



---

# **Modulhandbuch**

**Masterstudiengang Angewandte  
Informatik (gültig ab 01.10.2016)**

**Wirtschaftsinformatik und Angewandte Informatik**

---

## **Hinweis zur Weitergeltung älterer Fassungen eines Modulhandbuchs:**

### **1. Geltungsbeginn**

Die im vorliegenden Modulhandbuch enthaltenen Modulbeschreibungen gelten erstmals für das Semester, das auf dem Deckblatt angegeben ist.

### **2. Übergangsbestimmung**

- a. Studierende, die gemäß bisher geltendem Modulhandbuch ein Modul bereits in Teilen absolviert haben (vgl. Nr. 2b), schließen das Modul nach der bisher geltenden Fassung des Modulhandbuchs ab.

Diese Übergangsbestimmung gilt ausschließlich für den dem versäumten/nicht bestandenen/nicht absolvierten regulären Prüfungstermin unmittelbar folgenden Prüfungstermin. Auf Antrag der oder des Studierenden kann der Prüfungsausschuss in begründeten Fällen eine Verlängerung der Übergangsfrist festlegen.

- b. Ein Modul ist in Teilen absolviert, wenn die Modulprüfung nicht bestanden oder versäumt wurde. Gleiches gilt für den Fall, dass zumindest eine Modulteilprüfung bestanden, nicht bestanden oder versäumt wurde.

Ferner gilt ein Modul als in Teilen absolviert, sofern sich die oder der Studierende gemäß bisher geltendem Modulhandbuch zu einer dem jeweiligen Modul zugeordneten Lehrveranstaltung angemeldet hat.

### **3. Geltungsdauer**

Das Modulhandbuch gilt bis zur Bekanntgabe eines geänderten Modulhandbuchs auch für nachfolgende Semester.

## Äquivalenzliste MA Angewandte Informatik,

**StuFPO vom 20.06.2016**

Im Folgenden finden Sie eine Auflistung von Modulen, deren Bezeichnung bzw. Kürzel geändert wurde, ohne dass damit eine wesentliche Änderung des Moduls verbunden ist. Sofern ein in der Spalte „bisheriges Modul“ aufgeführtes Modul erfolgreich absolviert wurde, kann das in der Spalte „neues Modul“ angegebene Modul nicht belegt werden.

| bisheriges Modul |                                             |                   | neues Modul   |                                            |                  |
|------------------|---------------------------------------------|-------------------|---------------|--------------------------------------------|------------------|
| Modulkürzel      | Modulbezeichnung                            | bis<br>(Semester) | Modulkürzel   | Modulbezeichnung                           | ab<br>(Semester) |
| MI-IR1-M         | Information Retrieval 1                     | SS 18             | MI-IR-M       | Information Retrieval                      | WS18/19          |
| MOBI-DSC         | Data Streams and Complex Event Processing   | WS 1718           | MOBI-DSC-M    | Data Streams and Complex Event Processing  | WS 1819          |
| KInf-SemInf-M    | Semantic Information Processing             | WS 19/20          | KInf-SemInf-M | Semantische Informationsverarbeitung       | WS19/20          |
| GdI-AFP-M        | Advanced Functional Programming             | WS 20/21          | GdI-FPRS-M    | Functional Programming of Reactive Systems | SS21             |
| MOBI-PRAI-M      | Master Project Mobile Software Systems (AI) | SS 21             | MOBI-Proj-M   | Master Project Mobile Software Systems     | WS 21/22         |
| KogSys-ML-M      | Lernende Systeme (Machine Learning)         | SS22              | KogSys-ML-B   | Einführung in Maschinelles Lernen          | WS22/23          |
| MI-CGuA-M        | Computergrafik und Animation                | SS23              | CG-CGA-B      | Computergrafik und Animation               | WS23/24          |
| DS-IDS-M         | Einführung in Dialogsysteme                 | SS24              | DS-IDS-B      | Einführung in Dialogsysteme                | WS24/25          |
| xAI-MML-M        | Mathematics for Machine Learning            | SS24              | xAI-MML-B     | Mathematics for Machine Learning           | WS24/25          |
| GdI-IFP-B        | Introduction to Functional Programming      | SS24              | GdI-IFP-M     | Introduction to Functional Programming     | WS24/25          |
| MII-MID-M        | Multimodal Interaction Design               | WS24/25           | MII-HRI-M     | Mensch-Roboter-Interaktion                 | SS25             |



## Module

|                                                                                        |    |
|----------------------------------------------------------------------------------------|----|
| AI-6Proj1-M: Projekt 1 in der Fächergruppe Angewandte Informatik.....                  | 9  |
| AI-6Proj2-M: Projekt 2 in der Fächergruppe Angewandte Informatik.....                  | 11 |
| AI-Proj1-M: Projektpraktikum 1 zur Angewandten Informatik.....                         | 13 |
| AI-Proj2-M: Projektpraktikum 2 zur Angewandten Informatik.....                         | 15 |
| AI-Sem1-M: Masterseminar in Angewandter Informatik.....                                | 17 |
| AI-Sem2-M: Masterseminar in Angewandter Informatik.....                                | 19 |
| AI-Sem3-M: Masterseminar in Angewandter Informatik.....                                | 21 |
| AI-Thesis-M: Masterarbeit in Angewandter Informatik.....                               | 23 |
| AISE-Auto: Automation of First- and Higher-Order Logic.....                            | 25 |
| AISE-ETH: Ethics and Epistemology of AI.....                                           | 27 |
| AISE-PLM-V: Computational Metaphysics -- Mechanizing Principia Logico-Metaphysica..... | 30 |
| AISE-UL: Universelle Logik & Universelles Schließen.....                               | 32 |
| AlgoK-TAG: Tree decompositions, algorithms and games.....                              | 35 |
| CG-VRAR-M: Virtual Reality / Augmented Reality.....                                    | 37 |
| DS-ConvAI-M: Advanced Dialogue Systems and Conversational AI.....                      | 39 |
| DSG-SOA-M: Service-Oriented Architecture and Web Services.....                         | 42 |
| DT-CPP-M: Fortgeschrittene Systemprogrammierung in C++ (Master).....                   | 45 |
| DT-DBCPU-M: Datenbanksysteme für moderne CPU.....                                      | 47 |
| GdI-CSNL-M: Computational Semantics of Natural Language.....                           | 49 |
| GdI-FPRS-M: Functional Programming of Reactive Systems.....                            | 51 |
| GdI-IFP-M: Introduction to Functional Programming.....                                 | 54 |
| HCI-DFM-M: Design- und Forschungsmethoden der Mensch-Computer-Interaktion.....         | 56 |
| HCI-DR-M: Design-Forschung.....                                                        | 59 |
| HCI-MCI-M: Mensch-Computer-Interaktion.....                                            | 61 |
| HCI-Usab-M: Usability in der Praxis.....                                               | 64 |
| Inf-Proj-M: Masterprojekt der Fachgruppe Informatik.....                               | 66 |
| Inf-Sem-M: Masterseminar in Informatik.....                                            | 68 |
| KogSys-KogMod-M: Kognitive Modellierung.....                                           | 70 |
| MI-IR-M: Information Retrieval (Grundlagen, Modelle und Anwendungen).....              | 73 |

|                                                                                       |     |
|---------------------------------------------------------------------------------------|-----|
| MII-HRI-M: Mensch-Roboter-Interaktion.....                                            | 76  |
| MOBI-ADM-M: Advanced Data Management.....                                             | 78  |
| MOBI-DSC-M: Data Streams and Complex Event Processing.....                            | 80  |
| NLPROC-DL4NLP-M: Deep Learning for Natural Language Processing.....                   | 83  |
| NLProc-ANLP-M: Angewandte maschinelle Sprachverarbeitung.....                         | 85  |
| NLProc-ILT-M: Impact of Language Technology.....                                      | 88  |
| NLProc-PGM4NLP-M: Probabilistic Graphical Models for Natural Language Processing..... | 90  |
| PSI-AdvaSP-M: Advanced Security and Privacy.....                                      | 92  |
| PSI-DiffPriv-M: Introduction to Differential Privacy.....                             | 95  |
| SWT-ASV-M: Applied Software Verification.....                                         | 97  |
| SYSNAP-OSE-M: Operating Systems Engineering.....                                      | 99  |
| SYSNAP-PMAP-M: Processor Microarchitecture and Performance.....                       | 102 |
| SYSNAP-Virt-M: Virtualisierung.....                                                   | 104 |
| UxD-UIxD-M: Urban Interaction Design.....                                             | 107 |
| VIS-IVVA-M: Advanced Information Visualization and Visual Analytics.....              | 108 |
| WI-Seminar1-M: Masterseminar aus der Fächergruppe Wirtschaftsinformatik.....          | 110 |
| xAI-DL-M: Deep Learning.....                                                          | 112 |

# Übersicht nach Modulgruppen

## 1) A1 Angewandte Informatik (Modulgruppe) ECTS: 24 - 54

### a) Kulturinformatik (Fach)

### b) Computergrafik (Fach)

CG-VRAR-M: Virtual Reality / Augmented Reality (6 ECTS, SS, jährlich)..... 37

### c) User Experience and Design (Fach)

UxD-UIxD-M: Urban Interaction Design (6 ECTS, WS, jährlich)..... 107

### d) Multimodal Intelligent Interaction (Fach)

MII-HRI-M: Mensch-Roboter-Interaktion (6 ECTS, SS, jährlich)..... 76

### e) Informationsvisualisierung (Fach)

VIS-IVVA-M: Advanced Information Visualization and Visual Analytics (6 ECTS, WS, jährlich).....108

### f) Medieninformatik (Fach)

MI-IR-M: Information Retrieval (Grundlagen, Modelle und Anwendungen) (6 ECTS, SS, jährlich)..... 73

### g) Grundlagen der Sprachverarbeitung (Fach)

NLPROC-DL4NLP-M: Deep Learning for Natural Language Processing (6 ECTS, SS, jährlich)..... 83

NLProc-ANLP-M: Angewandte maschinelle Sprachverarbeitung (6 ECTS, WS, SS)..... 85

NLProc-ILT-M: Impact of Language Technology (6 ECTS, WS, jährlich)..... 88

NLProc-PGM4NLP-M: Probabilistic Graphical Models for Natural Language Processing (6 ECTS, WS, jährlich)..... 90

### h) Sprachgenerierung und Dialogsysteme (Fach)

DS-ConvAI-M: Advanced Dialogue Systems and Conversational AI (6 ECTS, SS, jährlich).....39

### i) KI-Systementwicklung (Fach)

AISE-Auto: Automation of First- and Higher-Order Logic (6 ECTS, SS, jährlich).....25

AISE-ETH: Ethics and Epistemology of AI (6 ECTS, SS, jährlich).....27

AISE-PLM-V: Computational Metaphysics -- Mechanizing Principia Logico-Metaphysica (3 ECTS, jährlich)..... 30

|                                                                                 |    |
|---------------------------------------------------------------------------------|----|
| AISE-UL: Universelle Logik & Universelles Schließen (6 ECTS, WS, jährlich)..... | 32 |
|---------------------------------------------------------------------------------|----|

## **j) Mensch-Computer-Interaktion (Fach)**

|                                                                                                       |    |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| HCI-DFM-M: Design- und Forschungsmethoden der Mensch-Computer-Interaktion (6 ECTS, SS, jährlich)..... | 56 |
| HCI-DR-M: Design-Forschung (6 ECTS, WS, jährlich).....                                                | 59 |
| HCI-Usab-M: Usability in der Praxis (6 ECTS, SS, jährlich).....                                       | 64 |
| HCI-MCI-M: Mensch-Computer-Interaktion (6 ECTS, WS, jährlich).....                                    | 61 |

## **k) Erklärbares Maschinelles Lernen (Fach)**

|                                                     |     |
|-----------------------------------------------------|-----|
| xAI-DL-M: Deep Learning (6 ECTS, WS, jährlich)..... | 112 |
|-----------------------------------------------------|-----|

## **l) Kognitive Systeme (Fach)**

|                                                                     |    |
|---------------------------------------------------------------------|----|
| KogSys-KogMod-M: Kognitive Modellierung (6 ECTS, WS, jährlich)..... | 70 |
|---------------------------------------------------------------------|----|

## **2) A2 Informatik (Modulgruppe) ECTS: 12 - 30**

### **a) Privatsphäre und Sicherheit in Informationssystemen (Fach)**

|                                                                                  |    |
|----------------------------------------------------------------------------------|----|
| PSI-AdvaSP-M: Advanced Security and Privacy (6 ECTS, SS, jährlich).....          | 92 |
| PSI-DiffPriv-M: Introduction to Differential Privacy (6 ECTS, WS, jährlich)..... | 95 |

### **b) Data Engineering (Fach)**

|                                                                                             |    |
|---------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| DT-CPP-M: Fortgeschrittene Systemprogrammierung in C++ (Master) (6 ECTS, WS, jährlich)..... | 45 |
| DT-DBCPU-M: Datenbanksysteme für moderne CPU (6 ECTS, SS, jährlich).....                    | 47 |

### **c) Verteilte Systeme (Fach)**

|                                                                                       |    |
|---------------------------------------------------------------------------------------|----|
| DSG-SOA-M: Service-Oriented Architecture and Web Services (6 ECTS, SS, jährlich)..... | 42 |
|---------------------------------------------------------------------------------------|----|

### **d) Mobile Software Systems / Mobilität (Fach)**

|                                                                                   |    |
|-----------------------------------------------------------------------------------|----|
| MOBI-ADM-M: Advanced Data Management (6 ECTS, SS, jährlich).....                  | 78 |
| MOBI-DSC-M: Data Streams and Complex Event Processing (6 ECTS, WS, jährlich)..... | 80 |

### **e) Systemnahe Programmierung (Fach)**

|                                                                                        |     |
|----------------------------------------------------------------------------------------|-----|
| SYSNAP-OSE-M: Operating Systems Engineering (6 ECTS, SS, jährlich).....                | 99  |
| SYSNAP-PMAP-M: Processor Microarchitecture and Performance (6 ECTS, SS, jährlich)..... | 102 |
| SYSNAP-Virt-M: Virtualisierung (6 ECTS, WS, jährlich).....                             | 104 |



## **f) Softwaretechnik und Programmiersprachen (Fach)**

|                                                                      |    |
|----------------------------------------------------------------------|----|
| SWT-ASV-M: Applied Software Verification (6 ECTS, SS, jährlich)..... | 97 |
|----------------------------------------------------------------------|----|

## **g) Grundlagen der Informatik (Fach)**

|                                                                                     |    |
|-------------------------------------------------------------------------------------|----|
| GdI-CSNL-M: Computational Semantics of Natural Language (6 ECTS, SS, jährlich)..... | 49 |
| GdI-FPRS-M: Functional Programming of Reactive Systems (6 ECTS, SS, jährlich).....  | 51 |
| GdI-IFP-M: Introduction to Functional Programming (6 ECTS, WS, jährlich).....       | 54 |

## **h) Algorithmen und Komplexitätstheorie (Fach)**

|                                                                                  |    |
|----------------------------------------------------------------------------------|----|
| AlgoK-TAG: Tree decompositions, algorithms and games (6 ECTS, WS, jährlich)..... | 35 |
|----------------------------------------------------------------------------------|----|

## **3) A3 Anwendungsfächer sowie Wirtschaftsinformatik (Modulgruppe) ECTS: 0 - 18**

Die (nicht verpflichtende) Modulgruppe A3 dient der Spezialisierung in Anwendungsfächern. Es sind Module im Umfang von 0 bis 18 ECTS-Punkten zu absolvieren. Es können Module eines oder mehrerer anderer Fächer studiert werden. Es sind Module aus dem Nebenfachangebot der APO GuK/Huwi oder aus der Modulgruppe A1 Fachstudium Wirtschaftsinformatik des Bachelor- oder Masterstudiengangs Wirtschaftsinformatik wählbar. Das konkrete Angebot der aus dem Fach Psychologie wählbaren Module, sowie die konkreten Modulbeschreibungen sind dem „Modulhandbuch für Module des Fachs Psychologie, die im Rahmen des Bachelor- und des Masterstudiengangs Angewandte Informatik, des Bachelorstudiengangs Informatik sowie des Masterstudiengangs Interaction Research & Design erbracht werden können“ zu entnehmen.

## **4) A4 Projekte (Modulgruppe) ECTS: 15 - 30**

In der Modulgruppe A4 sind Module im Umfang von 15 bis 30 ECTS-Punkten zu erbringen. Hierbei ist zumindest ein Projektmodul im Umfang von 15 ECTS-Punkten (AI-Proj-M) zu absolvieren. Zudem kann ein weiteres Projektmodul im Umfang von 15 ECTS-Punkten erbracht werden oder ein bis zwei Projektmodule im Umfang von je 6 ECTS-Punkten (AI-6Proj-M). Ein Projektmodul von 6 ECTS-Punkten kann aus dem Fachbereich der Informatik gewählt werden (Inf-Proj-M), alle anderen Projektmodule müssen der Angewandten Informatik entstammen.

### **a) Forschungsprojekte 15 ECTS (Teilmodulgruppe) ECTS: 15 - 30**

|                                                                                  |    |
|----------------------------------------------------------------------------------|----|
| AI-Proj1-M: Projektpraktikum 1 zur Angewandten Informatik (15 ECTS, WS, SS)..... | 13 |
| AI-Proj2-M: Projektpraktikum 2 zur Angewandten Informatik (15 ECTS, WS, SS)..... | 15 |

### **b) Projekte der Angewandten Informatik (Fachbereich) ECTS: 0 - 12**

|                                                                                        |    |
|----------------------------------------------------------------------------------------|----|
| AI-6Proj1-M: Projekt 1 in der Fächergruppe Angewandte Informatik (6 ECTS, WS, SS)..... | 9  |
| AI-6Proj2-M: Projekt 2 in der Fächergruppe Angewandte Informatik (6 ECTS, WS, SS)..... | 11 |

**c) Projekte der Informatik (Fachbereich) ECTS: 0 - 6**

|                                                                           |    |
|---------------------------------------------------------------------------|----|
| Inf-Proj-M: Masterprojekt der Fachgruppe Informatik (6 ECTS, WS, SS)..... | 66 |
|---------------------------------------------------------------------------|----|

**5) A5 Seminare (Modulgruppe) ECTS: 6 - 9**

Es sind zwei oder drei Module zu wählen, von denen höchstens eines den Fächern der Informatik bzw. Wirtschaftsinformatik entstammen darf.

**a) Seminar(e) in Angewandter Informatik (Fach) ECTS: 3 - 9**

|                                                                          |    |
|--------------------------------------------------------------------------|----|
| AI-Sem1-M: Masterseminar in Angewandter Informatik (3 ECTS, WS, SS)..... | 17 |
| AI-Sem2-M: Masterseminar in Angewandter Informatik (3 ECTS, WS, SS)..... | 19 |
| AI-Sem3-M: Masterseminar in Angewandter Informatik (3 ECTS, WS, SS)..... | 21 |

**b) Seminar in Informatik oder Wirtschaftsinformatik (Fach) ECTS: 0 - 3**

|                                                                                               |     |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------|-----|
| Inf-Sem-M: Masterseminar in Informatik (3 ECTS, WS, SS).....                                  | 68  |
| WI-Seminar1-M: Masterseminar aus der Fächergruppe Wirtschaftsinformatik (3 ECTS, WS, SS)..... | 110 |

**6) A6 Masterarbeit (Modulgruppe) ECTS: 30**

|                                                                            |    |
|----------------------------------------------------------------------------|----|
| AI-Thesis-M: Masterarbeit in Angewandter Informatik (30 ECTS, WS, SS)..... | 23 |
|----------------------------------------------------------------------------|----|

|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |                                  |                                                     |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------|-----------------------------------------------------|
| <b>Modul AI-6Proj1-M Projekt 1 in der Fächergruppe Angewandte Informatik</b><br><i>Project 1 in the subject area Applied Computer Science</i>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |                                  | 6 ECTS / 180 h                                      |
| (seit SS25)<br>Modulverantwortliche/r: Prof. Dr. Tom Gross<br>Weitere Verantwortliche: Professorinnen und Professoren der Angewandten Informatik                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |                                  |                                                     |
| <b>Inhalte:</b><br>Fortgeschrittene praktische Bearbeitung einer forschungsrelevanten Aufgabenstellung aus dem gewählten Fachgebiet mit wissenschaftlichen Methoden. Aufbauend auf den in den Vorlesungen und Übungen erworbenen Kenntnissen und Fertigkeiten wird ein kleineres Projekt mit wissenschaftlichem Bezug in einer Gruppe umgesetzt.                                                                                                                                                                                                                                                                                             |                                  |                                                     |
| <b>Lernziele/Kompetenzen:</b><br>Es werden die Fähigkeiten im Bereich der Systementwicklung ebenso weiterentwickelt wie die Kompetenzen in der Projektdurchführung und in der Gruppenarbeit. Das Masterprojekt unterscheidet sich dabei von der Projektarbeit im Bachelorstudiengang durch die Komplexität der Aufgabe und den direkten Bezug zu aktuellen wissenschaftlichen Arbeiten des jeweiligen Lehrstuhls.                                                                                                                                                                                                                            |                                  |                                                     |
| <b>Sonstige Informationen:</b><br>Der Arbeitsaufwand für dieses Modul gliedert sich in folgende Bereiche: <ul style="list-style-type: none"> <li>· Teilnahme an einführenden Präsenzveranstaltungen</li> <li>· Teilnahme an Gruppenbesprechungen</li> <li>· Bearbeitung der Projektaufgabenstellung allein und im Team</li> <li>· Vorbereitung von Projektbesprechungen und -präsentationen</li> <li>· Prüfungsvorbereitung</li> </ul> Die Aufwände können dabei in Abhängigkeit von der Aufgabenstellung und der in der Gruppe abgestimmten Aufgabenverteilung unter den Gruppenmitgliedern unterschiedlich auf die Bereiche verteilt sein. |                                  |                                                     |
| <b>Zulassungsvoraussetzung für die Belegung des Moduls:</b><br>keine                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |                                  |                                                     |
| <b>Empfohlene Vorkenntnisse:</b><br>Empfohlene Vorkenntnisse werden von jedem anbietenden Fachgebiet festgelegt und bekannt gegeben.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |                                  | <b>Besondere Bestehensvoraussetzungen:</b><br>keine |
| <b>Angebotshäufigkeit:</b> WS, SS                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            | <b>Empfohlenes Fachsemester:</b> | <b>Minimale Dauer des Moduls:</b><br>1 Semester     |

|                                                                                                                                                                                            |                 |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------|
| <b>Lehrveranstaltungen</b>                                                                                                                                                                 |                 |
| <b>Projekt 1 der Fächergruppe Angewandte Informatik</b><br><b>Lehrformen:</b> Projektseminar<br><b>Sprache:</b> Deutsch/Englisch<br><b>Angebotshäufigkeit:</b> WS, SS<br><b>Lernziele:</b> | <b>4,00 SWS</b> |

Es werden die Fähigkeiten im Bereich der Systementwicklung ebenso weiterentwickelt wie die Kompetenzen in der Projektdurchführung und in der Gruppenarbeit.

