| <b>Beschreibung:</b><br>Essay (Hausarbeit) and presentation (Referat) - including a discussion - on the studied topic.<br><br>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. |  |
|---|--|

|   |  |   |
|---|--|---|
| <b>Modul SSS-Thesis-M Master Thesis in Software Systems Science</b>   |  | 30 ECTS / 900 h                                     |
| <i>Master Thesis in Software Systems Science</i>  |  |   |
| (seit WS14/15 bis SS18)<br>Modulverantwortliche/r: N.N.   |  |   |
| <b>Inhalte:</b><br>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. |  |   |
| <b>Lernziele/Kompetenzen:</b><br>The student shall demonstrate that she or he is able to work independently on the assigned thesis topic using scientific methods.  |  |   |
| <b>Sonstige Informationen:</b><br>For further details see §33(6), §34 and §35 of the applicable degree regulations (StuFPO).  |  |   |
| <b>Zulassungsvoraussetzung für die Belegung des Moduls:</b><br>verpflichtende Nachweise de  |  |   |
| <b>Empfohlene Vorkenntnisse:</b><br>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).  |  | <b>Besondere Bestehensvoraussetzungen:</b><br>keine |
| <b>Angebotshäufigkeit:</b> WS, SS   | <b>Empfohlenes Fachsemester:</b><br>1. | <b>Minimale Dauer des Moduls:</b><br>1 Semester     |

|   |  |
|---|--|
| <p><b>Prüfung</b><br/>Masterarbeit / Bearbeitungsfrist: 6 Monate</p> <p><b>Zulassungsvoraussetzung zur Modulprüfung:</b><br/>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><b>Beschreibung:</b><br/>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> |  |
|---|--|

|  |   |   |
|--|---|---|
| <b>Modul SWT-ASV-M Applied Software Verification</b><br><i>Applied Software Verification</i>   |   | 6 ECTS / 180 h  |
| (seit WS14/15 bis SS17)<br>Modulverantwortliche/r: Prof. Dr. Gerald Lüttgen  |   |   |
| <p><b>Inhalte:</b><br/>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.</p> <p>The module will be taught in English.</p>   |   |   |
| <p><b>Lernziele/Kompetenzen:</b><br/>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.</p>   |   |   |
| <p><b>Sonstige Informationen:</b><br/>The main language of instruction is English. The lectures and practicals may be delivered in German if all participating students are fluent in German.</p> <p>The total workload of 180 hrs. is split approximately as follows:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• 30 hrs. attending lectures (Vorlesungen)</li> <li>• 30 hrs. attending practicals (Übungen)</li> <li>• 60 hrs. preparing and reviewing the lectures and practicals, including researching literature, studying material from additional sources and applying software tools</li> <li>• 30 hrs. working on the assignment (Hausarbeit)</li> <li>• 30 hrs. preparing for the colloquium (Kolloquium)</li> </ul> |   |   |
| <p><b>Zulassungsvoraussetzung für die Belegung des Moduls:</b><br/>keine</p>   |   |   |
| <p><b>Empfohlene Vorkenntnisse:</b><br/>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.</p>   |   | <p><b>Besondere Bestehensvoraussetzungen:</b><br/>keine</p> |
| <p><b>Angebotshäufigkeit:</b> SS, jährlich</p>   | <p><b>Empfohlenes Fachsemester:</b></p> | <p><b>Minimale Dauer des Moduls:</b><br/>1 Semester</p>     |

|  |                 |
|--|-----------------|
| <b>Lehrveranstaltungen</b>   |                 |
| <p><b>1. Vorlesung Applied Software Verification</b><br/><b>Lehrformen:</b> Vorlesung<br/><b>Dozenten:</b> Prof. Dr. Gerald Lüttgen<br/><b>Sprache:</b> Englisch/Deutsch<br/><b>Angebotshäufigkeit:</b> SS, jährlich</p> | <b>2,00 SWS</b> |
| <b>Inhalte:</b>  |                 |