**Inhalte:**

Die genauen Inhalte der Masterprojekte werden vom anbietenden Fachgebiet festgelegt und bekannt gegeben.

**Literatur:**

Die Literatur wird zu Beginn des Semesters vom anbietenden Fachgebiet festgelegt und bekannt gegeben.

**Prüfung**

Hausarbeit mit Kolloquium

**Zulassungsvoraussetzung zur Modulprüfung:**

Regelmäßige Teilnahme an der Lehrveranstaltung.

**Beschreibung:**

Dokumentation des Systems und des Entwicklungsprozesses sowie Kolloquium zum System und zum Entwicklungsprozess.

Die Bearbeitungsfrist der Hausarbeit und die Prüfungsdauer des Kolloquiums werden zu Beginn des Semesters bekanntgegeben.

|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |                                  |                                                     |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------|-----------------------------------------------------|
| <b>Modul AI-6Proj2-M Projekt 2 in der Fächergruppe Angewandte Informatik</b><br><i>Project 2 in the subject area Applied Computer Science</i>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |                                  | 6 ECTS / 180 h                                      |
| Modulverantwortliche/r: Prof. Dr. Tom Gross<br>Weitere Verantwortliche: Professorinnen und Professoren der Angewandten Informatik                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |                                  |                                                     |
| <b>Inhalte:</b><br>Fortgeschrittene praktische Bearbeitung einer forschungsrelevanten Aufgabenstellung aus dem gewählten Fachgebiet mit wissenschaftlichen Methoden. Aufbauend auf den in den Vorlesungen und Übungen erworbenen Kenntnissen und Fertigkeiten wird ein kleineres Projekt mit wissenschaftlichem Bezug in einer Gruppe umgesetzt.                                                                                                                                                                                                                                                                                             |                                  |                                                     |
| <b>Lernziele/Kompetenzen:</b><br>Es werden die Fähigkeiten im Bereich der Systementwicklung ebenso weiterentwickelt wie die Kompetenzen in der Projektdurchführung und in der Gruppenarbeit. Das Masterprojekt unterscheidet sich dabei von der Projektarbeit im Bachelorstudiengang durch die Komplexität der Aufgabe und den direkten Bezug zu aktuellen wissenschaftlichen Arbeiten des jeweiligen Lehrstuhls.<br>In Relation zum Masterprojekt 1 der Fächergruppe Angewandte Informatik werden dabei die Kompetenzen durch die Bearbeitung eines weiteren Themas verbreitert und vertieft.                                               |                                  |                                                     |
| <b>Sonstige Informationen:</b><br>Der Arbeitsaufwand für dieses Modul gliedert sich in folgende Bereiche: <ul style="list-style-type: none"> <li>· Teilnahme an einführenden Präsenzveranstaltungen</li> <li>· Teilnahme an Gruppenbesprechungen</li> <li>· Bearbeitung der Projektaufgabenstellung allein und im Team</li> <li>· Vorbereitung von Projektbesprechungen und -präsentationen</li> <li>· Prüfungsvorbereitung</li> </ul> Die Aufwände können dabei in Abhängigkeit von der Aufgabenstellung und der in der Gruppe abgestimmten Aufgabenverteilung unter den Gruppenmitgliedern unterschiedlich auf die Bereiche verteilt sein. |                                  |                                                     |
| <b>Zulassungsvoraussetzung für die Belegung des Moduls:</b><br>keine                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |                                  |                                                     |
| <b>Empfohlene Vorkenntnisse:</b><br>Empfohlene Vorkenntnisse werden von jedem anbietenden Fachgebiet festgelegt und bekannt gegeben.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |                                  | <b>Besondere Bestehensvoraussetzungen:</b><br>keine |
| <b>Angebotshäufigkeit:</b> WS, SS                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            | <b>Empfohlenes Fachsemester:</b> | <b>Minimale Dauer des Moduls:</b><br>1 Semester     |
| <b>Lehrveranstaltungen</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |                                  |                                                     |
| <b>Projekt 1 der Fächergruppe Angewandte Informatik</b><br><b>Lehrformen:</b> Projektseminar<br><b>Sprache:</b> Deutsch/Englisch<br><b>Angebotshäufigkeit:</b> WS, SS                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |                                  | <b>4,00 SWS</b>                                     |

**Lernziele:**

Es werden die Fähigkeiten im Bereich der Systementwicklung ebenso weiterentwickelt wie die Kompetenzen in der Projektdurchführung und in der Gruppenarbeit.

**Inhalte:**

Die genauen Inhalte der Masterprojekte werden vom anbietenden Fachgebiet festgelegt und bekannt gegeben.

**Literatur:**

Die Literatur wird zu Beginn des Semesters vom anbietenden Fachgebiet festgelegt und bekannt gegeben.

**Prüfung**

Hausarbeit mit Kolloquium

**Zulassungsvoraussetzung zur Modulprüfung:**

Regelmäßige Teilnahme an der Lehrveranstaltung.

**Beschreibung:**

Dokumentation des Systems und des Entwicklungsprozesses sowie Kolloquium zum System und zum Entwicklungsprozess.

Die Bearbeitungsfrist der Hausarbeit und die Prüfungsdauer des Kolloquiums werden zu Beginn des Semesters bekanntgegeben.

|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |                                  |                                                            |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------|------------------------------------------------------------|
| <b>Modul AI-Proj1-M Projektpraktikum 1 zur Angewandten Informatik</b><br><i>Project 1 in Applied Computer Science</i>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |                                  | 15 ECTS / 450 h<br>90 h Präsenzzeit<br>360 h Selbststudium |
| (seit WS16/17)<br>Modulverantwortliche/r: Prof. Dr. Tom Gross<br>Weitere Verantwortliche: Professorinnen und Professoren der Angewandten Informatik                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |                                  |                                                            |
| <b>Inhalte:</b><br>Fortgeschrittene praktische Bearbeitung einer forschungsrelevanten Aufgabenstellung aus dem gewählten Fachgebiet mit wissenschaftlichen Methoden. Aufbauend auf den in den Vorlesungen und Übungen erworbenen Kenntnissen und Fertigkeiten wird in diesem Praktikum ein Projekt mit wissenschaftlichem Bezug in einer Gruppe umgesetzt.                                                                                                                                                                                                                                                                                   |                                  |                                                            |
| <b>Lernziele/Kompetenzen:</b><br>Es werden die Fähigkeiten im Bereich der Systementwicklung ebenso weiterentwickelt wie die Kompetenzen in der Projektdurchführung und in der Gruppenarbeit. Das Praktikum unterscheidet sich dabei von der Projektarbeit im Bachelorstudiengang durch die Komplexität der Aufgabe und den direkten Bezug zu aktuellen wissenschaftlichen Arbeiten des jeweiligen Lehrstuhls.                                                                                                                                                                                                                                |                                  |                                                            |
| <b>Sonstige Informationen:</b><br>Der Arbeitsaufwand für dieses Modul gliedert sich in folgende Bereiche: <ul style="list-style-type: none"> <li>• Teilnahme an einführenden Präsenzveranstaltungen</li> <li>• Teilnahme an Gruppenbesprechungen</li> <li>• Bearbeitung der Projektaufgabenstellung allein und im Team</li> <li>• Vorbereitung von Projektbesprechungen und -präsentationen</li> <li>• Prüfungsvorbereitung</li> </ul> Die Aufwände können dabei in Abhängigkeit von der Aufgabenstellung und der in der Gruppe abgestimmten Aufgabenverteilung unter den Gruppenmitgliedern unterschiedlich auf die Bereiche verteilt sein. |                                  |                                                            |
| <b>Zulassungsvoraussetzung für die Belegung des Moduls:</b><br>keine                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |                                  |                                                            |
| <b>Empfohlene Vorkenntnisse:</b><br>Empfohlene Vorkenntnisse werden von jedem anbietenden Fachgebiet festgelegt und bekannt gegeben.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |                                  | <b>Besondere Bestehensvoraussetzungen:</b><br>keine        |
| <b>Angebotshäufigkeit:</b> WS, SS                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            | <b>Empfohlenes Fachsemester:</b> | <b>Minimale Dauer des Moduls:</b><br>1 Semester            |

|                                                                                                                                                                                                                  |                 |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------|
| <b>Lehrveranstaltungen</b>                                                                                                                                                                                       |                 |
| <b>Projektpraktikum 1 zur Angewandten Informatik</b><br><b>Lehrformen:</b> Übung<br><b>Sprache:</b> Deutsch/Englisch<br><b>Angebotshäufigkeit:</b> WS, SS                                                        | <b>6,00 SWS</b> |
| <b>Lernziele:</b><br>Es werden die Fähigkeiten im Bereich der Systementwicklung ebenso weiterentwickelt wie die Kompetenzen in der Projektdurchführung, im wissenschaftlichen Arbeiten und in der Gruppenarbeit. |                 |

---

**Inhalte:**

Im Praktikum werden wechselnde Projektthemen zu den Inhalten der Lehrveranstaltungen bearbeitet. Dabei sind im Regelfall Aspekte mehrerer Lehrveranstaltungen relevant, so dass sich Teams mit Studierenden, die unterschiedliche Lehrveranstaltungen besucht haben, gut ergänzen. Die in einem Projektpraktikum bearbeitete Aufgabenstellung geht deutlich über den Umfang einer normalen Übungsaufgabe hinaus und wird in Gruppen bearbeitet. Das erarbeitete Ergebnis wird dokumentiert und in einer Abschlusspräsentation vorgestellt.

Die genauen Inhalte der Masterprojekte werden vom anbietenden Fachgebiet festgelegt und bekannt gegeben.

---

**Literatur:**

Die Literatur wird zu Beginn des Semesters vom anbietenden Fachgebiet festgelegt und bekannt gegeben.

---

**Prüfung**

Hausarbeit mit Kolloquium

**Zulassungsvoraussetzung zur Modulprüfung:**

Regelmäßige Teilnahme an der Lehrveranstaltung.

**Beschreibung:**

Dokumentation des Systems und des Entwicklungsprozesses sowie Kolloquium zum System und zum Entwicklungsprozess.

Die Bearbeitungsfrist der Hausarbeit, die Prüfungsdauer des Kolloquiums sowie die Prüfungssprache werden zu Beginn des Semesters bekanntgegeben.



|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |                                  |                                                            |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------|------------------------------------------------------------|
| <b>Modul AI-Proj2-M Projektpraktikum 2 zur Angewandten Informatik</b><br><i>Project 2 in Applied Computer Science</i>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |                                  | 15 ECTS / 450 h<br>90 h Präsenzzeit<br>360 h Selbststudium |
| (seit WS16/17)<br>Modulverantwortliche/r: Prof. Dr. Tom Gross<br>Weitere Verantwortliche: Professorinnen und Professoren der Angewandten Informatik                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |                                  |                                                            |
| <b>Inhalte:</b><br>Fortgeschrittene praktische Bearbeitung einer forschungsrelevanten Aufgabenstellung aus dem gewählten Fachgebiet mit wissenschaftlichen Methoden. Aufbauend auf den in den Vorlesungen und Übungen erworbenen Kenntnissen und Fertigkeiten wird in diesem Praktikum ein Projekt mit wissenschaftlichem Bezug in einer Gruppe umgesetzt.                                                                                                                                                                                                                                                                                   |                                  |                                                            |
| <b>Lernziele/Kompetenzen:</b><br>Es werden die Fähigkeiten im Bereich der Systementwicklung ebenso weiterentwickelt wie die Kompetenzen in der Projektdurchführung und in der Gruppenarbeit. Das Praktikum unterscheidet sich dabei von der Projektarbeit im Bachelorstudiengang durch die Komplexität der Aufgabe und den direkten Bezug zu aktuellen wissenschaftlichen Arbeiten des jeweiligen Lehrstuhls.                                                                                                                                                                                                                                |                                  |                                                            |
| <b>Sonstige Informationen:</b><br>Der Arbeitsaufwand für dieses Modul gliedert sich in folgende Bereiche: <ul style="list-style-type: none"> <li>• Teilnahme an einführenden Präsenzveranstaltungen</li> <li>• Teilnahme an Gruppenbesprechungen</li> <li>• Bearbeitung der Projektaufgabenstellung allein und im Team</li> <li>• Vorbereitung von Projektbesprechungen und -präsentationen</li> <li>• Prüfungsvorbereitung</li> </ul> Die Aufwände können dabei in Abhängigkeit von der Aufgabenstellung und der in der Gruppe abgestimmten Aufgabenverteilung unter den Gruppenmitgliedern unterschiedlich auf die Bereiche verteilt sein. |                                  |                                                            |
| <b>Zulassungsvoraussetzung für die Belegung des Moduls:</b><br>keine                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |                                  |                                                            |
| <b>Empfohlene Vorkenntnisse:</b><br>Empfohlene Vorkenntnisse werden von jedem anbietenden Fachgebiet festgelegt und bekannt gegeben.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |                                  | <b>Besondere Bestehensvoraussetzungen:</b><br>keine        |
| <b>Angebotshäufigkeit:</b> WS, SS                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            | <b>Empfohlenes Fachsemester:</b> | <b>Minimale Dauer des Moduls:</b><br>1 Semester            |

|                                                                                                                                                                                                                  |                 |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------|
| <b>Lehrveranstaltungen</b>                                                                                                                                                                                       |                 |
| <b>Projektpraktikum 2 zur Angewandten Informatik</b><br><b>Lehrformen:</b> Übung<br><b>Sprache:</b> Deutsch/Englisch<br><b>Angebotshäufigkeit:</b> WS, SS                                                        | <b>6,00 SWS</b> |
| <b>Lernziele:</b><br>Es werden die Fähigkeiten im Bereich der Systementwicklung ebenso weiterentwickelt wie die Kompetenzen in der Projektdurchführung, im wissenschaftlichen Arbeiten und in der Gruppenarbeit. |                 |

---

**Inhalte:**

Im Praktikum werden wechselnde Projektthemen zu den Inhalten der Lehrveranstaltungen bearbeitet. Dabei sind im Regelfall Aspekte mehrerer Lehrveranstaltungen relevant, so dass sich Teams mit Studierenden, die unterschiedliche Lehrveranstaltungen besucht haben, gut ergänzen. Die in einem Projektpraktikum bearbeitete Aufgabenstellung geht deutlich über den Umfang einer normalen Übungsaufgabe hinaus und wird in Gruppen bearbeitet. Das erarbeitete Ergebnis wird dokumentiert und in einer Abschlusspräsentation vorgestellt.

Die genauen Inhalte der Masterprojekte werden vom anbietenden Fachgebiet festgelegt und bekannt gegeben.

---

**Literatur:**

Die Literatur wird zu Beginn des Semesters vom anbietenden Fachgebiet festgelegt und bekannt gegeben.

---

**Prüfung**

Hausarbeit mit Kolloquium

**Zulassungsvoraussetzung zur Modulprüfung:**

Regelmäßige Teilnahme an der Lehrveranstaltung.

**Beschreibung:**

Dokumentation des Systems und des Entwicklungsprozesses sowie Kolloquium zum System und zum Entwicklungsprozess.

Die Bearbeitungsfrist der Hausarbeit, die Prüfungsdauer des Kolloquiums sowie die Prüfungssprache werden zu Beginn des Semesters bekanntgegeben.

|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |                                  |                                                     |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------|-----------------------------------------------------|
| <b>Modul AI-Sem1-M Masterseminar in Angewandter Informatik</b><br><i>Master Seminar Applied Computer Science</i>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |                                  | 3 ECTS / 90 h                                       |
| (seit SS25)<br>Modulverantwortliche/r: Prof. Dr. Tom Gross<br>Weitere Verantwortliche: Professorinnen und Professoren der Angewandten Informatik                                                                                                                                                                                                                                                                                                |                                  |                                                     |
| <b>Inhalte:</b><br>Fortgeschrittene aktive wissenschaftliche Bearbeitung aktueller Konzepte, Technologien und Werkzeuge des jeweiligen Fachgebiets.                                                                                                                                                                                                                                                                                             |                                  |                                                     |
| <b>Lernziele/Kompetenzen:</b><br>Ziel ist das Erlernen des eigenständigen Erarbeitens und Präsentierens von Themen des jeweiligen Fachgebiets auf Basis der Literatur. Dabei werden die Fähigkeiten im Bereich der kritischen und systematischen Literaturbetrachtung ebenso weiterentwickelt wie die Entwicklung einer eigenen Perspektive und deren Präsentation.                                                                             |                                  |                                                     |
| <b>Sonstige Informationen:</b><br>Es ist ein Masterseminar aus einem der Fachgebiete der Angewandten Informatik zu wählen. Die wählbaren Seminare sind in UnivIS über das Schlagwort "AI-Sem" auffindbar und als Seminare für Masterstudierende ausgewiesen.                                                                                                                                                                                    |                                  |                                                     |
| <b>Zulassungsvoraussetzung für die Belegung des Moduls:</b><br>keine                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |                                  |                                                     |
| <b>Empfohlene Vorkenntnisse:</b><br>Empfohlene Voraussetzungen werden von jedem anbietenden Lehrstuhl festgelegt und bekannt gegeben. In der Regel sollten zuvor bereits andere Module aus dem Fachgebiet belegt worden sein.                                                                                                                                                                                                                   |                                  | <b>Besondere Bestehensvoraussetzungen:</b><br>keine |
| <b>Angebotshäufigkeit:</b> WS, SS                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               | <b>Empfohlenes Fachsemester:</b> | <b>Minimale Dauer des Moduls:</b><br>1 Semester     |
| <b>Lehrveranstaltungen</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |                                  |                                                     |
| <b>Masterseminar 1 aus der Fächergruppe Angewandte Informatik</b><br><b>Lehrformen:</b> Seminar<br><b>Sprache:</b> Deutsch/Englisch<br><b>Angebotshäufigkeit:</b> WS, SS<br><b>Inhalte:</b><br>Im Seminar werden Fragestellungen zu aktuellen Konzepten, Technologien und Werkzeugen des jeweiligen Fachgebiets behandelt.<br><b>Literatur:</b><br>Die Literatur wird zu Beginn eines Seminars von jedem anbietenden Lehrstuhl bekannt gegeben. |                                  | 2,00 SWS                                            |
| <b>Prüfung</b><br>Hausarbeit mit Referat<br><b>Zulassungsvoraussetzung zur Modulprüfung:</b><br>Regelmäßige Teilnahme an der Lehrveranstaltung                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |                                  |                                                     |

---

**Beschreibung:**

Als Prüfungsleistung ist eine Hausarbeit sowie ein Referat zu erbringen. Alternativ kann die Prüfungsleistung auf Hausarbeit mit Kolloquium festgelegt werden. Die Bearbeitungsfrist der Hausarbeit und die Prüfungsdauer des Referats bzw. des Kolloquiums werden zu Beginn einer jeden Lehrveranstaltung von der Seminarleiterin bzw. dem Seminarleiter bekannt gegeben.