|   |                        |
|---|------------------------|
| <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><b>Literatur:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Baier, C., Katoen, J.-P. Principles of Model Checking. MIT Press, 2008.</li> <li>• Biere, A., Heule, M., Van Maaren, H., Walsh, T. Handbook of Satisfiability. IOS Press, 2009.</li> <li>• Clarke, E., Grumberg, O. and Peled, D. Model Checking. MIT Press, 1999.</li> <li>• Huth, M. and Ryan, M. Logic in Computer Science. 2nd ed. Cambridge University Press, 2004.</li> <li>• Kroening, D. and Strichman, O. Decision Procedures: An Algorithmic Point of View. Springer, 2008.</li> </ul> |                        |
| <p><b>2. Übung Applied Software Verification</b></p> <p><b>Lehrformen:</b> Übung</p> <p><b>Dozenten:</b> Mitarbeiter Praktische Informatik, insbesondere Softwaretechnik und Programmiersprachen</p> <p><b>Sprache:</b> Englisch/Deutsch</p> <p><b>Angebotshäufigkeit:</b> SS, jährlich</p> <p><b>Inhalte:</b></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><b>Literatur:</b></p> <p>- see the corresponding lectures -</p>   | <p><b>2,00 SWS</b></p> |
| <p><b>Prüfung</b></p> <p>Hausarbeit mit Kolloquium / Prüfungsdauer: 20 Minuten</p> <p>Bearbeitungsfrist: 3 Wochen</p> <p><b>Beschreibung:</b></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>   |                        |

|  |                                  |  |
|--|----------------------------------|--|
| <b>Modul SWT-PCC-M Principles of Compiler Construction</b>   |                                  | 6 ECTS / 180 h                             |
| <i>Principles of Compiler Construction</i>   |                                  |  |
| (seit WS13/14 bis SS17)  |                                  |  |
| Modulverantwortliche/r: Prof. Dr. Gerald Lüttgen   |                                  |  |
| <b>Inhalte:</b>  |                                  |  |
| The module teaches the theoretical and practical principles of compiler construction, from lexical analysis and parsing, to semantic analysis, to code generation and optimisation.  |                                  |  |
| <b>Lernziele/Kompetenzen:</b>  |                                  |  |
| 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.  |                                  |  |
| <b>Sonstige Informationen:</b>   |                                  |  |
| 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"> <li>• 30 hrs. attending lectures (Vorlesungen)</li> <li>• 30 hrs. reviewing the lectures, including researching and studying material from additional sources</li> <li>• 30 hrs. attending practicals (Übungen)</li> <li>• 30 hrs. preparing and reviewing the practicals, including researching and studying material from additional sources</li> <li>• 60 hrs. working on the assignment (Hausarbeit) and preparing for the colloquium (Kolloquium)</li> </ul> |                                  |  |
| <b>Zulassungsvoraussetzung für die Belegung des Moduls:</b>  |                                  |  |
| keine  |                                  |  |
| <b>Empfohlene Vorkenntnisse:</b>   |                                  | <b>Besondere Bestehensvoraussetzungen:</b> |
| 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.  |                                  | keine                                      |
| <b>Angebotshäufigkeit:</b> WS, jährlich  | <b>Empfohlenes Fachsemester:</b> | <b>Minimale Dauer des Moduls:</b>          |
|  |                                  | 1 Semester                                 |

|   |                 |
|---|-----------------|
| <b>Lehrveranstaltungen</b>  |                 |
| <b>1. Vorlesung Principles of Compiler Construction</b><br><b>Lehrformen:</b> Vorlesung<br><b>Dozenten:</b> Prof. Dr. Gerald Lüttgen<br><b>Sprache:</b> Englisch/Deutsch<br><b>Angebotshäufigkeit:</b> WS, jährlich                             | <b>2,00 SWS</b> |
| <b>Inhalte:</b>   |                 |
| 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 |                 |

focus on the following aspects of compiler construction: lexical analysis, parsing, abstract syntax, semantic analysis, code generation and code optimisation.

**Literatur:**

- 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.

**2. Übung Principles of Compiler Construction**

**Lehrformen:** Übung

**Dozenten:** Prof. Dr. Gerald Lüttgen, Mitarbeiter Praktische Informatik, insbesondere Softwaretechnik und Programmiersprachen

**Sprache:** Englisch/Deutsch

**Angebotshäufigkeit:** WS, jährlich

**2,00 SWS**

**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).

**Literatur:**

- see the corresponding lectures -

**Prüfung**

Hausarbeit mit Kolloquium / Prüfungsdauer: 20 Minuten

Bearbeitungsfrist: 3 Wochen

**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.

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.

|  |                                  |   |
|--|----------------------------------|---|
| <b>Modul SWT-PR2-M SWT Masters Project in Software Systems Science</b><br><i>SWT Masters Project in Software Systems Science</i>   |                                  | 9 ECTS / 270 h                                      |
| (seit WS14/15 bis SS17)<br>Modulverantwortliche/r: Prof. Dr. Gerald Lüttgen  |                                  |   |
| <b>Inhalte:</b><br>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.<br><br>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. |                                  |   |
| <b>Lernziele/Kompetenzen:</b><br>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.   |                                  |   |
| <b>Sonstige Informationen:</b><br>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.<br><br>The total workload of 270 hrs. is split approximately as follows: <ul style="list-style-type: none"> <li>• 15 hrs. participating in introductions to and tutorials on methods, software tools, and giving presentations on the project status</li> <li>• 60 hrs. researching and familiarization with the project topic</li> <li>• 150 hrs. conducting the project work</li> <li>• 45 hrs. compiling a project report (Assignment/Hausarbeit) and preparation of the Colloquium (Kolloquium).</li> </ul> The project report can be written/composed in either English or German.   |                                  |   |
| <b>Zulassungsvoraussetzung für die Belegung des Moduls:</b><br>keine   |                                  |   |
| <b>Empfohlene Vorkenntnisse:</b><br>Basic knowledge in software engineering and programming languages, knowledge in the subject matter of the project topic.   |                                  | <b>Besondere Bestehensvoraussetzungen:</b><br>keine |
| <b>Angebotshäufigkeit:</b> SS, jährlich  | <b>Empfohlenes Fachsemester:</b> | <b>Minimale Dauer des Moduls:</b><br>1 Semester     |

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

|  |  |
|--|--|
| <b>Prüfung</b><br>Hausarbeit mit Kolloquium / Prüfungsdauer: 30 Minuten<br>Bearbeitungsfrist: 12 Wochen<br><b>Zulassungsvoraussetzung zur Modulprüfung:</b><br>Regular participation in the practicals.<br><b>Beschreibung:</b><br>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). |  |
|--|--|

|   |                                  |  |
|---|----------------------------------|--|
| <b>Modul SWT-RPP-M Selected Readings in Parallel Programming (OLD)</b>  |                                  | 3 ECTS / 90 h                              |
| <i>Selected Readings in Parallel Programming (OLD)</i>  |                                  |  |
| (bis SS13)  |                                  |  |
| Modulverantwortliche/r: Prof. Dr. Gerald Lüttgen  |                                  |  |
| <b>Inhalte:</b>   |                                  |  |
| <p>This module discusses a broad variety of concepts, languages and libraries for multi-threaded programming on modern shared-memory computer architectures, as well as techniques for analysing concurrent software. The module consists of a mixture of classic lectures and presentations on specific topics; these presentations are given by the students themselves after a thorough consultation of the literature (e.g., reading a chapter in a textbook or a scientific article).</p>  |                                  |  |
| <b>Lernziele/Kompetenzen:</b>   |                                  |  |
| <p>Students will learn state-of-the-art techniques for analysing, decomposing and synchronising concurrent computing tasks, so as to be able to exploit the vast performance offered by today's multi-core and many-core architectures. At the end of this module, students will be in a position to develop new parallel programs, and adapt existing programs to parallel architectures.</p> <p>In addition, students will learn how to read and work on research publications and how to present the essence of these publications as an outline talk to fellow students.</p>  |                                  |  |
| <b>Sonstige Informationen:</b>  |                                  |  |
| <p>The main language of instruction is English. The lectures and seminars may be delivered in German if all participating students are fluent in German.</p> <p>The total workload of 90 hrs. is split approximately as follows:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• 30 hrs. attending the lectures and seminars (Vorlesungen und Seminare)</li> <li>• 15 hrs. preparing and reviewing the lectures and seminar presentations, including researching literature, studying material from additional sources and conducting programming exercises</li> <li>• 25 hrs. preparing approx. two presentations on topics that will be assigned at the beginning of the semester, including researching literature and studying material from additional sources</li> <li>• 20 hrs. working on the assignment (Hausarbeit) and preparing for the colloquium (Kolloquium)</li> </ul> |                                  |  |
| <b>Zulassungsvoraussetzung für die Belegung des Moduls:</b>   |                                  |  |
| keine   |                                  |  |
| <b>Empfohlene Vorkenntnisse:</b>  |                                  | <b>Besondere Bestehensvoraussetzungen:</b> |
| Basic knowledge in computer architectures, operating systems and imperative programming languages.  |                                  | keine                                      |
| <b>Angebotshäufigkeit:</b> SS, jährlich   | <b>Empfohlenes Fachsemester:</b> | <b>Minimale Dauer des Moduls:</b>          |
|   |                                  | 1 Semester                                 |
| <b>Lehrveranstaltungen</b>  |                                  |  |
| <b>Vorlesung/Seminar Selected Readings in Parallel Programming</b>  |                                  | <b>2,00 SWS</b>                            |
| <b>Lehrformen:</b> Vorlesung/Seminar  |                                  |  |
| <b>Dozenten:</b> Prof. Dr. Gerald Lüttgen, Mitarbeiter Praktische Informatik, insbesondere Softwaretechnik und Programmiersprachen  |                                  |  |
| <b>Sprache:</b> Englisch/Deutsch  |                                  |  |
| <b>Angebotshäufigkeit:</b> SS, jährlich   |                                  |  |