---

|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |                                  |                                                     |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------|-----------------------------------------------------|
| <b>Modul AI-Sem2-M Masterseminar in Angewandter Informatik</b><br><i>Master Seminar in Applied Computer Science</i>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |                                  | 3 ECTS / 90 h                                       |
| (seit SS25)<br>Modulverantwortliche/r: Prof. Dr. Tom Gross<br>Weitere Verantwortliche: Professorinnen und Professoren der Angewandten Informatik                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |                                  |                                                     |
| <b>Inhalte:</b><br>Fortgeschrittene aktive wissenschaftliche Bearbeitung aktueller Konzepte, Technologien und Werkzeuge des jeweiligen Fachgebiets.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |                                  |                                                     |
| <b>Lernziele/Kompetenzen:</b><br>Ziel ist das Erlernen des eigenständigen Erarbeitens und Präsentierens von Themen des jeweiligen Fachgebiets auf Basis der Literatur. Dabei werden die Fähigkeiten im Bereich der kritischen und systematischen Literaturbetrachtung ebenso weiterentwickelt wie die Entwicklung einer eigenen Perspektive und deren Präsentation.<br><br>In Relation zum Masterseminar 1 der Fächergruppe Angewandte Informatik werden dabei die Kompetenzen durch die Betrachtung eines weiteren Themas verbreitert und vertieft. |                                  |                                                     |
| <b>Sonstige Informationen:</b><br>Es ist ein Masterseminar aus einem der Fachgebiete der Angewandten Informatik zu wählen.<br><br>Die wählbaren Seminare sind in UnivIS über das Schlagwort "AI-Sem" auffindbar und als Seminare für Masterstudierende ausgewiesen.                                                                                                                                                                                                                                                                                  |                                  |                                                     |
| <b>Zulassungsvoraussetzung für die Belegung des Moduls:</b><br>keine                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |                                  |                                                     |
| <b>Empfohlene Vorkenntnisse:</b><br>Empfohlene Voraussetzungen werden von jedem anbietenden Lehrstuhl festgelegt und bekannt gegeben. In der Regel sollten zuvor bereits andere Module aus dem Fachgebiet belegt worden sein.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |                                  | <b>Besondere Bestehensvoraussetzungen:</b><br>keine |
| <b>Angebotshäufigkeit:</b> WS, SS                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    | <b>Empfohlenes Fachsemester:</b> | <b>Minimale Dauer des Moduls:</b><br>1 Semester     |

|                                                                                                                                                                          |                 |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------|
| <b>Lehrveranstaltungen</b>                                                                                                                                               |                 |
| <b>Masterseminar 2 aus der Fächergruppe Angewandte Informatik</b><br><b>Lehrformen:</b> Seminar<br><b>Sprache:</b> Deutsch/Englisch<br><b>Angebotshäufigkeit:</b> WS, SS | <b>2,00 SWS</b> |
| <b>Inhalte:</b><br>Im Seminar werden Fragestellungen zu aktuellen Konzepten, Technologien und Werkzeugen des jeweiligen Fachgebiets behandelt.                           |                 |
| <b>Literatur:</b><br>Die Literatur wird zu Beginn eines Seminars von jedem anbietenden Lehrstuhl bekannt gegeben.                                                        |                 |
|                                                                                                                                                                          |                 |

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

Hausarbeit mit Referat

**Zulassungsvoraussetzung zur Modulprüfung:**

Regelmäßige Teilnahme an der Lehrveranstaltung

**Beschreibung:**

Als Prüfungsleistung ist eine Hausarbeit sowie ein Referat zu erbringen. Alternativ kann die Prüfungsleistung auf Hausarbeit mit Kolloquium festgelegt werden.

Die Bearbeitungsfrist der Hausarbeit und die Prüfungsdauer des Referats bzw. des Kolloquiums werden zu Beginn einer jeden Lehrveranstaltung von der Seminarleiterin bzw. dem Seminarleiter bekannt gegeben.

|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |                                  |                                                     |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------|-----------------------------------------------------|
| <b>Modul AI-Sem3-M Masterseminar in Angewandter Informatik</b><br><i>Master Seminar in Applied Computer Science</i>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |                                  | 3 ECTS / 90 h                                       |
| Modulverantwortliche/r: Prof. Dr. Tom Gross<br>Weitere Verantwortliche: Professorinnen und Professoren der Angewandten Informatik                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |                                  |                                                     |
| <b>Inhalte:</b><br>Fortgeschrittene aktive wissenschaftliche Bearbeitung aktueller Konzepte, Technologien und Werkzeuge des jeweiligen Fachgebiets.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |                                  |                                                     |
| <b>Lernziele/Kompetenzen:</b><br>Ziel ist das Erlernen des eigenständigen Erarbeitens und Präsentierens von Themen des jeweiligen Fachgebiets auf Basis der Literatur. Dabei werden die Fähigkeiten im Bereich der kritischen und systematischen Literaturbetrachtung ebenso weiterentwickelt wie die Entwicklung einer eigenen Perspektive und deren Präsentation.<br><br>In Relation zum Masterseminar 1 und 2 der Fächergruppe Angewandte Informatik werden dabei die Kompetenzen durch die Betrachtung eines weiteren Themas verbreitert und vertieft. |                                  |                                                     |
| <b>Sonstige Informationen:</b><br>Es ist ein Masterseminar aus einem der Fachgebiete der Angewandten Informatik zu wählen.<br><br>Die wählbaren Seminare sind in UnivIS über das Schlagwort "AI-Sem" auffindbar und als Seminare für Masterstudierende ausgewiesen.                                                                                                                                                                                                                                                                                        |                                  |                                                     |
| <b>Zulassungsvoraussetzung für die Belegung des Moduls:</b><br>keine                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |                                  |                                                     |
| <b>Empfohlene Vorkenntnisse:</b><br>Empfohlene Voraussetzungen werden von jedem anbietenden Lehrstuhl festgelegt und bekannt gegeben. In der Regel sollten zuvor bereits andere Module aus dem Fachgebiet belegt worden sein.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |                                  | <b>Besondere Bestehensvoraussetzungen:</b><br>keine |
| <b>Angebotshäufigkeit:</b> WS, SS                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          | <b>Empfohlenes Fachsemester:</b> | <b>Minimale Dauer des Moduls:</b><br>1 Semester     |
| <b>Lehrveranstaltungen</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |                                  |                                                     |
| <b>Masterseminar 2 aus der Fächergruppe Angewandte Informatik</b><br><b>Lehrformen:</b> Seminar<br><b>Sprache:</b> Deutsch/Englisch<br><b>Angebotshäufigkeit:</b> WS, SS<br><b>Inhalte:</b><br>Im Seminar werden Fragestellungen zu aktuellen Konzepten, Technologien und Werkzeugen des jeweiligen Fachgebiets behandelt.<br><b>Literatur:</b><br>Die Literatur wird zu Beginn eines Seminars von jedem anbietenden Lehrstuhl bekannt gegeben.                                                                                                            |                                  | 2,00 SWS                                            |
| <b>Prüfung</b><br>Hausarbeit mit Referat                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |                                  |                                                     |

---

**Zulassungsvoraussetzung zur Modulprüfung:**

Regelmäßige Teilnahme an der Lehrveranstaltung

**Beschreibung:**

Als Prüfungsleistung ist eine Hausarbeit sowie ein Referat zu erbringen. Alternativ kann die Prüfungsleistung auf Hausarbeit mit Kolloquium festgelegt werden.

Die Bearbeitungsfrist der Hausarbeit und die Prüfungsdauer des Referats bzw. des Kolloquiums werden zu Beginn einer jeden Lehrveranstaltung von der Seminarleiterin bzw. dem Seminarleiter bekannt gegeben.



|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |                                               |                                                     |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------|-----------------------------------------------------|
| <b>Modul AI-Thesis-M Masterarbeit in Angewandter Informatik</b><br><i>Master's Thesis in Applied Computer Science</i>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |                                               | 30 ECTS / 900 h                                     |
| (seit SS19)<br>Modulverantwortliche/r: Prof. Dr. Tom Gross<br>Weitere Verantwortliche: Professorinnen und Professoren der Angewandten Informatik                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |                                               |                                                     |
| <b>Inhalte:</b><br>Das Modul Masterarbeit hat einen Umfang von 30 ECTS-Punkten und beinhaltet eine schriftliche Prüfung in Form der Masterarbeit sowie eine mündliche Prüfung in Form des Kolloquiums.<br><br>Das Thema der Masterarbeit ist einem der in der Prüfungsordnung genannten Fächer zu entnehmen. Auf Antrag der Prüfungskandidatin bzw. des Prüfungskandidaten kann vom Prüfungsausschuss auch ein Thema aus einem anderen Fach zugelassen werden. In diesem Fall ist glaubhaft nachzuweisen, dass das gestellte Thema einen inhaltlichen Bezug zu dem zugrundeliegenden Studiengang aufweist. |                                               |                                                     |
| <b>Lernziele/Kompetenzen:</b><br>Durch die Bearbeitung der Abschlussarbeit soll der Nachweis erbracht werden, dass die Prüfungskandidatin oder der Prüfungskandidat eine umfangreiche Forschungsarbeit eigenständig gestalten kann, indem gelerntes Wissen unter Anwendung von Forschungsmethoden auf eine abgeleitete Forschungsfrage angewendet und deren Nutzen beurteilt wird.                                                                                                                                                                                                                         |                                               |                                                     |
| <b>Zulassungsvoraussetzung für die Belegung des Moduls:</b><br>Die Zulassung im Masterstudiengang Angewandte Informatik mit 90 ECTS-Punkten setzt voraus, dass Module im Umfang von mindestens 30 ECTS-Punkten erfolgreich absolviert wurden.<br>Die Zulassung im Masterstudiengang Angewandte Informatik mit 120 ECTS-Punkten setzt voraus, dass dass Module im Umfang von mindestens 60 ECTS-Punkte erfolgreich absolviert wurden.                                                                                                                                                                       |                                               |                                                     |
| <b>Empfohlene Vorkenntnisse:</b><br>keine                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |                                               | <b>Besondere Bestehensvoraussetzungen:</b><br>keine |
| <b>Angebotshäufigkeit:</b> WS, SS                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          | <b>Empfohlenes Fachsemester:</b><br>ab dem 3. | <b>Minimale Dauer des Moduls:</b><br>1 Semester     |

|                                                                                                                                                                                                    |  |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--|
| <b>Prüfung</b><br>schriftliche Hausarbeit / Bearbeitungsfrist: 6 Monate<br><b>Beschreibung:</b><br>Die Note der schriftlichen Hausarbeit wird bei der Ermittlung der Modulnote mit 67 % gewichtet. |  |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--|

|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |  |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--|
| <b>Prüfung</b><br>Kolloquium<br><b>Beschreibung:</b><br>Die Note des Kolloquiums wird bei der Ermittlung der Modulnote mit 33 % gewichtet. Im Kolloquium werden die Hauptergebnisse der Abschlussarbeit verteidigt. Das Kolloquium findet nach Wahl der oder des Studierenden vor oder nach der Bewertung der Abschlussarbeit statt. |  |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--|

---

|                                                                                                      |  |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------|--|
| Das Kolloquium hat eine Dauer von 20-60 min. Die genaue Dauer wird bei der Themenvergabe festgelegt. |  |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------|--|

|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |                                  |                                                     |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------|-----------------------------------------------------|
| <b>Modul AISE-Auto Automation of First- and Higher-Order Logic</b><br><i>Automation of First- and Higher-Order Logic</i>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |                                  | 6 ECTS / 180 h                                      |
| (seit WS24/25)<br>Modulverantwortliche/r: Prof. Dr. Christoph Benzmüller                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |                                  |                                                     |
| <b>Inhalte:</b><br>This course provides an introduction to the theory and practice of automatic theorem proving. Interest is in the automation of classical propositional logic, first level classical logic, and higher level classical logic. The exact emphasis may vary from year to year. This also applies to the proof calculi considered in each case (tableaux, resolution, etc.), as well as the concrete implementation methodology chosen for the practical exercises.                                                                    |                                  |                                                     |
| <b>Lernziele/Kompetenzen:</b><br>The students will acquire competencies regarding the development of sound and complete proof calculi for classical logic, and the application of a uniform abstract proof technique (abstract consistency) for achieving completeness results. They also acquire competencies for implementing such proof calculi with modern functional and agent-oriented programming languages. In addition, the course will explore ideas regarding the integration of machine learning techniques in automated theorem systems. |                                  |                                                     |
| <b>Zulassungsvoraussetzung für die Belegung des Moduls:</b><br>keine                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |                                  |                                                     |
| <b>Empfohlene Vorkenntnisse:</b><br>First basic knowledge in logic and first programming skills are recommended, but not mandatory (and can be worked up in an additional tutorial/exercise group parallel to the course).                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |                                  | <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>Automation of First- and Higher-Order Logic</b><br><b>Lehrformen:</b> Vorlesung und Übung<br><b>Sprache:</b> Deutsch<br><b>Angebotshäufigkeit:</b> SS, jährlich                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        | 6,00 SWS |
| <b>Lernziele:</b><br>The students will acquire competencies regarding the development of sound and complete proof calculi for classical logic, and the application of a uniform abstract proof technique (abstract consistency) for achieving completeness results. They also acquire competencies for implementing such proof calculi with modern functional and agent-oriented programming languages. In addition, the course will explore ideas regarding the integration of machine learning techniques in automated theorem systems. |          |
| <b>Inhalte:</b><br>This course provides an introduction to the theory and practice of automatic theorem proving. Interest is in the automation of classical propositional logic, first level classical logic, and higher level classical logic.                                                                                                                                                                                                                                                                                           |          |

|                                                                                                                                                                                                                                    |  |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--|
| The exact emphasis may vary from year to year. This also applies to the proof calculi considered in each case (tableaux, resolution, etc.), as well as the concrete implementation methodology chosen for the practical exercises. |  |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--|

|                                                                 |  |
|-----------------------------------------------------------------|--|
| <b>Prüfung</b><br>mündliche Prüfung / Prüfungsdauer: 30 Minuten |  |
|-----------------------------------------------------------------|--|

|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |                                  |                                                     |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------|-----------------------------------------------------|
| <b>Modul AISE-ETH Ethics and Epistemology of AI</b><br><i>Ethics and Epistemology of AI</i>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |                                  | 6 ECTS / 180 h                                      |
| (seit SS22)<br>Modulverantwortliche/r: Prof. Dr. Christoph Benzmüller                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |                                  |                                                     |
| <b>Inhalte:</b><br>This course takes an innovative and experimental approach to ethics with an interdisciplinary focus enabled by collaboration between the Computer Science, Engineering Science and Philosophy of Technology departments. It involves engaging with the theoretical and practical approaches that address the intersection of ethics and technology, in this case AI.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |                                  |                                                     |
| <b>Lernziele/Kompetenzen:</b><br>Students will learn to critically assess the relationship between technology and society and to analyze the interactions between technology and society from an ethical perspective. Furthermore, students will deal with the deconstruction of the concept of neutrality of technology and learn to critically assess it. At the same time, the environment will be taken as a stakeholder in its own right in order to consider the impact of technological applications from a sustainability perspective.<br><br>The module will provide students with the necessary theoretical foundations stemming from both computer science (in particular AI and digital technologies) and ethics. This knowledge will be put into practice and deepened through case-based projects carried out in interdisciplinary groups. The projects will address the current challenges encountered through the use of AI technologies in different fields of application (e.g., medical, financial, social etc.), as well as discuss different implementations and possible avenues of research that could enable the development of ethically acceptable AI systems. Students will prepare a presentation of their project as well as a scientific poster. |                                  |                                                     |
| <b>Sonstige Informationen:</b><br>The main language of instruction in this course is English. The course is held in collaboration with TU Berlin (group of Prof. Dr. Sabine Ammon)                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |                                  |                                                     |
| <b>Zulassungsvoraussetzung für die Belegung des Moduls:</b><br>keine                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |                                  |                                                     |
| <b>Empfohlene Vorkenntnisse:</b><br>Basic knowledge in AI, philosophy or computational humanities.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |                                  | <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. Lecture Ethics and Epistemology of AI</b><br><b>Lehrformen:</b> Vorlesung<br><b>Dozenten:</b> Prof. Dr. Christoph Benzmüller<br><b>Sprache:</b> Englisch<br><b>Angebotshäufigkeit:</b> SS, jährlich                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |                                  | <b>2,00 SWS</b>                                     |
| <b>Lernziele:</b><br>Students will learn to critically assess the relationship between technology and society and to analyze the interactions between technology and society from an ethical perspective. Furthermore, students will deal with the deconstruction of the concept of neutrality of technology and learn to critically assess it. At the                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |                                  |                                                     |

same time, the environment will be taken as a stakeholder in its own right in order to consider the impact of technological applications from a sustainability perspective.

The module will provide students with the necessary theoretical foundations stemming from both computer science (in particular AI and digital technologies) and ethics. This knowledge will be put into practice and deepened through case-based projects carried out in interdisciplinary groups. The projects will address the current challenges encountered through the use of AI technologies in different fields of application (e.g., medical, financial, social etc.), as well as discuss different implementations and possible avenues of research that could enable the development of ethically acceptable AI systems. Students will prepare a presentation of their project as well as a scientific poster.

**Inhalte:**

This course takes an innovative and experimental approach to ethics with an interdisciplinary focus enabled by collaboration between the Computer Science, Engineering Science and Philosophy of Technology departments. It involves engaging with the theoretical and practical approaches that address the intersection of ethics and technology, in this case AI.

**Literatur:**

selected research papers are announced in lecture course

**2. Lecture Ethics and Epistemology of AI**

**Lehrformen:** Übung

**Dozenten:** Prof. Dr. Christoph Benzmüller

**Sprache:** Englisch

**Angebotshäufigkeit:** SS, jährlich

**Lernziele:**

Students will learn to critically assess the relationship between technology and society and to analyze the interactions between technology and society from an ethical perspective. Furthermore, students will deal with the deconstruction of the concept of neutrality of technology and learn to critically assess it. At the same time, the environment will be taken as a stakeholder in its own right in order to consider the impact of technological applications from a sustainability perspective.

The module will provide students with the necessary theoretical foundations stemming from both computer science (in particular AI and digital technologies) and ethics. This knowledge will be put into practice and deepened through case-based projects carried out in interdisciplinary groups. The projects will address the current challenges encountered through the use of AI technologies in different fields of application (e.g., medical, financial, social etc.), as well as discuss different implementations and possible avenues of research that could enable the development of ethically acceptable AI systems. Students will prepare a presentation of their project as well as a scientific poster.

**Inhalte:**

This course takes an innovative and experimental approach to ethics with an interdisciplinary focus enabled by collaboration between the Computer

**2,00 SWS**

Science, Engineering Science and Philosophy of Technology departments. It involves engaging with the theoretical and practical approaches that address the intersection of ethics and technology, in this case AI.

**Literatur:**

selected research papers are announced in lecture course

**Prüfung**

Portfolio

**Beschreibung:**

The module examination consists of five parts:

- Text-Mind-Map (15%): Reading and presentation of a text + summary of contents through a mind-map (1 page)
- Debate Moderation (10%): Moderation of a debate
- Interim Presentation (15%): Presentation (with slides) of interim results and future work planned to achieve the project
- Final Presentation (25%): 20 min Presentation (with slides/poster) + 20 min Q&A
- Final Deliverable (35%): Depending on the project, can take the form of a short guide, website, computer program, or audio/video material + documentation of the project

|                                                                                                                                                                                                                                                                        |                                  |                                                     |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------|-----------------------------------------------------|
| <b>Modul AISE-PLM-V Computational Metaphysics -- Mechanizing Principia Logico-Metaphysica</b><br><i>Computational Metaphysics -- Mechanizing Principia Logico-Metaphysica</i>                                                                                          |                                  | 3 ECTS / 90 h                                       |
| (seit SS23)<br>Modulverantwortliche/r: Prof. Dr. Christoph Benzmüller<br>Weitere Verantwortliche: Kirchner, Daniel, Dr.; Vestrucci, Andrea, Prof. Dr.                                                                                                                  |                                  |                                                     |
| <b>Inhalte:</b><br>In this lecture course we will study foundational theories in metaphysics (with a focus on Edward Zalta's Principia Logico-Metaphysica) and discuss/explore their mechanisation and assessment with modern proof assistant systems.                 |                                  |                                                     |
| <b>Lernziele/Kompetenzen:</b><br>Acquisition of basic knowledge on the foundations of metaphysics, and acquisition of basic knowledge on the mechanisation of such theories in modern proof assistant systems.                                                         |                                  |                                                     |
| <b>Sonstige Informationen:</b><br>Will be offered (ideally yearly) as block course in collaboration with Edward Zalta, PhD, Stanford University                                                                                                                        |                                  |                                                     |
| <b>Zulassungsvoraussetzung für die Belegung des Moduls:</b><br>keine                                                                                                                                                                                                   |                                  |                                                     |
| <b>Empfohlene Vorkenntnisse:</b><br>Grundlagenkenntnisse in Logik und Metaphysik sind empfohlen.                                                                                                                                                                       |                                  | <b>Besondere Bestehensvoraussetzungen:</b><br>keine |
| <b>Angebotshäufigkeit:</b> jährlich                                                                                                                                                                                                                                    | <b>Empfohlenes Fachsemester:</b> | <b>Minimale Dauer des Moduls:</b><br>1 Semester     |
| <b>Lehrveranstaltungen</b>                                                                                                                                                                                                                                             |                                  |                                                     |
| <b>Computational Metaphysics - Mechanizing Principia Logico-Metaphysica</b><br><b>Lehrformen:</b> Vorlesung<br><b>Sprache:</b> Englisch<br><b>Angebotshäufigkeit:</b> SS, jährlich                                                                                     |                                  | 2,00 SWS                                            |
| <b>Lernziele:</b><br>Acquisition of basic knowledge on the foundations of metaphysics, and acquisition of basic knowledge on the mechanisation of such theories in modern proof assistant systems.                                                                     |                                  |                                                     |
| <b>Inhalte:</b><br>In this lecture course we will study foundational theories in metaphysics (with a focus on Edward Zalta's Principia Logico-Metaphysica) and discuss/explore their mechanisation and assessment with modern proof assistant systems.                 |                                  |                                                     |
| <b>Literatur:</b><br>E. N. Zalta. <i>Abstract Objects: An Introduction to Axiomatic Metaphysics</i> . D. Reidel, 1983. ISBN: 9789027714749.<br><br>E. N. Zalta. <i>Intensional Logic and the Metaphysics of Intentionality</i> . MIT Press, 1988. ISBN: 9780262240277. |                                  |                                                     |



|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |  |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--|
| <p>E. N. Zalta. Principia Logico-Metaphysica. <a href="https://mally.stanford.edu/principia.pdf">https://mally.stanford.edu/principia.pdf</a>. [accessed: January 30, 2023].</p> <p>E. N. Zalta. The Theory of Abstract Objects. <a href="https://mally.stanford.edu/theory.html">https://mally.stanford.edu/theory.html</a>. [accessed: January 30, 2023].</p> <p>D. Kirchner. "Abstract Object Theory". In: <i>Archive of Formal Proofs</i> (Nov. 2022). <a href="https://isa-afp.org/entries/AOT.html">https://isa-afp.org/entries/AOT.html</a>, Formal proof development. ISSN: 2150-914x.</p> <p>D. Kirchner. "Computer-Verified Foundations of Metaphysics and an Ontology of Natural Numbers in Isabelle/HOL". PhD thesis, FU Berlin, 2022. <a href="https://refubium.fu-berlin.de/handle/fub188/35426">https://refubium.fu-berlin.de/handle/fub188/35426</a></p> <p>D. Kirchner, C. Benzmüller, and E. N. Zalta. "Computer Science and Metaphysics: A Cross-Fertilization". In: <i>Open Philosophy</i> 2.1 (2019). Ed. by P. Grim, pp. 230–251. DOI: 10.1515/opphil-2019-0015.</p> <p>D. Kirchner, C. Benzmüller, and E. N. Zalta. "Mechanizing Principia Logico-Metaphysica in Functional Type Theory". In: <i>Review of Symbolic Logic</i> 13.1 (2020), pp. 206–218. DOI: 10.1017/S1755020319000297.</p> |  |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--|

|                                                                         |  |
|-------------------------------------------------------------------------|--|
| <p><b>Prüfung</b><br/>mündliche Prüfung / Prüfungsdauer: 30 Minuten</p> |  |
|-------------------------------------------------------------------------|--|

|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |                                  |                                                          |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------|----------------------------------------------------------|
| <b>Modul AISE-UL Universelle Logik &amp; Universelles Schließen</b><br><i>Universal Logic &amp; Universal Reasoning</i>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |                                  | 6 ECTS / 180 h                                           |
| (seit WS22/23)<br>Modulverantwortliche/r: Prof. Dr. Christoph Benz Müller                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |                                  |                                                          |
| <b>Inhalte:</b><br>Knowledge representation and reasoning applications in computer science, AI, philosophy and math typically employ very different logic formalisms. Instead of a "single logic that serves it all" (as envisioned already by Leibniz) an entire "logic zoo" has been developed, in particular, during the last century. Logics in this zoo, e.g., include modal logics, conditional logics, deontic logics, multi-valued logics, temporal logics, dynamic logics, hybrid logics, etc. In this lecture course we will introduce, discuss and apply a meta logical approach to universal logical reasoning that addresses this logical pluralism. The core message is this: While it might not be possible to come up with a universal object logic as envisioned by Leibniz, it might in fact be possible to have a universal meta logic in which we can semantically model, analyse and apply various species from the logic zoo. Classical higher order logic (HOL) appears particularly suited to serve as such a universal meta logic, and existing reasoning tools for HOL can fruitfully be reused and applied in this context. |                                  |                                                          |
| <b>Lernziele/Kompetenzen:</b><br>The participants of this course will, in combination with a hands-on introduction to Isabelle/HOL, learn about HOL, about semantical embeddings (SSE technique) of non-classical logics in HOL, and about proof automation of these logics in Isabelle/HOL. They will conduct practical exercises regarding the application of the SSE technique in philosophy, mathematics or artificial intelligence, including, normative reasoning and machine ethics.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |                                  |                                                          |
| <b>Sonstige Informationen:</b><br>The main 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: 22h</li> <li>• tutorials: 8h</li> <li>• Work on assignment: 90h</li> <li>• Literature study 40h</li> <li>• preparation for and time of the final exam: 20h</li> </ul>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |                                  |                                                          |
| <b>Zulassungsvoraussetzung für die Belegung des Moduls:</b><br>keine                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |                                  |                                                          |
| <b>Empfohlene Vorkenntnisse:</b><br>Basic knowledge about classical and non-classical logics, theoretical computer science.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |                                  | <b>Besondere Bestehensvoraussetzungen:</b><br>non        |
| <b>Angebotshäufigkeit:</b> WS, jährlich                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                | <b>Empfohlenes Fachsemester:</b> | <b>Minimale Dauer des Moduls:</b><br>1 Semester Semester |
| <b>Lehrveranstaltungen</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |                                  |                                                          |
| <b>AISE-UL: Universal Logic &amp; Universal Reasoning (Universelle Logik &amp; Universelles Schließen)</b><br><b>Lehrformen:</b> Vorlesung und Übung<br><b>Dozenten:</b> Prof. Dr. Christoph Benz Müller                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |                                  | <b>2,00 SWS</b>                                          |

|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |                        |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------|
| <p><b>Sprache:</b> Englisch</p> <p><b>Angebotshäufigkeit:</b> WS, jährlich</p> <hr/> <p><b>Lernziele:</b></p> <p>The participants of this course will, in combination with a hands-on introduction to Isabelle/HOL, learn about HOL, about semantical embeddings (SSE technique) of non-classical logics in HOL, and about proof automation of these logics in Isabelle/HOL. They will conduct practical exercises regarding the application of the SSE technique in philosophy, mathematics or artificial intelligence, including, normative reasoning and machine ethics.</p> <hr/> <p><b>Inhalte:</b></p> <p>Introduction to and discussion of tools and practical issues closely related to the topics discussed in the lecture as well as solutions of problems that come up during working on the practical assignment.</p> <hr/> <p><b>Literatur:</b></p> <p>will be announced in lecture course</p> |                        |
| <p><b>Prüfung</b></p> <p>schriftliche Prüfung (Klausur), AISE-UL: Universal Logic &amp; Universal Reasoning (Universelle Logik &amp; Universelles Schließen)</p> <p><b>Beschreibung:</b></p> <p>Examinations will take at the end of the summer term or at the beginning of the winter term (students may choose one of them). Students are assumed to work on advanced modelling assignments during the semester that are introduced at the beginning of the semester, and they will use advanced technologies discussed and introduced during the semester.</p> <p><b>Note:</b> Without working on the modelling assignment over the term students may run into problems during their examination 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 modelled by the students.</p>           |                        |
| <p><b>Lehrveranstaltungen</b></p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |                        |
| <p><b>AISE-UL: Universal Logic &amp; Universal Reasoning (Universelle Logik &amp; Universelles Schließen)</b></p> <p><b>Lehrformen:</b> Übung</p> <p><b>Dozenten:</b> Prof. Dr. Christoph Benz Müller</p> <p><b>Sprache:</b> Englisch</p> <p><b>Angebotshäufigkeit:</b> WS, jährlich</p> <hr/> <p><b>Lernziele:</b></p> <p>The participants of this course will, in combination with a hands-on introduction to Isabelle/HOL, learn about HOL, about semantical embeddings (SSE technique) of non-classical logics in HOL, and about proof automation of these logics in Isabelle/HOL. They will conduct practical exercises regarding the application of the SSE technique in philosophy, mathematics or artificial intelligence, including, normative reasoning and machine ethics.</p> <hr/> <p><b>Inhalte:</b></p>                                                                                      | <p><b>2,00 SWS</b></p> |

Knowledge representation and reasoning applications in computer science, AI, philosophy and math typically employ very different logic formalisms. Instead of a "single logic that serves it all" (as envisioned already by Leibniz) an entire "logic zoo" has been developed, in particular, during the last century. Logics in this zoo, e.g., include modal logics, conditional logics, deontic logics, multi-valued logics, temporal logics, dynamic logics, hybrid logics, etc. In this lecture course we will introduce, discuss and apply a meta logical approach to universal logical reasoning that addresses this logical pluralism. The core message is this: While it might not be possible to come up with a universal object logic as envisioned by Leibniz, it might in fact be possible to have a universal meta logic in which we can semantically model, analyse and apply various species from the logic zoo. Classical higher order logic (HOL) appears particularly suited to serve as such a universal meta logic, and existing reasoning tools for HOL can fruitfully be reused and applied in this context.

**Literatur:**

will be announced in lecture course

|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |                |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------|
| <b>Modul AlgoK-TAG Tree decompositions, algorithms and games</b><br><i>Baumzerlegungen, Algorithmen und Spiele</i>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        | 6 ECTS / 180 h |
| (seit WS23/24)<br>Modulverantwortliche/r: Prof. Dr. Isolde Adler                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |                |
| <p><b>Inhalte:</b></p> <p>Many classical algorithmic problems on graphs are hard, e.g. NP-hard, in general. However, they lie at the core of many applications, so they need to be solved in practice. These problems include the famous Graph Colouring Problem, and problems such as Hamiltonian Cycle, Independent Set, Dominating Set, Vertex Cover and many more.</p> <p>Ideally, we would like to solve these problems exactly and efficiently. Indeed, many problems become solvable in linear time if we only allow trees as inputs. This observation is the starting point of the module. We then identify more general classes of input graphs that allow solving many problems efficiently.</p> <p>For this we make use of so-called tree decompositions of graphs. Tree decompositions allow us to obtain "tree like" graphs that are more general than trees but maintain the favourable algorithmic properties of trees.</p> <p>In the first part of the module we study tree decompositions via a cops-and-robber game played on graphs, where the winning strategies for the cops yield the desired decompositions. We then develop algorithms for tree decompositions and algorithms to solve problems efficiently making use of tree decompositions.</p> <p>In the second part of the module we introduce monadic second order logic (MSO) on graphs and we prove a famous theorem by Bruno Courcelle that shows how to solve <b>all</b> problems expressible in MSO efficiently on "tree-like" graphs. This includes all aforementioned algorithmic problems. We make links to state-of-the-art research in the area and to practical applications, e.g. in compiler construction.</p> |                |
| <p><b>Lernziele/Kompetenzen:</b></p> <p>On completion of this module, students should</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- be familiar with classical NP-complete problems on graphs and how to solve them efficiently on trees using dynamic programming</li> <li>- be able to demonstrate an in-depth understanding of tree decompositions, algorithms for computing tree decompositions, and algorithms on tree decompositions</li> <li>- be able to demonstrate an in-depth understanding of the cops-and-robber game, its game theoretic properties and its connection to tree decompositions</li> <li>- be able to design algorithms for the relevant problems, including analysis of runtime and correctness proofs</li> <li>- be able to explain the main results covered by the module, in particular Courcelle's Theorem, demonstrating an understanding by discussing examples and knowing the main proof ideas</li> <li>- be aware of the practical applications and limitations of the results</li> <li>- appreciate and understand in-depth the role of proofs in the area of algorithm design</li> </ul>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |                |

- recognise how the methods learned can be extended and used to solve other problems.

**Sonstige Informationen:**

The workload for this module is approximately structured as follows:

- Participation in lectures and tutorials: 45 hrs
- Preparing and revising the lectures and tutorials: 60 hours
- Solving the worksheets: 45 hrs
- Exam preparation: 30 hrs

**Zulassungsvoraussetzung für die Belegung des Moduls:**

keine

**Empfohlene Vorkenntnisse:**

Prerequisites: Algorithms and data structures, basic knowledge of predicate logic, proof techniques, interest in combinatorial games on graphs.

Good English language skills.

**Besondere**
**Bestehensvoraussetzungen:**

keine

**Angebotshäufigkeit:** WS, jährlich

**Empfohlenes Fachsemester:**  
ab dem 3.

**Minimale Dauer des Moduls:**  
1 Semester

**Lehrveranstaltungen**
**Tree Decompositions, Algorithms and Games**

**Lehrformen:** Vorlesung und Übung

**Sprache:** Englisch/Deutsch

**Angebotshäufigkeit:** WS, jährlich

**4,00 SWS**

**Inhalte:**

The lectures introduce the topics, providing an in-depth explanation including motivation, intuition, examples and proofs, as well as tools, techniques and applications.

The tutorials consist of hands-on problem solving, including exam-style problems.

**Literatur:**

- Reinhard Diestel: Graph Theory, Springer 2017
- Jörg Flum, Martin Grohe: Parameterized Complexity Theory, Springer 2010
- Anthony Bonato, Richard J. Nowakowski: The Game of Cops and Robbers on Graphs, American Mathematical Society, 2011
- Bruno Courcelle, Joost Engelfriet: Graph Structure and Monadic Second-Order Logic: A Language-Theoretic Approach (Encyclopedia of Mathematics and its Applications Book 138), Cambridge University Press, 2012

**Prüfung**

Sonstiges / Prüfungsdauer: 90 Minuten

**Beschreibung:**

Oral exam (30 minutes) or written exam (90 minutes).

Depending on the number of participants, the exam will either be an oral exam or a written exam. The mode of examination will be communicated in the first lecture.

|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |                                  |                                                     |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------|-----------------------------------------------------|
| <b>Modul CG-VRAR-M Virtual Reality / Augmented Reality</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |                                  | 6 ECTS / 180 h                                      |
| Virtual Reality / Augmented Reality                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |                                  |                                                     |
| (seit SS25)                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |                                  |                                                     |
| Modulverantwortliche/r: Prof. Dr. Sophie Jörg                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |                                  |                                                     |
| <b>Inhalte:</b><br>Virtual Reality (VR) and Augmented Reality (AR) are gaining in popularity. Virtual Reality allows users to explore interactive worlds by being immersed in a fully computer-generated environment. Augmented Reality (AR) enhances the real world by overlaying digital content onto the physical world. Applications include education, training, simulation, architecture, design, tourism, manufacturing, healthcare, navigation, entertainment, and social interactions.<br>This course introduces students to the fundamental principles of Virtual Reality and Augmented Reality. The core topics are <ul style="list-style-type: none"><li>• Basic Principles and Visual Perception</li><li>• Display Technologies from Head-Mounted Displays for VR to handheld AR devices</li><li>• Tracking Technologies</li><li>• Navigation and Interaction</li><li>• Avatars and Self-Avatars</li><li>• Evaluating AR and VR Experiences and Systems</li></ul> |                                  |                                                     |
| <b>Lernziele/Kompetenzen:</b><br>At the end of this course, students have a comprehensive understanding of the principles associated with VR and AR technologies. They understand how different display and tracking technologies work. Students can determine the basic requirements on hardware, interaction, and interface configurations for specific applications. They are able to design, implement, and evaluate a VR and AR system for a specified application.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |                                  |                                                     |
| <b>Zulassungsvoraussetzung für die Belegung des Moduls:</b><br>Keine                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |                                  |                                                     |
| <b>Empfohlene Vorkenntnisse:</b><br>Programming skills in C# (or C++ or Java).                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |                                  | <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. Virtual Reality / Augmented Reality</b><br><b>Lehrformen:</b> Vorlesung<br><b>Sprache:</b> Englisch/Deutsch<br><b>Angebotshäufigkeit:</b> SS, jährlich                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |                                  | 2,00 SWS                                            |
| <b>Inhalte:</b><br>See module description.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |                                  |                                                     |
| <b>Literatur:</b><br>Literature will be specified at the beginning of the course.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |                                  |                                                     |
| <b>2. Virtual Reality / Augmented Reality</b><br><b>Lehrformen:</b> Übung                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |                                  | 2,00 SWS                                            |

**Sprache:** Englisch/Deutsch  
**Angebotshäufigkeit:** SS, jährlich

**Inhalte:**

The labs will apply and expand the knowledge gained in the lectures with experience in the practical implementation of VR and AR systems. To this aim, students are required to complete assignments and projects.

**Prüfung**

schriftliche Prüfung (Klausur)

**Beschreibung:**

Die Prüfungsdauer wird in der ersten LV bekannt gegeben.