**Inhalte:**

The lectures (Vorlesungen) and seminar talks (Seminare) will be interleaved and guided by reading and discussing foundational and current literature in the field of parallel programming. Each student is expected to prepare approx. two specific topics assigned to them by reading selected chapters in textbooks, research articles and/or software reference manuals, and to present their essence in the module meetings to fellow students. Each student is also expected to participate in the subsequent discussions.

The lectures and seminar talks will motivate concurrent programming in the context of modern parallel computer architectures, and discuss the underlying foundations, multi-core CPUs and GPUs, memory models, and operating systems support. In particular, methods for decomposing program tasks into threads and for their scheduling and synchronisation will be covered. This will lead to the study of several state-of-the-art programming libraries, programming interfaces and language extensions that support concurrent and parallel program development.

**Literatur:**

The literature to be used will be announced at the beginning of the semester.

Some elementary textbooks in the field of *Parallel Programming* are:

- Andrews, G. R. Foundations of Multithreaded, Parallel, and Distributed Programming. Addison-Wesley, 2000.
- Rauber, T. and Runger, G. Multicore: Parallele Programmierung. Springer, 2007. (In German.)
- Hennessy, J. L. and Patterson, D. A. Computer Architecture: A Quantitative Approach, 4th ed. Morgan Kaufmann, 2006.

**Prufung**

Hausarbeit mit Kolloquium / Prufungsdauer: 20 Minuten

Bearbeitungsfrist: 14 Wochen

**Beschreibung:**

Assignment (Hausarbeit) consisting of an essay summarizing the seminar presentations delivered by the student during the lectures/seminar (Vorlesungen/Seminar).

Colloquium (Kolloquium) consisting of questions testing the knowledge transferred in the lectures/seminar (Vorlesungen/Seminar), on the basis of the submitted assignment (Hausarbeit).

## Modultabelle

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

## Modultabelle

---

|            |   |                    |   |                        |  |
|------------|---|--------------------|---|------------------------|--|
| MOBI-DSC   | Data Streams and Complex Event Processing       | WS,<br>jährlich(1) | 6 | 2 Übung<br>2 Vorlesung | 30 Minuten<br>mündliche Prüfung<br>30 Minuten        |
| MOBI-SDA-M | Stream Data Analytics                           | SS,<br>jährlich(1) | 6 | 2 Vorlesung<br>2 Übung | mündliche Prüfung<br>30 Minuten                      |
| MOBI-ADM-M | Advanced Data Management                        | SS,<br>jährlich(1) | 6 | 2 Vorlesung<br>2 Übung | mündliche Prüfung<br>30 Minuten                      |
| SWT-ASV-M  | Applied Software Verification                   | SS, jährlich       | 6 | 2 Vorlesung<br>2 Übung | Hausarbeit mit Kolloquium<br>3 Wochen<br>20 Minuten  |
| SWT-PCC-M  | Principles of Compiler Construction             | WS, jährlich       | 6 | 2 Vorlesung<br>2 Übung | Hausarbeit mit Kolloquium<br>3 Wochen<br>20 Minuten  |
| SWT-RPP-M  | Selected Readings in Parallel Programming (OLD) | SS, jährlich       | 3 | 2 Vorlesung/Seminar    | Hausarbeit mit Kolloquium<br>14 Wochen<br>20 Minuten |