|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |                |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------|
| <b>Modul DS-ConvAI-M Advanced Dialogue Systems and Conversational AI</b><br><i>Advanced Dialogue Systems and Conversational AI</i>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    | 6 ECTS / 180 h |
| (seit SS25)<br>Modulverantwortliche/r: Prof. Dr. Stefan Ultes                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |                |
| <b>Inhalte:</b><br>This module deals with state-of-the-art approaches to Conversational AI - text-based or speech-based dialogue interaction through language - and its modelling and realisation through machine learning and deep learning. Building upon content of the module DS-IDS-B, it dives into the technical realization of chatbots and spoken dialogue systems ranging from a modular pipeline architecture to end-to-end neural models including Large Language Models (LLMs). The module can be successfully completed without prior knowledge on dialogue systems.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |                |
| <b>Lernziele/Kompetenzen:</b><br>In this course, students will learn about various technological aspects of Conversational AI with a focus on state-of-the-art neural and deep learning approaches. After successfully completing this course, students will be able to <ul style="list-style-type: none"> <li>• know the inner workings of Large Language Models and how they can be applied to build dialogue systems</li> <li>• compare state-of-the-art methods of Conversational AI with each other based on the models' capabilities and limitations</li> <li>• understand basic and advanced concepts of neural language modelling like Recurrent Neural Networks and Transformer models</li> <li>• able to apply extensions of language models to build dialogue systems</li> <li>• able to explain how neural language models can be used for building dialogue system</li> <li>• able to explain linguistic encoding strategies and their impact on down-stream computation</li> <li>• understand theoretical foundations of Conversational AI and dialogue systems technology and modelling</li> <li>• understand various technological aspects of Conversational AI with a focus on state-of-the-art neural and deep learning approaches to sequential and non-sequential supervised learning</li> <li>• understand dialogue modelling through reinforcement learning and deep reinforcement learning and how to derive a suitable objective function</li> <li>• understand how to make use of advanced deep learning architectures like recurrent neural networks and transformers for their application on various problems of dialogue systems and the dialogue system itself</li> </ul> <p>The lecture is accompanied by practicals and assignments that will help participants to develop practical, hands-on experience. In those practicals, students will implement and evaluate different approaches for dialogue systems and its modules using machine learning algorithms using Python and its respective commonly used libraries. Thus, students gain the ability to:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• apply llms to conv ai-related tasks and to build dialogue systems</li> <li>• apply different prompting strategies including RAG and how to evaluate them</li> <li>• examine implementations of dialogue system modules and how to evaluate them</li> </ul> |                |
| <b>Sonstige Informationen:</b><br>The lecture is conducted in English. The workload of this module is expected to be roughly as follows:                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |                |

|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |                                  |                                                     |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------|-----------------------------------------------------|
| <ul style="list-style-type: none"> <li>• Lecture: 21h</li> <li>• Preparation of lectures and analysis of further sources: 30h</li> <li>• Practicals accompanying lecture: 21h</li> <li>• Work on the actual assignments: 75h</li> <li>• Preparation for exam: 30h</li> </ul>                                                               |                                  |                                                     |
| <b>Zulassungsvoraussetzung für die Belegung des Moduls:</b><br>none                                                                                                                                                                                                                                                                        |                                  |                                                     |
| <b>Empfohlene Vorkenntnisse:</b><br>Good working knowledge of programming (e.g., in Python);<br>Recommended (not mandatory) completion of modules: Einführung in Maschinelles Lernen/Introduction to Machine Learning (KogSys-ML-B), Einführung in die Dialogsysteme/Introduction to Dialogue Systems [DS-IDS-B], Deep Learning [xAI-DL-M] |                                  | <b>Besondere Bestehensvoraussetzungen:</b><br>keine |
| <b>Angebotshäufigkeit:</b> SS, jährlich                                                                                                                                                                                                                                                                                                    | <b>Empfohlenes Fachsemester:</b> | <b>Minimale Dauer des Moduls:</b><br>Semester       |

|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |                 |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------|
| <b>Lehrveranstaltungen</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |                 |
| <b>1. Advanced Dialogue Systems and Conversational AI</b><br><b>Lehrformen:</b> Vorlesung<br><b>Dozenten:</b> Prof. Dr. Stefan Ultes<br><b>Sprache:</b> Englisch/Deutsch<br><b>Angebotshäufigkeit:</b> SS, jährlich                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   | <b>2,00 SWS</b> |
| <b>Lernziele:</b><br>see module description                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |                 |
| <b>Inhalte:</b><br>The lecture will be held in English. The following is a selection of topics that will be addressed in the course: <ul style="list-style-type: none"> <li>• Large Language Models and their application in Conversational AI</li> <li>• End-to-end Neural Dialogue Generators</li> <li>• Machine-learning based methods to various spoken dialogue system modules</li> <li>• Statistical Spoken Dialogue Systems</li> <li>• Evaluation techniques</li> </ul>                                                                                                                                                                                                                                        |                 |
| <b>Literatur:</b><br><b>AI and NLP generally:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Artificial Intelligence: A Modern Approach (Stuart Russell and Peter Norvig)</li> <li>• Deep Learning (Ian Goodfellow and Yoshua Bengio)</li> <li>• Speech and Language Processing (Dan Jurafsky and James Martin)</li> </ul> <b>Conversational AI and Dialogsysteme:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Conversational AI: Dialogue Systems, Conversational Agents, and Chatbots (Michael McTear)</li> <li>• Transforming Conversational AI: Exploring the Power of Large Language Models in Interactive Conversational Agents (Michael McTear)</li> <li>• Natural Language Generation (Ehud Reiter)</li> </ul> |                 |
|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |                 |

|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |                 |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------|
| <ul style="list-style-type: none"> <li>• Natural Language Processing with Transformers: Building Language Applications With Hugging Face (Lewis Tunstall)</li> </ul> <b>Reinforcement Learning:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Reinforcement Learning: An Introduction (Richard Sutton and Andrew Barto)</li> <li>• Grokking Deep Reinforcement Learning (Miguel Morales)</li> </ul>                                                                                            |                 |
| <b>2. Advanced Dialogue Systems and Conversational AI (Practicals)</b><br><b>Lehrformen:</b> Übung<br><b>Dozenten:</b> N.N.<br><b>Sprache:</b> Englisch/Deutsch<br><b>Angebotshäufigkeit:</b> SS, jährlich<br><hr/> <b>Lernziele:</b><br>see module description<br><hr/> <b>Inhalte:</b><br>Further exploration of concepts discussed in the lecture, often accompanied by assignments and programming exercises implemented in Python and the corresponding machine/deep learning libraries. | <b>2,00 SWS</b> |
| <b>Prüfung</b><br>mündliche Prüfung / Prüfungsdauer: 30 Minuten<br><b>Beschreibung:</b><br>Depending on the number of participants, the exam can also be a written exam (Klausur/E-Prüfung). The final decision will be announced within the first three weeks of the lecture period. The content that is relevant for the exam consists of the content presented both in the lectures and in the practicals (including the assignments).                                                     |                 |

|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |                                                           |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------|
| <b>Modul DSG-SOA-M Service-Oriented Architecture and Web Services</b><br><i>Service-Oriented Architecture and Web Services</i>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            | 6 ECTS / 180 h<br>45 h Präsenzzeit<br>135 h Selbststudium |
| (seit SS20)<br>Modulverantwortliche/r: Prof. Dr. Guido Wirtz                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |                                                           |
| <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:

Basic knowledge in software engineering and in distributed systems as introduced, e.g., in the modules DSG-IDistrSys-B or DSG-DistrSys-M.

### Empfohlene Vorkenntnisse:

Basic knowledge in software engineering and in distributed systems as introduced, e.g., in the modules DSG-IDistrSys-B or DSG-DistrSys-M.

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

### Besondere

### Bestehensvoraussetzungen:

keine

**Angebotshäufigkeit:** SS, jährlich

**Empfohlenes Fachsemester:**

**Minimale Dauer des Moduls:**

1 Semester

### Lehrveranstaltungen

#### 1. 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. Service-Oriented Architecture and Web Services</b></p> <p><b>Lehrformen:</b> Übung</p> <p><b>Dozenten:</b> Mitarbeiter Praktische Informatik</p> <p><b>Sprache:</b> Englisch/Deutsch</p> <p><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> <hr/> <p><b>Literatur:</b><br/>(see lecture)</p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    | 2,00 SWS |
| <p><b>Prüfung</b><br/>Hausarbeit mit Kolloquium / Prüfungsdauer: 15 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/><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 DT-CPP-M Fortgeschrittene Systemprogrammierung in C++ (Master)</b><br><i>Advanced Systems Programming in C++ (Master)</i>                                                                                                                                                      |                                               | 6 ECTS / 180 h                                      |
| (seit WS24/25)                                                                                                                                                                                                                                                                          |                                               |                                                     |
| Modulverantwortliche/r: Prof. Dr. Maximilian Schüle                                                                                                                                                                                                                                     |                                               |                                                     |
| <b>Inhalte:</b><br>In diesem Modul wird die fortgeschrittene Systemprogrammierung in C++ gelehrt. Dabei lernen die Teilnehmer nicht nur ihr Wissen in kleinen Programmierhausaufgaben anzuwenden sondern auch das gelernte Wissen in einer übergreifenden Projektarbeit zu kombinieren. |                                               |                                                     |
| <b>Lernziele/Kompetenzen:</b><br>Anwendung komplexer C++-Systemprogrammierung in eigenständiger Projektarbeit                                                                                                                                                                           |                                               |                                                     |
| <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><br>ab dem 3. | <b>Minimale Dauer des Moduls:</b><br>1 Semester     |

| Lehrveranstaltungen                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |          |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------|
| <b>Fortgeschrittene Systemprogrammierung in C++ (Master)</b><br><b>Lehrformen:</b> Vorlesung und Übung<br><b>Dozenten:</b> Prof. Dr. Maximilian Schüle<br><b>Sprache:</b> Englisch<br><b>Angebotshäufigkeit:</b> WS, jährlich                                                                                                                                                                                                                                                                                 | 4,00 SWS |
| <b>Lernziele:</b><br>Anwendung komplexer C++-Systemprogrammierung in eigenständiger Projektarbeit                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |          |
| <b>Inhalte:</b><br>In diesem Modul wird die fortgeschrittene Systemprogrammierung in C++ gelehrt. Dabei lernen die Teilnehmer nicht nur ihr Wissen in kleinen Programmierhausaufgaben anzuwenden sondern auch das gelernte Wissen in einer übergreifenden Projektarbeit zu kombinieren.                                                                                                                                                                                                                       |          |
| <b>Literatur:</b><br>Primary <ul style="list-style-type: none"><li>• C++ Reference Documentation</li><li>• Lippman, 2013. C++ Primer (5th edition).</li><li>• Stroustrup, 2013. The C++ Programming Language (4th edition).</li><li>• Meyers, 2015. Effective Modern C++. 42 Specific Ways to Improve Your Use of C++11 and C++14.</li></ul> Supplementary <ul style="list-style-type: none"><li>• Aho, Lam, Sethi &amp; Ullman, 2007. Compilers. Principles, Techniques &amp; Tools (2nd edition).</li></ul> |          |
|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |          |

|                                                                    |  |
|--------------------------------------------------------------------|--|
| • Tanenbaum, 2006. Structured Computer Organization (5th edition). |  |
| <b>Prüfung</b><br>Portfolio / Bearbeitungsfrist: 4 Monate          |  |



|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |                                  |                                                     |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------|-----------------------------------------------------|
| <b>Modul DT-DBCPU-M Datenbanksysteme für moderne CPU</b><br><i>Database Systems for modern CPU</i>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |                                  | 6 ECTS / 180 h                                      |
| (seit WS24/25)<br>Modulverantwortliche/r: Prof. Dr. Maximilian Schüle                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |                                  |                                                     |
| <b>Inhalte:</b><br>This lecture covers the implementation of database systems, including how to leverage modern hardware architectures, for example vector intrinsics (AVX-512) and CUDA programming for GPU.<br>Diese Vorlesung behandelt die Implementierung von Datenbanksystemen, einschließlich der Nutzung moderner Hardware-Architekturen, z.B. Vektorinstruktionen (AVX-512) und CUDA-Programmierung für die GPU. |                                  |                                                     |
| <b>Lernziele/Kompetenzen:</b><br>Understand the concepts of database systems and be able to implement database systems, also for modern hardware<br>Konzepte von Datenbanksystemen verstehen und Datenbanksysteme implementieren können inkl. für moderne Hardware                                                                                                                                                        |                                  |                                                     |
| <b>Zulassungsvoraussetzung für die Belegung des Moduls:</b><br>keine                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |                                  |                                                     |
| <b>Empfohlene Vorkenntnisse:</b><br>MOBI-DBS-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>Datenbanksysteme für moderne CPU</b><br><b>Lehrformen:</b> Vorlesung und Übung<br><b>Dozenten:</b> Prof. Dr. Maximilian Schüle<br><b>Sprache:</b> Englisch<br><b>Angebotshäufigkeit:</b> SS, jährlich                                                                                                                                                                                                                  | 4,00 SWS |
| <b>Lernziele:</b><br>Understand the concepts of database systems and be able to implement database systems, also for modern hardware<br>Konzepte von Datenbanksystemen verstehen und Datenbanksysteme implementieren können inkl. für moderne Hardware                                                                                                                                                                    |          |
| <b>Inhalte:</b><br>This lecture covers the implementation of database systems, including how to leverage modern hardware architectures, for example vector intrinsics (AVX-512) and CUDA programming for GPU.<br>Diese Vorlesung behandelt die Implementierung von Datenbanksystemen, einschließlich der Nutzung moderner Hardware-Architekturen, z.B. Vektorinstruktionen (AVX-512) und CUDA-Programmierung für die GPU. |          |
|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |          |

**Literatur:**

- Theo Härder, Erhard Rahm. Datenbanksysteme: Konzepte und Techniken der Implementierung. Springer, Berlin; 2nd ed.
- Hector Garcia-Molina, Jeff Ullman, Jennifer Widom. *Database Systems: The Complete Book*
- D. E. Knuth. The Art of Computer Programming Volume III
- Joseph M. Hellerstein, Michael Stonebraker, James Hamilton. Architecture of a Database System
- Franz Faerber, Alfons Kemper, Per-Åke Larson, Justin J. Levandoski, Thomas Neumann, Andrew Pavlo. Main Memory Database Systems

**Prüfung**

schriftliche Prüfung (Klausur) / Prüfungsdauer: 90 Minuten

|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |                                                                                                                     |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>Modul GdI-CSNL-M Computational Semantics of Natural Language</b><br><i>Computational Semantics of Natural Language</i>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             | 6 ECTS / 180 h                                                                                                      |
| (seit WS23/24)<br>Modulverantwortliche/r: Prof. Ph.D. Michael Mendler<br>Weitere Verantwortliche: Luke Burke                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |                                                                                                                     |
| <p><b>Inhalte:</b></p> <p>The formal study of natural language syntax and semantics has developed as a very lively sub-field of linguistics in the past 50 years, with the typed lambda calculus in particular providing a way of giving compositional analyses of meanings in natural language. Recently, monads and continuations have been employed as tools in natural language syntax and semantics. The aim of this module is to introduce the use of monads and continuations in natural language semantics and to discuss different approaches to the formal representation of quantifier scope ambiguities in natural language. The basics of natural language semantics (typed lambda calculus) will be briefly introduced, before discussing a continuation-based approach to quantification in natural language, which will be contrasted with other approaches. Monads representing focus, intensionality and non-determinism in natural language will be discussed. We will look at how analyses of the meaning of sentences can be represented in Haskell.</p> <p>Importantly, the course may differ slightly from other courses in that assessment will not concentrate on technical exercises; rather, we require careful reading and dissection of relevant literature on the topic, since the primary mode of assessment will be via seminar presentations and essays, and you will be assessed on your understanding of, and your independent analysis of, relevant literature discussed in lectures. Independent reading of this literature will in fact be essential.</p> <p>This course may also be of interest to students in philosophy and linguistics.</p> |                                                                                                                     |
| <p><b>Lernziele/Kompetenzen:</b></p> <p>At the end of this course students should be familiar with different approaches to the formal representation of quantifier scope ambiguities in natural language; be familiar with how monads and continuations have been used in natural language semantics; be familiar with the use of Haskell to formalise analyses in natural language semantics; be able to produce and manipulate terms of the typed lambda calculus to represent how meanings combine; have an understanding of how both logics and trees have been used to represent natural language syntax; be acquainted with logics such as Montague's "Intensional Logic" and Gallin's Ty2.</p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |                                                                                                                     |
| <p><b>Sonstige Informationen:</b></p> <p>The workload for this module consists of:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• participation in lectures and seminar sessions: 45 Stunden</li> <li>• individual preparation and reading: 105 Stunden</li> <li>• exam preparation and oral exam: 30 Stunden</li> </ul>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |                                                                                                                     |
| <p><b>Zulassungsvoraussetzung für die Belegung des Moduls:</b></p> <p>keine</p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |                                                                                                                     |
| <p><b>Empfohlene Vorkenntnisse:</b></p> <p>Willingness to read relevant literature, critically discuss and analyse it and write about it. Basic logic (GdI-Mfl-1: Mathematik für Informatik or an equivalent level of understanding). Some knowledge of modal logic more basic than that required for (GdI-MTL: Modal and</p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         | <p><b>Besondere Bestehensvoraussetzungen:</b></p> <p>English language skills at Level B2 (UniCert II) or above.</p> |

|                                                                                                                                                                                                            |                                  |                                               |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------|-----------------------------------------------|
| Temporal Logic). Knowledge of the typed lambda calculus (abstraction and application) and elementary Haskell (GdI-IFP: Introduction to Functional Programming) would be very useful, though not essential. |                                  |                                               |
| <b>Angebotshäufigkeit:</b> SS, jährlich                                                                                                                                                                    | <b>Empfohlenes Fachsemester:</b> | <b>Minimale Dauer des Moduls:</b><br>Semester |

|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |                 |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------|
| <b>Lehrveranstaltungen</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |                 |
| <b>Computational Semantics of Natural Language</b><br><b>Lehrformen:</b> Vorlesung und Übung<br><b>Sprache:</b> Englisch<br><b>Angebotshäufigkeit:</b> SS, jährlich                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         | <b>4,00 SWS</b> |
| <b>Inhalte:</b><br>Through prepared class presentations, essay writing, and direct interactions with the students the lecturer introduces the topics of the course in detail. The seminars deepen the students' understanding of the theoretical concepts and constructions covered in the lectures through presentations, which involve comparing alternative analyses of linguistic phenomena.                                                                                                                                                                                                                                                            |                 |
| <b>Literatur:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• van Eijck, J. And Unger, Christina, "Computational Semantics with Functional Programming", Cambridge University Press 2010</li> <li>• Barker, C. and Shan, C.-C., "Continuations and natural language", Volume 53. Oxford studies in Theoretical Linguistics, Oxford University Press, 2014</li> <li>• Carpenter, Bob, "Type-Logical Semantics", MIT Press (1997)</li> <li>• Keenan, Edward, and Stabler, Edward, "Mathematical structures in Language", CSLI publications, Stanford, 2016</li> <li>• Gallin, Daniel, "Intensional and Higher-Order Modal logic. North Holland, 1975.</li> </ul> |                 |

|                                                                                                                                                                                             |  |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--|
| <b>Prüfung</b><br>Portfolio / Prüfungsdauer: 80 Minuten<br><b>Beschreibung:</b><br>The components of the portfolio assessment will be announced in class at the beginning of each semester. |  |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--|

|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |                                  |                                                     |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------|-----------------------------------------------------|
| <b>Modul GdI-FPRS-M Functional Programming of Reactive Systems</b><br><i>Functional Programming of Reactive Systems</i>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |                                  | 6 ECTS / 180 h                                      |
| (seit WS23/24)<br>Modulverantwortliche/r: Prof. Ph.D. Michael Mendler                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |                                  |                                                     |
| <b>Inhalte:</b><br>Die Veranstaltung beschäftigt sich vertiefend mit ausgewählten fortgeschrittenen Konzepten der funktionalen Programmierung. Sie setzt Grundkenntnisse der Funktionalen Programmierung voraus, die zum Beispiel durch die vorherige Teilnahme an der einführenden Veranstaltung GdI-IFP erworben wurden.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |                                  |                                                     |
| <b>Lernziele/Kompetenzen:</b><br>Aufbauend auf einem elementaren und anwendungsorientierten Vorwissen des Bachelorstudiums erwerben die Studierenden ein breites und wesentlich vertieftes Verständnis der Besonderheiten der funktionalen Programmierung als nichtdeklaratives Programmierprinzip. Sie können existierende Sprachkonzepte analysieren, kritisch bewerten und daraus eigenständig neue Ideen für die Weiterentwicklung in Forschungs- und Anwendungskontexten ableiten.<br><br>Die Veranstaltung trainiert die Fähigkeit zur selbständigen Entwicklung und Evaluierung neuer funktionaler Modellierungsmethoden unter Einsatz von fortgeschrittenen Strukturierungskonzepten, wie etwa polymorphe Typsystemen erster und höherer Ordnung in der statischen Spezifikation von Programmen, Monaden und Koroutinen (continuation passing), Induktive und Koinduktive Datentypen; Konstruktion von Übersetzungsverfahren für Synchronen Programmierung reaktiver Systeme sowohl als Datenfluss- als auch Kontrollflussparadigma; Beherrschung und Evaluierung komplexer Konzepte der nebenläufigen Programmierung in Haskell aus der aktuellen Forschung. |                                  |                                                     |
| <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): 60 Stunden</li> <li>• Bearbeiten der Übungsaufgaben (unbenotet und freiwillig) und ggf. Teilnahme an Rechnerübungen: 45 Stunden</li> <li>• Prüfungsvorbereitung: 30 Stunden</li> </ul>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |                                  |                                                     |
| <b>Zulassungsvoraussetzung für die Belegung des Moduls:</b><br>keine                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |                                  |                                                     |
| <b>Empfohlene Vorkenntnisse:</b><br>grundlegende Kenntnisse in funktionaler Programmierung, z.B. aus dem Modul GdI-IFP-M, grundlegende Kenntnisse der modalen und temporalen Logik, z.B. aus dem Modul GdI-MTL-B. gute Englischkenntnisse.<br><br>Modul Introduction to Functional Programming (GdI-IFP-M) - 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>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |                 |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------|
| <b>1. Functional Programming of Reactive Systems</b><br><b>Lehrformen:</b> Vorlesung<br><b>Dozenten:</b> Prof. Ph.D. Michael Mendler<br><b>Sprache:</b> Englisch/Deutsch<br><b>Angebotshäufigkeit:</b> SS, jährlich                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                | <b>2,00 SWS</b> |
| <b>Inhalte:</b><br>In der Vorlesung wird das Themengebiet der Veranstaltung durch Dozentenvortrag eingeführt und Anregungen zum weiterführenden Literaturstudium gegeben.<br><br>Die Lehrsprache ist Englisch.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |                 |
| <b>Literatur:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• S. Marlow: The Haskell 2010 Language Report. <a href="https://www.haskell.org/onlinereport/haskell2010/">https://www.haskell.org/onlinereport/haskell2010/</a></li> <li>• V. Zsóok, Z. Horváth, R. Plasmeijer: Central European Functional Programming School. Springer 2012.</li> <li>• S. Marlow: Parallel and Concurrent Programming in Haskell: Techniques for Multicore and Multithreaded Programming, O'Reilly 2013.</li> <li>• B. O'Sullivan, J. Goerzen, D. Stewart: Real World Haskell. O'Reilly 2009.</li> <li>• B. Pierce: Types and Programming Languages. MIT Press 2002. (esp. Chapters 23+25)</li> </ul> |                 |
| <b>2. Advanced Functional Programming</b><br><b>Lehrformen:</b> Übung<br><b>Dozenten:</b> Prof. Ph.D. Michael Mendler<br><b>Sprache:</b> Englisch/Deutsch<br><b>Angebotshäufigkeit:</b> SS, jährlich                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               | <b>2,00 SWS</b> |
| <b>Inhalte:</b><br>Die Übung vertieft die Konzepte und Konstruktionen aus der Vorlesung an konkreten Beispielen. Sie dient damit auch der Prüfungsvorbereitung.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |                 |
| <b>Prüfung</b><br>schriftliche Prüfung (Klausur) / Prüfungsdauer: 90 Minuten<br><b>Beschreibung:</b><br>Die Prüfungssprache ist Englisch.<br><br>Die Prüfung wird in Abhängigkeit von der Anzahl der Teilnehmer als mündliche Prüfung (30 Minuten) oder als schriftliche Prüfung (90 Minuten) durchgeführt. Die Prüfungsform wird den Teilnehmern am Anfang des Semesters bekanntgegeben.                                                                                                                                                                                                                                                                                          |                 |
| <b>Prüfung</b><br>mündliche Prüfung / Prüfungsdauer: 30 Minuten<br><b>Beschreibung:</b><br>Die Prüfungssprache ist Englisch.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |                 |

---

|                                                                                                                                                                                                                                          |  |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--|
| Die Prüfung wird in Abhängigkeit von der Anzahl der Teilnehmer als mündliche Prüfung (30 Minuten) oder als schriftliche Prüfung (90 Minuten) durchgeführt. Die Prüfungsform wird den Teilnehmern am Anfang des Semesters bekanntgegeben. |  |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--|

|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |                                  |                                                     |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------|-----------------------------------------------------|
| <b>Modul Gdl-IFP-M Introduction to Functional Programming</b><br><i>Introduction to Functional Programming</i>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |                                  | 6 ECTS / 180 h                                      |
| (seit WS24/25)<br>Modulverantwortliche/r: Prof. Ph.D. Michael Mendler                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |                                  |                                                     |
| <b>Inhalte:</b><br>Die Veranstaltung beschäftigt sich mit den Grundlagen der funktionalen Programmierung als bedeutende Alternative zu herkömmlichen prozeduralen Sprachen. Diese nichtprozeduralen Sprachen, welche dem deklarativen und rekursiven Programmierprinzip folgen, werden besonders für ihre hohe Programmiereffizienz und -Sicherheit geschätzt. Der systematische Aufbau einer funktionalen Programmiersprache wird schrittweise erläutert und anhand konkreter Aufgabenstellungen nachvollzogen. Ausführliche praktische Übungen mit der Programmiersprache Haskell ergänzen die theoretischen Inhalte. Besonderes Augenmerk wird auf die Einführung in polymorphe Typsysteme gelegt und ihre Anwendung in der Typprüfung und Typsynthese als automatisches Softwarevalidierungsverfahren. |                                  |                                                     |
| <b>Lernziele/Kompetenzen:</b><br>Fähigkeit zur Entwicklung algorithmischer Problemlösungen in der funktionalen Programmiersprache Haskell; Kenntnis wichtiger Strukturprinzipien der funktionalen Programmierung, wie referenzielle Transparenz, Rekursion, induktive und coinduktive algebraische Datentypen, Monaden; Fähigkeit diese Strukturkonzepte adäquat in der Programmierung konkreter Aufgabenstellungen einzusetzen; Kenntnis deklarativer Modelle interaktiver Software und die Fähigkeit, diese in Haskell zu implementieren.                                                                                                                                                                                                                                                                |                                  |                                                     |
| <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): 60 Stunden</li> <li>• Bearbeiten der Übungsaufgaben (unbenotet und freiwillig) und Teilnahme an Rechnerübungen: 45 Stunden</li> <li>• Prüfungsvorbereitung + schriftliche Prüfung (90 min.): 30 Stunden</li> </ul>                                                                                                                                                                                                                                                                               |                                  |                                                     |
| <b>Zulassungsvoraussetzung für die Belegung des Moduls:</b><br>keine                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |                                  |                                                     |
| <b>Empfohlene Vorkenntnisse:</b><br>grundlegende Programmierkenntnisse, gute Englischkenntnisse                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |                                  | <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. Introduction to Functional Programming</b><br><b>Lehrformen:</b> Vorlesung<br><b>Dozenten:</b> Prof. Ph.D. Michael Mendler<br><b>Sprache:</b> Englisch/Deutsch<br><b>Angebotshäufigkeit:</b> WS, jährlich<br><b>Inhalte:</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |                                  | <b>2,00 SWS</b>                                     |



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

|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |                                  |                                                     |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------|-----------------------------------------------------|
| <b>Modul HCI-DFM-M Design- und Forschungsmethoden der Mensch-Computer-Interaktion</b><br><i>Design and Research Methods of Human-Computer Interaction</i>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |                                  | 6 ECTS / 180 h                                      |
| (seit SS24)<br>Modulverantwortliche/r: Prof. Dr. Tom Gross                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |                                  |                                                     |
| <b>Inhalte:</b><br>Vertiefende methodische Grundlagen zur Analyse und zum Entwurf in der Mensch-Computer-Interaktion.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |                                  |                                                     |
| <b>Lernziele/Kompetenzen:</b><br>Ziel ist die Vermittlung fundierter Kenntnisse und Fähigkeiten im Bereich der Methoden der Mensch-Computer-Interaktion. Nach dem Besuch dieser Lehrveranstaltung sollen Studierende einschlägige Methoden zur Erhebung von Anforderungen und Bedürfnissen von künftigen Benutzerinnen und Benutzern, zur Gestaltung neuartiger Anwendungen und zur Evaluierung der Effektivität, Effizienz und Benutzerzufriedenheit mit diesen Anwendungen kennen und anwenden 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>Diese Lehrveranstaltung ist ohne spezielle Vorkenntnisse belegbar.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |                                  | <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>Design- und Forschungsmethoden der 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                                        | 2,00 SWS |
| <b>Inhalte:</b><br>Im Rahmen der Vorlesung werden nach einer Einführung in das Thema die folgenden Themen behandelt: <ul style="list-style-type: none"> <li>• Die Rolle der Designerinnen und Designer</li> <li>• Entwickeln eines Problemverständnisses</li> </ul> |          |

|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |                 |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------|
| <ul style="list-style-type: none"> <li>• Quantitative Methoden zur Anforderungserhebung und Systemevaluierung</li> <li>• Qualitative Methoden zur Anforderungserhebung und Systemevaluierung</li> <li>• Dokumentation von Vorgehensweisen und Resultaten</li> </ul>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |                 |
| <b>Literatur:</b><br>Die Veranstaltung ist eine Zusammenstellung verschiedener Quellen                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |                 |
| <b>Prüfung</b><br>mündliche Prüfung<br><b>Beschreibung:</b><br>In Abhängigkeit von der Teilnehmerzahl wird die Modulprüfung entweder in Form einer Klausur oder in Form einer mündlichen Prüfung durchgeführt. Die Festlegung erfolgt zu Semesterbeginn und wird im ersten Lehrveranstaltungstermin bekannt gegeben.<br><br>In der mündlichen Prüfung mit einer Prüfungsdauer von 15 Minuten können 90 Punkte erzielt werden.<br><br>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 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 Prüfung auf jeden Fall auch ohne Punkte aus der Bearbeitung optionaler Studienleistungen erreichbar. |                 |
| <b>Lehrveranstaltungen</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |                 |
| <b>Übung Design- und Forschungsmethoden der 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<br><hr/> <b>Inhalte:</b><br>praktische Aufgaben zum Vorlesungsstoff<br><hr/> <b>Literatur:</b><br>siehe Vorlesung                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 | <b>2,00 SWS</b> |

|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |  |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--|
| <b>Prüfung</b><br>schriftliche Prüfung (Klausur) / Prüfungsdauer: 90 Minuten<br><b>Beschreibung:</b><br>In Abhängigkeit von der Teilnehmerzahl wird die Modulprüfung entweder in Form einer Klausur oder in Form einer mündlichen Prüfung durchgeführt. Die Festlegung erfolgt zu Semesterbeginn und wird im ersten Lehrveranstaltungstermin bekannt gegeben.<br><br>In der Klausur über 90 min. können 90 Punkte erzielt werden.<br><br>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 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 Prüfung auf jeden Fall auch ohne Punkte aus der Bearbeitung optionaler Studienleistungen erreichbar. |  |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--|

|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |                                  |                                                     |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------|-----------------------------------------------------|
| <b>Modul HCI-DR-M Design-Forschung</b><br><i>Design Research</i>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |                                  | 6 ECTS / 180 h                                      |
| (seit SS24)<br>Modulverantwortliche/r: Prof. Dr. Tom Gross                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |                                  |                                                     |
| <b>Inhalte:</b><br>Grundlagen des Designs als gestalterische sowie wissenschaftliche Disziplin.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |                                  |                                                     |
| <b>Lernziele/Kompetenzen:</b><br>Ziel ist die allgemeine Einführung und Vermittlung von Design als gestalterische sowie wissenschaftliche Disziplin sowie deren historische und theoretische Grundlagen.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |                                  |                                                     |
| <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 Vorlesungseinheiten</li> <li>• Teilnahme an Gruppenbesprechungen</li> <li>• Bearbeitung der Aufgabenstellung allein und im Team</li> <li>• Vorbereitung von Besprechungen und Präsentationen</li> <li>• Prüfungsvorbereitung</li> </ul> Die Aufwände können dabei in Abhängigkeit von der Aufgabenstellung und der in der Gruppe abgestimmten Aufgabenverteilung unter den Gruppenmitgliedern unterschiedlich auf die Bereiche verteilt sein.<br>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>Es wird empfohlen, zunächst Module des Grundlagenbereichs der Modulgruppe A2 Design zu absolvieren, bevor dieses Modul des Vertiefungsbereichs belegt wird.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |                                  | <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>Design-Forschung</b><br><b>Lehrformen:</b> Vorlesung und Übung<br><b>Dozenten:</b> Stephan Ott<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 folgende Themen behandelt: <ul style="list-style-type: none"> <li>• allgemeine Einführung und Vermittlung von Design als gestalterische Disziplin</li> </ul> |                 |

|                                                                                                                                                                                                                                                              |  |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--|
| <ul style="list-style-type: none"><li>• allgemeine Einführung und Vermittlung von Design als wissenschaftliche Disziplin</li><li>• allgemeine Vermittlung von historischen Grundlagen</li><li>• allgemeine Vermittlung von theoretische Grundlagen</li></ul> |  |
| <b>Prüfung</b><br>Kolloquium / Prüfungsdauer: 30 Minuten                                                                                                                                                                                                     |  |

|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |                                  |                                                     |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------|-----------------------------------------------------|
| <b>Modul HCI-MCI-M Mensch-Computer-Interaktion</b><br><i>Human-Computer Interaction</i>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |                                  | 6 ECTS / 180 h                                      |
| (seit WS21/22)<br>Modulverantwortliche/r: Prof. Dr. Tom Gross                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |                                  |                                                     |
| <b>Inhalte:</b><br>Vertiefende theoretische, konzeptionelle 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 konzeptionellen Wissens zum Entwurf, zur Umsetzung 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>Diese Lehrveranstaltung ist ohne spezielle Vorkenntnisse belegbar.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |                                  | <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>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> WS, 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> <li>• Informationsvisualisierung</li> </ul> |                 |

|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |                 |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------|
| <ul style="list-style-type: none"> <li>• Tangible User Interaction</li> <li>• Usability Engineering</li> <li>• Gebrauchstauglichkeit und Ökonomie</li> </ul> <hr/> <b>Literatur:</b><br>Die Veranstaltung ist eine Zusammenstellung verschiedener Quellen; als ergänzende Quelle und zum Nachschlagen wird empfohlen: <ul style="list-style-type: none"> <li>• Jacko, J.A., ed. Human-Computer Interaction Handbook: Fundamentals, Evolving Technologies, and Emerging Applications. (3rd ed.). Lawrence Erlbaum, Hillsdale, NJ, 2012.</li> <li>• Hammond, J., Gross, T. und Wesson, J., (Hrsg.). Usability: Gaining a Competitive Edge. Kluwer Academic Publishers, Dordrecht, 2002.</li> </ul>                                                                                                                                                                                                                                                                                              |                 |
| <b>Prüfung</b><br>mündliche Prüfung<br><b>Beschreibung:</b><br>In Abhängigkeit der Teilnehmerzahl wird die Modulprüfung entweder in Form einer Klausur oder in Form einer mündlichen Prüfung durchgeführt. Die Festlegung erfolgt zu Semesterbeginn und wird im ersten Lehrveranstaltungstermin bekannt gegeben.<br><br>In der mündlichen Prüfung mit einer Prüfungsdauer von 15 Min. können 90 Punkte erzielt werden.<br><br>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 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 Prüfung auf jeden Fall auch ohne Punkte aus der Bearbeitung optionaler Studienleistungen erreichbar. |                 |
| <b>Lehrveranstaltungen</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |                 |
| <b>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> WS, jährlich <hr/> <b>Inhalte:</b><br>praktische Aufgaben zum Vorlesungsstoff <hr/> <b>Literatur:</b><br>siehe Vorlesung                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         | <b>2,00 SWS</b> |
| <b>Prüfung</b><br>schriftliche Prüfung (Klausur) / Prüfungsdauer: 90 Minuten<br><b>Beschreibung:</b><br>In Abhängigkeit der Teilnehmerzahl wird die Modulprüfung entweder in Form einer Klausur oder in Form einer mündlichen Prüfung durchgeführt.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |                 |



Die Festlegung erfolgt zu Semesterbeginn und wird im ersten Lehrveranstaltungstermin bekannt gegeben.

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

Es besteht die Möglichkeit, optionale Studienleistungen zu erbringen. Diese umfassen insgesamt 12 Punkte. Die Art der optionalen Studienleistungen sowie deren Bearbeitungsfrist werden zu Beginn der Lehrveranstaltung verbindlich bekannt gegeben. Ist die 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 Prüfung auf jeden Fall auch ohne Punkte aus der Bearbeitung optionaler Studienleistungen erreichbar.

|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |                                  |                                                     |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------|-----------------------------------------------------|
| <b>Modul HCI-Usab-M Usability in der Praxis</b><br><i>Usability in Practice</i>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |                                  | 6 ECTS / 180 h                                      |
| (seit WS17/18)<br>Modulverantwortliche/r: Prof. Dr. Tom Gross                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |                                  |                                                     |
| <b>Inhalte:</b><br>Praktische Bearbeitung einer praxisrelevanten Aufgabenstellung der Mensch-Computer-Interaktion.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |                                  |                                                     |
| <b>Lernziele/Kompetenzen:</b><br>In dieser Veranstaltung werden die in den Vorlesungen und Übungen des Faches Mensch-Computer-Interaktion erworbenen Kenntnisse und Fertigkeiten praktisch angewandt. Auf Basis von realen Problemstellungen aus dem Unternehmenskontext werden die Gebrauchstauglichkeit bestehender Konzepte und Systeme analysiert und Anforderungen für neue Konzepte erhoben. Dabei werden Fähigkeiten im Einsatz der Methoden und im interdisziplinären Austausch ebenso weiterentwickelt wie die Kompetenzen in der Durchführung und in der Gruppenarbeit.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |                                  |                                                     |
| <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><br>Der Arbeitsaufwand für dieses Modul gliedert sich in folgende Bereiche: <ul style="list-style-type: none"> <li>• Teilnahme an einführenden Präsenzveranstaltungen</li> <li>• Teilnahme an Gruppenbesprechungen</li> <li>• Bearbeitung der Aufgabenstellung allein und im Team</li> <li>• Vorbereitung von Besprechungen und Präsentationen</li> <li>• Prüfungsvorbereitung</li> </ul> Die Aufwände können dabei in Abhängigkeit von der Aufgabenstellung und der in der Gruppe abgestimmten Aufgabenverteilung unter den Gruppenmitgliedern unterschiedlich auf die Bereiche verteilt sein.<br><br>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 Mensch-Computer-Interaktion (HCI-MCI-M)                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |                                  | <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>Usability in der Praxis</b><br><b>Lehrformen:</b> Übung<br><b>Dozenten:</b> Prof. Dr. Tom Gross, Mitarbeiter Mensch-Computer-Interaktion<br><b>Sprache:</b> Deutsch/Englisch<br><b>Angebotshäufigkeit:</b> SS, jährlich<br><b>Inhalte:</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |                                  | <b>4,00 SWS</b>                                     |

Es werden gemeinsam mit Unternehmen wechselnde Projekte aus dem Bereich Mensch-Computer-Interaktion bearbeitet. Die Veranstaltung verläuft in der Regel von der Festlegung der Fragestellung über die Auswahl und den Einsatz der Methoden sowie die Auswertung der erhobenen Daten zur Ableitung der Schlussfolgerungen. Die bearbeitete Aufgabenstellung geht deutlich über den Umfang einer normalen Übungsaufgabe hinaus und wird in kleinen Gruppen bearbeitet. Das erarbeitete Ergebnis wird dokumentiert und in einer Abschlusspräsentation vorgestellt.

**Literatur:**

wird in der Veranstaltung bekannt gegeben

**Prüfung**

Hausarbeit mit Kolloquium / Prüfungsdauer: 30 Minuten

Bearbeitungsfrist: 4 Monate

**Zulassungsvoraussetzung zur Modulprüfung:**

regelmäßige Teilnahme an der Lehrveranstaltung

**Beschreibung:**

Dokumentation des Projektverlaufs und der Ergebnisse sowie Kolloquium zum Projektverlauf und Ergebnissen

|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |                                  |                                                     |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------|-----------------------------------------------------|
| <b>Modul Inf-Proj-M Masterprojekt der Fachgruppe Informatik</b><br><i>Master's Project in Computer Science</i>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |                                  | 6 ECTS / 180 h                                      |
| (seit SS25)<br>Modulverantwortliche/r: Prof. Ph.D. Michael Mendler<br>Weitere Verantwortliche: (qua office the degree programme representative for the International Software Systems Science master's degree)                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |                                  |                                                     |
| <b>Inhalte:</b><br>This module covers the application of foundational methods in the area of Computer Science in the context of a practical project. The available topics are determined by the teaching and research unit that is offering the project.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |                                  |                                                     |
| <b>Lernziele/Kompetenzen:</b><br>Building on the knowledge and skills obtained from the lectures and seminars of the graduate degree studies, the project tackles a scientific research question or an advanced software development problem that will typically be related to the current scientific research of the offering teaching unit. Depending on the project's objectives, the work may be pursued as an individual project or a group project. The project provides competencies for conducting independent academic research; problem solving skills exploiting the current state of the art in science and technology, competencies for goal-oriented self-organisation, time management and team work; competencies written and oral presentations following academic standards. |                                  |                                                     |
| <b>Sonstige Informationen:</b><br>The master's project is chosen from among the offerings in one of the areas of Computer Science. The available projects can be identified in UnivIS with the key phrase "Inf-Proj" and must be explicitly specified as suitable for master's students.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |                                  |                                                     |
| <b>Zulassungsvoraussetzung für die Belegung des Moduls:</b><br>none                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |                                  |                                                     |
| <b>Empfohlene Vorkenntnisse:</b><br>The recommended specific study prerequisites are determined and communicated by the teaching unit offering the module. Typically, there may be thematically pertinent modules from the respective teaching unit that should have been successfully attended before.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |                                  | <b>Besondere Bestehensvoraussetzungen:</b><br>keine |
| <b>Angebotshäufigkeit:</b> WS, SS                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              | <b>Empfohlenes Fachsemester:</b> | <b>Minimale Dauer des Moduls:</b><br>1 Semester     |

|                                                                                                                                                              |          |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------|
| <b>Lehrveranstaltungen</b>                                                                                                                                   |          |
| <b>Masterprojekt der Fachgruppe Informatik</b><br><b>Lehrformen:</b> Projektseminar<br><b>Sprache:</b> Englisch/Deutsch<br><b>Angebotshäufigkeit:</b> WS, SS | 4,00 SWS |
| <b>Lernziele:</b><br>As described for the module.                                                                                                            |          |
| <b>Inhalte:</b><br>The contents of the master's projects will be determined and communicated by the teaching unit offering the module.                       |          |

**Literatur:**

The reading list will be announced at the beginning of the project and communicated by the teaching unit offering the module.