## Modultabelle

| ID              | Modul   | Semester     | ECTS          | SWS                    | Prüfung   |
|-----------------|---|--------------|---------------|------------------------|---|
|                 | <b>A2: Domain-specific Software Systems Science</b>                                   |              | <b>0 - 18</b> |                        |   |
|                 | <b>Modulgruppe: Wahlpflichtbereich A2WP: Domain-specific Software Systems Science</b> |              | <b>0 - 18</b> |                        |   |
| EESYS-ES1-M     | Energieeffiziente Systeme1  | SS, jährlich | 6             | 2 Vorlesung<br>2 Übung | schriftliche Prüfung (Klausur)<br>90 Minuten        |
| EESYS-ES2-M     | Energieeffiziente Systeme II  | WS, jährlich | 6             | 2 Vorlesung<br>2 Übung | schriftliche Prüfung (Klausur)<br>90 Minuten        |
| HCI-MCI-M       | Mensch-Computer-Interaktion   | SS, jährlich | 6             | 2 Vorlesung<br>2 Übung | mündliche Prüfung<br>30 Minuten                     |
| HCI-US-B        | Ubiquitäre Systeme  | WS, jährlich | 6             | 2 Vorlesung<br>2 Übung | mündliche Prüfung<br>30 Minuten                     |
| ISDL-SOA        | SOA-Governance and Evaluation   | WS, jährlich | 3             | 2 Vorlesung und Übung  | schriftliche Prüfung (Klausur)<br>90 Minuten        |
| KInf-SemInf-M   | Semantic Information Processing   | WS, jährlich | 6             | 2 Vorlesung<br>2 Übung | schriftliche Prüfung (Klausur)<br>90 Minuten        |
| KogSys-KogMod-M | Kognitive Modellierung  | WS, jährlich | 6             | 2 Übung<br>2 Vorlesung | mündliche Prüfung<br>20 Minuten                     |
| KogSys-ML-M     | Lernende Systeme (Machine Learning)   | WS, jährlich | 6             | 2 Vorlesung<br>2 Übung | schriftliche Prüfung (Klausur)<br>90 Minuten        |
| SME-STE-M       | Introduction to Knowledge Representation: Space, Time, Events                         | WS, jährlich | 6             | 2 Vorlesung<br>2 Übung | mündliche Prüfung<br>20 Minuten                     |
| SNA-OSN-M       | Projekt zu Online Social Networks   | WS, jährlich | 6             | 4 Übung                | Hausarbeit mit Kolloquium<br>4 Monate<br>30 Minuten |

## Modultabelle

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

## Modultabelle

| ID           | Modul  | Semester  | ECTS      | SWS | Prüfung                  |
|--------------|--|-----------|-----------|-----|--------------------------|
|              | <b>A4: Master Thesis</b>   |           | <b>30</b> |     |                          |
|              | 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<br>6 Monate |

## Modultabelle

| ID | Modul   | Semester | ECTS      | SWS | Prüfung |
|----|---|----------|-----------|-----|---------|
|    | <b>A5: "Brückenstudium" (MSc Software Systems Science, 120 ECTS)</b>  |          | <b>30</b> |     |         |
|    | A5: "Brückenstudium" (MSc Software Systems Science, 120 ECTS) (see §40 & Appendix B of the StuFPO of the degree programme Master Software Systems Science (120 ECTS)) |          |           |     |         |

## Modultabelle

| ID | Modul   | Semester | ECTS      | SWS | Prüfung |
|----|---|----------|-----------|-----|---------|
|    | <b>A6: Graduate Study Abroad (MSc International Software Systems Science, 120 ECTS)</b> |          | <b>30</b> |     |         |