**Prüfung**

Hausarbeit mit Kolloquium

**Zulassungsvoraussetzung zur Modulprüfung:**

Regular participation in teaching classes

**Beschreibung:**

The assessment is based on a written homework and a colloquium. The work duration and deadline for the written deliverable as well as the duration of the colloquium will be determined by the supervisor of the project, at the beginning of the semester.

|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |                                  |                                                     |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------|-----------------------------------------------------|
| <b>Modul Inf-Sem-M Masterseminar in Informatik</b><br><i>Master's Seminar in Computer Science</i>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |                                  | 3 ECTS / 90 h                                       |
| (seit SS25)<br>Modulverantwortliche/r: Prof. Ph.D. Michael Mendler<br>Weitere Verantwortliche: (qua office the degree programme representative for the International Software Systems Science master's degree)                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |                                  |                                                     |
| <b>Inhalte:</b><br>Independent academic research of a specific topic in the area of Computer Science and the structuring, analysis and presentation of the findings using scientific methods.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |                                  |                                                     |
| <b>Lernziele/Kompetenzen:</b><br>Competencies for the systematic identification, critical and systematic analysis of the scientific literature pertinent to a given specific topic in the field of Computer Science; competencies for structuring of complex research issues in a delimited area with a critical assessment of the available competing approaches in the state of the art; advanced skills to communicate scientific results efficiently while applying academic standards; basic skills to generate own scientific texts; competencies to review as well as assess existing published academic work; further development of the student's scientific curiosity supported by a self-confident, research-oriented attitude towards computer science. |                                  |                                                     |
| <b>Sonstige Informationen:</b><br>The master's seminar is chosen from among the offerings in one of areas of Computer Science. The available seminars can be identified in UnivIS with the key phrase "Inf-Sem" and must be explicitly specified as suitable for master's students.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |                                  |                                                     |
| <b>Zulassungsvoraussetzung für die Belegung des Moduls:</b><br>none                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |                                  |                                                     |
| <b>Empfohlene Vorkenntnisse:</b><br>The recommended specific study prerequisites are determined and communicated by the teaching unit offering the module. Typically, there may be thematically pertinent modules from the respective teaching unit that should have been successfully attended before.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |                                  | <b>Besondere Bestehensvoraussetzungen:</b><br>keine |
| <b>Angebotshäufigkeit:</b> WS, SS                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   | <b>Empfohlenes Fachsemester:</b> | <b>Minimale Dauer des Moduls:</b><br>1 Semester     |

|                                                                                                                                           |          |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------|
| <b>Lehrveranstaltungen</b>                                                                                                                |          |
| <b>Masterseminar in Informatik</b><br><b>Lehrformen:</b> Seminar<br><b>Sprache:</b> Englisch/Deutsch<br><b>Angebotshäufigkeit:</b> WS, SS | 2,00 SWS |
| <b>Lernziele:</b><br>As described for the module.                                                                                         |          |
| <b>Inhalte:</b><br>The contents of the master's projects will be determined and communicated by the teaching unit offering the module.    |          |
| <b>Literatur:</b>                                                                                                                         |          |

|                                                                                                                               |  |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--|
| The reading list will be announced at the beginning of the project and communicated by the teaching unit offering the module. |  |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--|

**Prüfung**

Hausarbeit mit Referat

**Zulassungsvoraussetzung zur Modulprüfung:**

Regular participation in teaching classes

**Beschreibung:**

The assessment is based on a written homework and presentation. Alternatively, the assessment can be based on a written homework and a colloquium. The work duration and deadline for the written deliverable as well as the duration of the presentation or colloquium will be determined by the lecturer of the seminar, at the beginning of the semester.

|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |                                  |                                                     |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------|-----------------------------------------------------|
| <b>Modul KogSys-KogMod-M Kognitive Modellierung</b><br><i>Cognitive Modelling</i>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |                                  | 6 ECTS / 180 h                                      |
| (seit WS24/25)<br>Modulverantwortliche/r: Prof. Dr. Ute Schmid                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |                                  |                                                     |
| <b>Inhalte:</b><br>Das Modul bietet einen Einstieg in die grundlegenden Konzepte der Kognitionspsychologie, der kognitiven KI und empirische Forschungsmethoden. Darüber hinaus wird ein Überblick über Ansätze und Anwendungsgebiete der Simulation kognitiver Prozesse mit Computermodellen gegeben.<br>Liste der Themen: <ul style="list-style-type: none"> <li>• Menschliches Lernen, Schlussfolgern und Problemlösen</li> <li>• Empirische Forschungsmethoden</li> <li>• Wissensrepräsentation</li> <li>• Kognitive Modelle und Architekturen, insb. ACT-R</li> <li>• Analoges Schließen und Problemlösen</li> <li>• Intelligente Tutorsysteme</li> </ul> |                                  |                                                     |
| <b>Lernziele/Kompetenzen:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Forschungsziele im Bereich Kognitionswissenschaft nennen und erläutern</li> <li>• Empirische Forschungsmethoden, insbesondere der experimentellen Kognitionspsychologie, erklären und anwenden können</li> <li>• Spezielle Ansätze der kognitiven Modellierung im Detail erläutern und implementieren können</li> <li>• Kognitionspsychologische Theorien beschreiben und mit empirischen Befunden in Bezug setzen können</li> </ul>                                                                                                                                                    |                                  |                                                     |
| <b>Sonstige Informationen:</b><br>Die Folien (Vorlesung und Übung) sind in englischer Sprache verfügbar. Weitere Materialien sind überwiegend in englischer Sprache.<br>Zeitaufwand: <ul style="list-style-type: none"> <li>• 19,5h Vorlesung + 30h Nachbereitung</li> <li>• 22,5h Übung + 39h Bearbeitung von Übungsaufgaben, 39h Praxisanteil</li> <li>• 30h Klausurvorbereitung</li> </ul>                                                                                                                                                                                                                                                                  |                                  |                                                     |
| <b>Zulassungsvoraussetzung für die Belegung des Moduls:</b><br>keine                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |                                  |                                                     |
| <b>Empfohlene Vorkenntnisse:</b><br>Kenntnisse in den folgenden Bereichen, zugehörige Module in Klammern: <ul style="list-style-type: none"> <li>• Künstliche Intelligenz (KogSys-KI-B, KogSys-ML-B)</li> <li>• Logik (GdI-MfI-1) oder Logik und Berechenbarkeit (Inf-LBR-B)</li> </ul>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |                                  | <b>Besondere Bestehensvoraussetzungen:</b><br>keine |
| <b>Angebotshäufigkeit:</b> WS, jährlich                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        | <b>Empfohlenes Fachsemester:</b> | <b>Minimale Dauer des Moduls:</b>                   |



|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |                 |            |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------|------------|
|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |                 | 1 Semester |
| <b>Lehrveranstaltungen</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |                 |            |
| <b>1. Kognitive Modellierung</b><br><b>Lehrformen:</b> Vorlesung<br><b>Dozenten:</b> Prof. Dr. Ute Schmid<br><b>Sprache:</b> Deutsch/Englisch<br><b>Angebotshäufigkeit:</b> WS, jährlich                                                                                                                                                                                                                                                                                           | <b>2,00 SWS</b> |            |
| <b>Lernziele:</b><br>Siehe Modulbeschreibung                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |                 |            |
| <b>Inhalte:</b><br>Präsentation und Diskussion der Inhalte (siehe Modulbeschreibung), insbesondere theoretische und konzeptionelle Aspekte.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |                 |            |
| <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.                                                                                                                                                                                                                                                           |                 |            |
| <b>2. Kognitive Modellierung</b><br><b>Lehrformen:</b> Übung<br><b>Dozenten:</b> Mitarbeiter Kognitive Systeme<br><b>Sprache:</b> Deutsch/Englisch<br><b>Angebotshäufigkeit:</b> WS, jährlich                                                                                                                                                                                                                                                                                      | <b>2,00 SWS</b> |            |
| <b>Lernziele:</b><br>Siehe Modulbeschreibung                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |                 |            |
| <b>Inhalte:</b><br>Praktische Vertiefungen zu den Inhalten der Vorlesung:<br>• Vertiefung von Vorlesungsinhalten mit aktueller wissenschaftlicher Literatur<br>• Implementation von in der Vorlesung vorgestellten Ansätzen der Wissensrepräsentation und kognitiven Modellen, insbesondere mit Prolog und der kognitiven Architektur ACT-R<br>• Präsentation und Diskussion von Aufgabenlösungen<br>• Anwendungen der gelernten Inhalte in einem praktischen Projekt              |                 |            |
| <b>Literatur:</b><br>siehe Vorlesung                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |                 |            |
| <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. |                 |            |

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

|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |                                  |                                                           |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------|-----------------------------------------------------------|
| <b>Modul MI-IR-M Information Retrieval (Grundlagen, Modelle und Anwendungen)</b><br><i>Information Retrieval (Foundations, Models and Applications)</i>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |                                  | 6 ECTS / 180 h<br>45 h Präsenzzeit<br>135 h Selbststudium |
| (seit SS21)<br>Modulverantwortliche/r: Prof. Dr. Andreas Henrich                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |                                  |                                                           |
| <b>Inhalte:</b><br>Die typischen Inhalte eines Information Retrieval Moduls vom Verständnis des Informationsbedürfnisses bis zur Implementierung von Suchmaschinen werden besprochen. Schwerpunkte liegen dabei auf IR-Modellen, der Formulierung von Anfragen, der Analyse und Repräsentation von Texten, der Ergebnisdarstellung sowie der Evaluierung von IR-Systemen.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |                                  |                                                           |
| <b>Lernziele/Kompetenzen:</b><br>Studierende sollen Aufgabenstellung, Modelle und Methoden des Information Retrieval kennen. Dabei soll die Fähigkeit zur Nutzung und zur Mitwirkung bei der Konzeption von Suchlösungen für Internet- und Intranet-Applikationen vermittelt werden. Ebenso sollen die grundsätzlichen Implementierungstechniken und ihre Vor- und Nachteile verstanden werden.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |                                  |                                                           |
| <b>Sonstige Informationen:</b><br>Die Lehrveranstaltungen werden in <b>Deutsch</b> durchgeführt. Zahlreiche Quellen und Dokumentationen der Systeme sind aber auf <b>Englisch</b> .<br>Der Arbeitsaufwand von insgesamt 180 Std. gliedert sich in etwa in: <ul style="list-style-type: none"> <li>• Vorlesung: 22,5 Stunden (entspricht den 2 SWS Vorlesung)</li> <li>• Vor- und Nachbereitung der Vorlesung (inkl. Recherche und Studium zusätzlicher Quellen): ca. 30 Stunden</li> <li>• Semesterbegleitendes Üben, Bearbeiten alter Klausuraufgaben, ... zum Vorlesungsstoff: ca. 30 Stunden (inkl. 7,5 Stunden [= 1/3] der 2 SWS Übungsbetrieb)</li> <li>• Bearbeiten der 3 Teilleistungen: insgesamt ca. 60 Stunden (inkl. 15 Stunden [= 2/3] der 2 SWS Übungsbetrieb)</li> <li>• Prüfungsvorbereitung und Prüfung: ca. 37,5 Stunden (basierend auf dem bereits im obigen Sinne erarbeiteten Stoff)</li> </ul> |                                  |                                                           |
| <b>Zulassungsvoraussetzung für die Belegung des Moduls:</b><br>keine                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |                                  |                                                           |
| <b>Empfohlene Vorkenntnisse:</b><br>Gündlegende Kenntnisse in Java, Algorithmen und Datenstrukturen sowie linearer Algebra.<br>Modul Algorithmen und Datenstrukturen (AI-AuD-B) - empfohlen<br>Modul Einführung in Algorithmen, Programmierung und Software (DSG-EiAPS-B) - empfohlen<br>Modul Datenbanksysteme (MOBI-DBS-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>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |                                  |                                                           |
| <b>1. Information Retrieval</b><br><b>Lehrformen:</b> Vorlesung                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |                                  | <b>2,00 SWS</b>                                           |

**Dozenten:** Prof. Dr. Andreas Henrich

**Sprache:** Deutsch

**Angebotshäufigkeit:** SS, jährlich

**Inhalte:**

Gegenstand des Information Retrieval (IR) ist die Suche nach Dokumenten. Traditionell handelt es sich dabei im Allgemeinen um Textdokumente. In neuerer Zeit kommt aber verstärkt auch die Suche nach multimedialen Dokumenten (Bilder, Audio, Video, Hypertext-Dokumente) hinzu. Ferner hat das Gebiet des Information Retrieval insbesondere auch durch das Aufkommen des WWW an Bedeutung und Aktualität gewonnen. Die Veranstaltung betrachtet die wesentlichen Modelle des Information Retrieval und Algorithmen zu ihrer Umsetzung. Auch Fragen der Evaluierung von IR-Systemen werden betrachtet.

Folgende Bereiche werden betrachtet:

- Suchmaschinen und Information Retrieval: Konzepte und Grundlagen
- Die Architektur einer Suchmaschine
- Die Evaluierung von Suchmaschinen
- Retrieval-Modelle
- Indexstrukturen, Algorithmen und Datenstrukturen für IR
- Umgang mit Text(dokumenten)
- Anfragen / Benutzerschnittstellen / Interaktion
- Crawls and Feeds – oder: Was wird wann indexiert?
- Suche für Bilder und andere Medientypen

**Literatur:**

Die Veranstaltung orientiert sich an:

- Croft, W Bruce; Metzler, Donald; Strohman, Trevor (2010, erschienen 2009): Search engines. Information retrieval in practice. Boston: Addison-Wesley.

Als ergänzende Quelle und zum Nachschlagen wird empfohlen:

- Henrich, Andreas: Lehrtext "Information Retrieval 1 (Grundlagen, Modelle und Anwendungen)", [http://www.uni-bamberg.de/minf/ir1\\_buch/](http://www.uni-bamberg.de/minf/ir1_buch/)

Weitere Bücher zum Thema (z. B.):

- Baeza-Yates, Ricardo; Ribeiro-Neto, Berthier: Modern Information Retrieval, Addison Wesley; Auflage: 2ed edition, Boston, MA, USA, 2010

**2. Information Retrieval**

**Lehrformen:** Übung

**Dozenten:** Mitarbeiter Medieninformatik

**Sprache:** Deutsch

**Angebotshäufigkeit:** SS, jährlich

**Inhalte:**

praktische Übungen zum Vorlesungsstoff einschließlich der Programmierung kleiner IR-Systeme

**Literatur:**

siehe Vorlesung

**2,00 SWS**

**Prüfung**

schriftliche Prüfung (Klausur) / Prüfungsdauer: 105 Minuten

**Beschreibung:**

**Gegenstand** der Klausur sind alle Inhalte von Vorlesung und Übung (einschließlich der Teilleistungen; siehe unten).

In der **Klausur** können 90 Punkte erzielt werden.

In der Prüfungsdauer von 105 Minuten ist eine **Lesezeit** von 15 Minuten enthalten, um die zu bearbeitenden Aufgaben im Rahmen der Wahlmöglichkeiten auswählen zu können.

Im Semester werden studienbegleitend 3 **Teilleistungen** (schriftliche Hausarbeiten) in der Übung ausgegeben und besprochen, deren Abgabe freiwillig ist. Für jede Teilleistung stehen in der Regel 4 Wochen als Bearbeitungszeit zur Verfügung. Die abgegebenen Lösungen zu den Teilleistungen werden bewertet. Pro Teilleistung können maximal 4 Punkte erzielt werden. Ist die Klausur bestanden (in der Regel sind hierzu 50 % der Punkte erforderlich), so werden die bei der Bearbeitung der Teilleistungen erreichten Punkte (maximal 12 Punkte) als Bonuspunkte angerechnet. Eine 1,0 ist dabei auch ohne Punkte aus der Bearbeitung der Teilleistungen erreichbar.

|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |                                  |                                                     |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------|-----------------------------------------------------|
| <b>Modul MII-HRI-M Mensch-Roboter-Interaktion</b><br><i>Human-Robot Interaction</i>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |                                  | 6 ECTS / 180 h                                      |
| (seit SS25)<br>Modulverantwortliche/r: Prof. Dr. Markus Rickert                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |                                  |                                                     |
| <b>Inhalte:</b><br>Der Einsatz von Robotern ist heutzutage nicht länger beschränkt auf industrielle Fertigungsanlagen oder vollständige Automation. Insbesondere in der Servicerobotik ist eine Vielzahl von unterschiedlichen Anwendungen anzutreffen, vom Einsatz in Fabriken hin zu Büros, Krankenhäusern, Haushalten oder in der Landwirtschaft. Durch diese vielfältigen Einsatzfelder rücken insbesondere Themen der natürlichen und intuitiven Zusammenarbeit in den Vordergrund. Die Mensch-Roboter-Interaktion vereint Elemente aus den Bereichen Robotik, Informatik, Psychologie, Soziologie und Design und beschäftigt sich damit, die Kooperation mit Robotern effektiver zu gestalten. Neben der Entwicklung der Komponenten eines Robotersystems stehen dabei auch verschiedene Modalitäten der Interaktion wie verbale oder nicht-verbale Kommunikation sowie soziale Aspekte im Fokus. Die Vorlesung vermittelt einen allgemeinen Überblick über das Gebiet der Mensch-Roboter-Interaktion und vermittelt die Grundlagen zur Entwicklung von Robotersystemen, die effektiv mit Menschen interagieren können. |                                  |                                                     |
| <b>Lernziele/Kompetenzen:</b><br>Studierende lernen grundlegende Konzepte multimodaler Interaktionssysteme und deren Anwendung.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |                                  |                                                     |
| <b>Zulassungsvoraussetzung für die Belegung des Moduls:</b><br>keine                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |                                  |                                                     |
| <b>Empfohlene Vorkenntnisse:</b><br>Kenntnisse in Informatik, Kenntnisse in Mathematik und linearer Algebra, sowie Programmierkenntnisse (C++, Java). Kenntnisse in Robotik, kognitiven Systemen, maschinellem Lernen können von Vorteil sein.<br><br>Empfohlene Module: Einführung in die Robotik (MII-ROB-B)                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |                                  | <b>Besondere Bestehensvoraussetzungen:</b><br>keine |
| <b>Angebotshäufigkeit:</b> SS, jährlich                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       | <b>Empfohlenes Fachsemester:</b> | <b>Minimale Dauer des Moduls:</b><br>Semester       |

|                                                                                                                                                                                                                                                                   |                 |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------|
| <b>Lehrveranstaltungen</b>                                                                                                                                                                                                                                        |                 |
| <b>1. Mensch-Roboter-Interaktion</b><br><b>Lehrformen:</b> Übung<br><b>Sprache:</b> Deutsch<br><b>Angebotshäufigkeit:</b> SS, jährlich<br><hr/> <b>Lernziele:</b><br>In der Übung werden die Inhalte der Vorlesung vertieft und deren praktische Anwendung geübt. | <b>2,00 SWS</b> |
| <b>2. Mensch-Roboter-Interaktion</b><br><b>Lehrformen:</b> Vorlesung<br><b>Dozenten:</b> Prof. Dr. Markus Rickert<br><b>Sprache:</b> Deutsch<br><b>Angebotshäufigkeit:</b> SS, jährlich                                                                           | <b>2,00 SWS</b> |

**Prüfung**

schriftliche Prüfung (Klausur) / Prüfungsdauer: 90 Minuten

**Beschreibung:**

Die Prüfungsform (schriftlich oder mündlich) wird zu Beginn der Lehrveranstaltung bekannt gegeben.

|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |                                  |                                                           |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------|-----------------------------------------------------------|
| <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 SS21)<br>Modulverantwortliche/r: Prof. Dr. Daniela Nicklas                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |                                  |                                                           |
| <b>Inhalte:</b><br>This course covers recent trends in data management (e.g., so-called NOSQL databases) that go beyond the traditional relational data model. Such systems are designed to fulfil novel requirements (e.g., the ability to scale out or schema flexibility). They often relax requirements of traditional relational databases (e.g., consistency). In the course, we will discuss different approaches to model, manage, store, and retrieve data. |                                  |                                                           |
| <b>Lernziele/Kompetenzen:</b><br>Students understand the design goals, benefits and drawbacks of NOSQL database systems.<br>They are able to decide which database system is appropriate for a given application depending on suitable criteria.<br>They can design database structures for different NOSQL data models.<br>They understand the implementation of internal components and storage structures of selected database systems.                           |                                  |                                                           |
| <b>Zulassungsvoraussetzung für die Belegung des Moduls:</b><br>keine                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |                                  |                                                           |
| <b>Empfohlene Vorkenntnisse:</b><br>Comprehension of the relational data model, relational algebra, and SQL language, obtained e.g. from the Module MOBI-DBS-B: Datenbanksysteme; Basic programming skills in Java.                                                                                                                                                                                                                                                  |                                  | <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. Advanced Data Management</b><br><b>Lehrformen:</b> Vorlesung<br><b>Dozenten:</b> Prof. Dr. Daniela Nicklas<br><b>Sprache:</b> Englisch<br><b>Angebotshäufigkeit:</b> SS, jährlich                                                                                                                                                                                                                                                                              | <b>2,00 SWS</b> |
| <b>Inhalte:</b><br>This course covers recent trends in data management (e.g., so-called NOSQL databases) that go beyond the traditional relational data model. Such systems are designed to fulfil novel requirements (e.g., the ability to scale out or schema flexibility). They often relax requirements of traditional relational databases (e.g., consistency). In the course, we will discuss different approaches to model, manage, store, and retrieve data. |                 |
| <b>Literatur:</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |                 |



|                                                                                                                                                                                     |                 |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------|
| L. Wiese, Advanced Data Management, For SQL, NoSQL, Cloud and Distributed Databases. Berlin, Boston: De Gruyter, 2015                                                               |                 |
| <b>2. 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 | <b>2,00 SWS</b> |
| <b>Inhalte:</b><br>Practical exercises for lecture topics                                                                                                                           |                 |

|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |  |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--|
| <b>Prüfung</b><br>schriftliche Prüfung (Klausur) / Prüfungsdauer: 75 Minuten<br><b>Beschreibung:</b><br>Central written exam. The examination language is English.<br>The exam questions will be in English. The questions can be answered in English or German. The content that is relevant for the exam consists of the content presented in the lecture and in the practical assignments.<br>The exam consists of 7 tasks of which only 6 will be graded. The exam time includes a reading time of 15 minutes to select the tasks to be completed within the scope of the choices.<br>Participants who submit solutions for practical assignments can achieve bonus points. Details regarding the number of assignments, the number of bonus points per assignment, the conversion factor from bonus points to exam points (e.g., 10:1) and the type of assignments will be announced in the first practical assignment session.<br>If the points achieved in the exam are sufficient to pass the exam on its own (generally, this is the case when at least 50% of the points have been obtained), the converted bonus points will be added to the points achieved in the exam.<br>The grade 1.0 can be achieved without the bonus points. |  |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--|

|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |                                  |                                                           |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------|-----------------------------------------------------------|
| <b>Modul MOBI-DSC-M 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 WS20/21)<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: 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.                                                                          |                                  |                                                           |
| <b>Lernziele/Kompetenzen:</b><br>Understand the challenges of data stream management and complex event processing.<br>Recognize and link basic building blocks of data stream management tasks in different frameworks and systems.<br>Develop and program queries on data streams and event streams in different query languages to process data streams and detect event patterns.<br>Understand basic implementation techniques for data stream operators.<br>Understand the main security challenges and solutions in data stream management systems. |                                  |                                                           |
| <b>Zulassungsvoraussetzung für die Belegung des Moduls:</b><br>keine                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |                                  |                                                           |
| <b>Empfohlene Vorkenntnisse:</b><br>Foundations of relational databases, relational algebra and SQL; e.g. from Modul MOBI-DBS-B: Database Systems                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |                                  | <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>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> |
| <b>Lernziele:</b><br>Understand the challenges of data stream management and complex event processing.<br>Recognize and link basic building blocks of data stream management tasks in different frameworks and systems.<br>Develop and program queries on data streams and event streams in different query languages to process data streams and detect event patterns.<br>Understand basic implementation techniques for data stream operators. |                 |

Understand the main security challenges and solutions in data stream management systems.

**Inhalte:**

The management of data streams and foundations of event processing: Applications, systems, query languages, continuous query processing, and security in distributed data stream management systems.

The modul covers the following topics: 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: 15 Minuten

**Beschreibung:**

Oral exam (15 minutes) or written exam (60 minutes).

The type of exam will be announced at the beginning of the semester in the course.

The exam questions will be in English. The questions can be answered in English or German. The content that is relevant for the exam consists of the content presented in the lecture and in the practical assignments.

Participants who submit solutions for practical assignments can achieve bonus points. Details regarding the number of assignments, the number of bonus points per assignment, the conversion factor from bonus points to exam points (e.g., 10:1) and the type of assignments will be announced in the first practical assignment session.

If the exam is passed, the bonus points can lead to an improvement of the grading by up to 0.3 points.

The grade 1.0 can be achieved without any bonus points.

**Lehrveranstaltungen**

**Data Streams and Complex Event Processing**

**Lehrformen:** Übung

**Sprache:** Englisch

**Angebotshäufigkeit:** WS, jährlich

**2,00 SWS**

**Inhalte:**

siehe Vorlesung

**Prüfung**

schriftliche Prüfung (Klausur) / Prüfungsdauer: 60 Minuten

**Beschreibung:**

Oral exam (15 minutes) or written exam (60 minutes).

The type of exam will be announced at the beginning of the semester in the course.

The exam questions will be in English. The questions can be answered in English or German. The content that is relevant for the exam consists of the content presented in the lecture and in the practical assignments.

Participants who submit solutions for practical assignments can achieve bonus points. Details regarding the number of assignments, the number of bonus points per assignment, the conversion factor from bonus points to exam points (e.g., 10:1) and the type of assignments will be announced in the first practical assignment session.

If the exam is passed, the bonus points can lead to an improvement of the grading by up to 0.3 points.

The grade 1.0 can be achieved without any bonus points.

|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |                                  |                                                     |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------|-----------------------------------------------------|
| <b>Modul NLPROC-DL4NLP-M Deep Learning for Natural Language Processing</b><br><i>Deep Learning for Natural Language Processing</i>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |                                  | 6 ECTS / 180 h                                      |
| (seit SS25)<br>Modulverantwortliche/r: Prof. Dr. Roman Klinger<br>Weitere Verantwortliche: Dr. Sean Papay                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |                                  |                                                     |
| <b>Inhalte:</b><br>In this course, students will receive the fundamentals of machine learning, neural networks, and deep learning, before exploring in depth the applications of deep learning to natural language processing (NLP). We will discuss approaches and techniques such as: <ul style="list-style-type: none"> <li>• Recurrent Neural networks / LSTMs</li> <li>• Transformers</li> <li>• Autoregressive Models</li> <li>• Sequence classification</li> <li>• Sequence labeling</li> </ul> and their application to tasks such as: <ul style="list-style-type: none"> <li>• Distributional semantics and embeddings</li> <li>• Named Entity Recognition</li> <li>• Relation extraction</li> <li>• Machine translation</li> <li>• Language modeling</li> <li>• Automatic speech recognition</li> </ul> |                                  |                                                     |
| <b>Lernziele/Kompetenzen:</b><br>Students should strengthen their knowledge of deep learning models and techniques, and gain experience in applying these techniques to natural language processing. Students should gain practical experience in using python and libraries like pytorch in order to design, train, and apply deep neural networks to NLP tasks.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |                                  |                                                     |
| <b>Zulassungsvoraussetzung für die Belegung des Moduls:</b><br>Master student                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |                                  |                                                     |
| <b>Empfohlene Vorkenntnisse:</b><br>Prior knowledge of and experience with Machine Learning. Strong programming ability, preferably with python.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |                                  | <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>Deep Learning for Natural Language Processing</b><br><b>Lehrformen:</b> Seminar<br><b>Dozenten:</b> Dr. Sean Papay<br><b>Sprache:</b> Englisch<br><b>Angebotshäufigkeit:</b> SS, jährlich<br><b>Lernziele:</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |                                  | 2,00 SWS                                            |

Students should strengthen their knowledge of deep learning models and techniques, and gain experience in applying these techniques to natural language processing. Students should gain practical experience in using python and libraries like pytorch in order to design, train, and apply deep neural networks to NLP tasks.

**Inhalte:**

In this course, students will receive the fundamentals of machine learning, neural networks, and deep learning, before exploring in depth the applications of deep learning to natural language processing (NLP). We will discuss approaches and techniques such as:

- Recurrent Neural networks / LSTMs
- Transformers
- Autoregressive Models
- Sequence classification
- Sequence labeling

and their application to tasks such as:

- Distributional semantics and embeddings
- Named Entity Recognition
- Relation extraction
- Machine translation
- Language modeling
- Automatic speech recognition

**Literatur:**

Deep Learning by Ian Goodfellow and Yoshua Bengio and Aaron Courville

**Prüfung**

schriftliche Prüfung (Klausur)

|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |                                  |                                                     |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------|-----------------------------------------------------|
| <b>Modul NLProc-ANLP-M Angewandte maschinelle Sprachverarbeitung</b><br><i>Applied Natural Language Processing</i>                                                                                                                                                                                                                                                          |                                  | 6 ECTS / 180 h                                      |
| (seit WS24/25)<br>Modulverantwortliche/r: Prof. Dr. Roman Klinger                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |                                  |                                                     |
| <b>Inhalte:</b><br>The module of Applied Natural Language Processing can be filled with various specialized courses from the Chair of Fundamentals of Natural Language Processing. This includes specialized lectures and seminars. The module is worth 6 credit points. Therefore two classes of 3 credit points can be combined or one 6 credit point class can be taken. |                                  |                                                     |
| <b>Lernziele/Kompetenzen:</b><br>The student learns about recent research topics in natural language processing, learns to familiarize themselves with state of the art methods and challenges, and learns to build on knowledge from machine learning, deep learning, structured learning, computational linguistics, and semantics.                                       |                                  |                                                     |
| <b>Zulassungsvoraussetzung für die Belegung des Moduls:</b><br>keine                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |                                  |                                                     |
| <b>Empfohlene Vorkenntnisse:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Information Retrieval and Text Mining (recommended)</li> <li>• Algorithmisches Sprachverstehen (recommended)</li> <li>• Deep Learning (very helpful)</li> </ul>                                                                                                                                   |                                  | <b>Besondere Bestehensvoraussetzungen:</b><br>keine |
| <b>Angebotshäufigkeit:</b> WS, SS                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           | <b>Empfohlenes Fachsemester:</b> | <b>Minimale Dauer des Moduls:</b><br>1 Semester     |

|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |                 |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------|
| <b>Lehrveranstaltungen</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |                 |
| <b>1. Explainable AI Methods and Applications in Natural Language Processing</b><br><b>Lehrformen:</b> Seminar<br><b>Sprache:</b> Englisch<br><b>Angebotshäufigkeit:</b> WS, jährlich                                                                                                                                                                                                                                                                        | <b>2,00 SWS</b> |
| <b>Lernziele:</b><br>The course aims to examine current research directions on various topics of explainability in NLP. In particular, we will focus on explaining the inner workings of neural-networks and other models traditionally considered to be "black boxes." Participants will read and discuss research papers, learning to critically question the results presented within, identify gaps in knowledge and develop ideas for further research. |                 |
| <b>Inhalte:</b><br>Topics include <ul style="list-style-type: none"> <li>· Bias and bias detection</li> <li>· Model attribution analysis</li> <li>· Interpretability of word embeddings</li> <li>· Attention-based explainability</li> <li>· Adversarial attacks and counterfactuals</li> </ul>                                                                                                                                                              |                 |

|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |                      |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------|
| <p>· Model Debugging and Error Analysis</p> <hr/> <p><b>Literatur:</b></p> <p>Zhang, Edwin, et al. "Transcendence: Generative Models Can Outperform The Experts That Train Them." <i>arXiv preprint arXiv:2406.11741</i> (2024).</p> <p>Li, Jiaoda, Yifan Hou, and Mrinmaya Sachan Ryan Cotterell. "What Do Language Models Learn in Context? The Structured Task Hypothesis." <i>arXiv e-prints</i> (2024): arXiv-2406.</p> <p>Goldfarb-Tarrant, Seraphina, et al. "Bias beyond English: Counterfactual tests for bias in sentiment analysis in four languages." <i>arXiv preprint arXiv:2305.11673</i> (2023).</p> <p>Marco Ribeiro, Sameer Singh, and Carlos Guestrin. 2016. "Why Should I Trust You?": Explaining the Predictions of Any Classifier. In Proceedings of the 2016 Conference of the North American Chapter of the Association for Computational Linguistics: Demonstrations, pages 97–101, San Diego, California. Association for Computational Linguistics.</p> |                      |
| <p><b>2. Multi-Modal Language Technology</b></p> <p><b>Lehrformen:</b> Seminar</p> <p><b>Sprache:</b> Englisch</p> <p><b>Angebotshäufigkeit:</b> WS, jährlich</p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  | 2,00 SWS             |
| <p><b>3. Argument Mining</b></p> <p><b>Lehrformen:</b> Seminar</p> <p><b>Sprache:</b> Englisch</p> <p><b>Angebotshäufigkeit:</b> WS, jährlich</p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  | 2,00 SWS             |
| <p><b>4. Large Language Models for Natural Language Understanding</b></p> <p><b>Lehrformen:</b> Seminar</p> <p><b>Sprache:</b> Englisch</p> <p><b>Angebotshäufigkeit:</b> WS, jährlich</p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         | 2,00 SWS             |
| <p><b>5. Emotion Analysis</b></p> <p><b>Lehrformen:</b> Vorlesung und Übung</p> <p><b>Dozenten:</b> Prof. Dr. Roman Klinger</p> <p><b>Sprache:</b> Englisch</p> <p><b>Angebotshäufigkeit:</b> SS, jährlich</p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     | 2,00 SWS<br>3.0 ECTS |
| <p><b>Lernziele:</b></p> <p>This class discusses the fundamentals of emotion theories in psychology and how they can be used for computational modeling, such that computers can interpret emotions in text.</p> <p>The content is:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Emotion theories</li> <li>• Appraisal theories</li> <li>• Lexicons and applications of emotion analysis</li> <li>• Machine and deep learning for emotion analysis</li> <li>• Event interpretation</li> <li>• Structured analyses of emotions</li> </ul>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |                      |



|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |                                    |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------|
| <b>6. Emotion Analysis Project</b><br><b>Lehrformen:</b> Projekt<br><b>Dozenten:</b> Prof. Dr. Roman Klinger<br><b>Sprache:</b> Englisch/Deutsch<br><b>Angebotshäufigkeit:</b> WS, SS                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            | <b>2,00 SWS</b><br><b>3.0 ECTS</b> |
| <b>Lernziele:</b><br>The student learns to apply emotion analysis methods to new tasks and domains.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |                                    |
| <b>Inhalte:</b><br>This course extends the Emotion Analysis lecture of 3 credit points to a course of 6 credit points can only be taken together with the lecture. This is not a standard "project" course but an extension of the emotion analysis lecture which can not be taken without the lecture.                                                                                                                                                                                                                                                                          |                                    |
| <b>Prüfung</b><br>Referat mit schriftl. Hausarbeit                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |                                    |
| <b>Beschreibung:</b><br>This module can be filled with either a specialized lecture (3 ECTS) together with a short additional project (another 3 ECTS) or with a seminar; or two seminars (each 3 ECTS). Depending on the class type, the exam will take on a different modality. Typically, for seminars it is a presentation and a written paper ("Referat + Hausarbeit") while for the emotion analysis course it is Hausarbeit + Colloquium. Other future classes might decide on a different modality. Students will be informed in the first week of a lecture about that. |                                    |

|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |                                  |                                                     |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------|-----------------------------------------------------|
| <b>Modul NLProc-ILT-M Impact of Language Technology</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |                                  | 6 ECTS / 180 h                                      |
| <i>Impact of Language Technology</i>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |                                  |                                                     |
| (seit WS24/25)                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |                                  |                                                     |
| Modulverantwortliche/r: Prof. Dr. Roman Klinger                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |                                  |                                                     |
| <b>Inhalte:</b><br>Topics include <ul style="list-style-type: none"> <li>• Value Sensitive Design,</li> <li>• Bias and Discrimination,</li> <li>• Intersectionality,</li> <li>• Emergent Bias in Translation Technologies,</li> <li>• Content Moderation and Toxicity Detection,</li> <li>• Documentation and Transparency,</li> <li>• Science Communication,</li> <li>• Privacy</li> </ul>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |                                  |                                                     |
| <b>Lernziele/Kompetenzen:</b><br>This course aims to deepen our understanding of the ethical issues associated with deploying NLP technology. We will explore how to identify those likely to be affected by the technology (both direct and indirect stakeholders), assess the risks involved, and design systems that better align with stakeholder values.<br>Through discussions of readings from the expanding body of research on fairness, accountability, transparency, and ethics in NLP and related fields, as well as value-sensitive design, we will address the following questions:<br>- What specific harms can arise from the use of NLP systems?<br>- How can we fix, prevent, or mitigate these harms?<br>- What responsibilities do we have as NLP researchers and developers in this context? |                                  |                                                     |
| <b>Zulassungsvoraussetzung für die Belegung des Moduls:</b><br>keine                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |                                  |                                                     |
| <b>Empfohlene Vorkenntnisse:</b><br>Required is an understanding of machine learning techniques and mechanisms, knowledge of NLP is a plus but not required                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |                                  | <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>Societal Impact of Language Technology</b><br><b>Lehrformen:</b> Vorlesung und Übung<br><b>Sprache:</b> Englisch<br><b>Angebotshäufigkeit:</b> WS, jährlich                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |                                  | <b>4,00 SWS</b>                                     |
| <b>Lernziele:</b><br>This course aims to deepen our understanding of the ethical issues associated with deploying NLP technology. We will explore how to identify those likely to be affected by the technology (both direct and indirect stakeholders), assess the risks involved, and design systems that better align with stakeholder values.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |                                  |                                                     |

Through discussions of readings from the expanding body of research on fairness, accountability, transparency, and ethics in NLP and related fields, as well as value-sensitive design, we will address the following questions:

- What specific harms can arise from the use of NLP systems?
- How can we fix, prevent, or mitigate these harms?
- What responsibilities do we have as NLP researchers and developers in this context?

#### **Inhalte:**

Topics include

- Value Sensitive Design,
- Bias and Discrimination,
- Intersectionality,
- Emergent Bias in Translation Technologies,
- Content Moderation and Toxicity Detection,
- Documentation and Transparency,
- Science Communication,
- Privacy

#### **Literatur:**

A variety of different sources from current research are used. Among them: Birhane, A. 2021. The Impossibility of Automating Ambiguity. *Artificial Life*, 27(1):44-61.

Lewis, J.E. et al, 2020. Indigenous Protocol and Artificial Intelligence

Friedman, B. (1996). Value-sensitive design. *ACM Interactions*, 3 (6), 17-23.

Leidner, J. L., & Plachouras, V. (2017). Ethical by design: Ethics best practices for natural language processing. In *Proceedings of the first ACL workshop on ethics in natural language processing* (pp. 30-40). Valencia, Spain: Association for Computational Linguistics

#### **Prüfung**

schriftliche Prüfung (Klausur) / Prüfungsdauer: 60 Minuten

|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |                                  |                                                     |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------|-----------------------------------------------------|
| <b>Modul NLProc-PGM4NLP-M Probabilistic Graphical Models for Natural Language Processing</b><br><i>Probabilistic Graphical Models for Natural Language Processing</i>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |                                  | 6 ECTS / 180 h                                      |
| (seit WS24/25)<br>Modulverantwortliche/r: Prof. Dr. Roman Klinger                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |                                  |                                                     |
| <b>Inhalte:</b><br>The course will provide an introduction to probabilistic graphical models, through the lens of natural language processing. Some topics covered will include <ul style="list-style-type: none"> <li>• Directed graphical models / Bayesian networks</li> <li>• Undirected graphical models / Markov random fields</li> <li>• Conditional random fields</li> <li>• Causal modeling</li> <li>• Structured prediction with graphical models</li> <li>• Inference and sampling from graphical models</li> <li>• Training methods for graphical models</li> <li>• Neural graphical models.</li> </ul> |                                  |                                                     |
| <b>Lernziele/Kompetenzen:</b><br>The goal of this course is to provide an introduction to probabilistic graphical models, and their use in natural language processing. We will start with formalisms for directed and undirected graphical models, before branching out into more specific applications for specific task domains in natural language processing. Students should leave with a basic understanding of how probabilistic graphical models work, and how they can be applied to tasks within natural language processing.                                                                            |                                  |                                                     |
| <b>Zulassungsvoraussetzung für die Belegung des Moduls:</b><br>keine                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |                                  |                                                     |
| <b>Empfohlene Vorkenntnisse:</b><br>Students should have prior experience with probability theory, statistics, or machine learning. Prior experience of natural language processing might be helpful, but is not required.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |                                  | <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>Probabilistic Graphical Models for Natural Language Processing</b><br><b>Lehrformen:</b> Vorlesung und Übung<br><b>Sprache:</b> Englisch<br><b>Angebotshäufigkeit:</b> WS, jährlich                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       | <b>4,00 SWS</b> |
| <b>Lernziele:</b><br>The goal of this course is to provide an introduction to probabilistic graphical models, and their use in natural language processing. We will start with formalisms for directed and undirected graphical models, before branching out into more specific applications for specific task domains in natural language processing. Students should leave with a basic understanding of how probabilistic graphical models work, and how they can be applied to tasks within natural language processing. |                 |

**Inhalte:**

The course will provide an introduction to probabilistic graphical models, through the lens of natural language processing. Some topics covered will include

- Directed graphical models / Bayesian networks
- Undirected graphical models / Markov random fields
- Conditional random fields
- Causal modeling
- Structured prediction with graphical models
- Inference and sampling from graphical models
- Training methods for graphical models
- Neural graphical models.

**Literatur:**

Klinger, R., & Tomanek, K. (2007). *Classical probabilistic models and conditional random fields*. TU, Algorithm Engineering.

Lafferty, J., McCallum, A., & Pereira, F. (2001, June). Conditional random fields: Probabilistic models for segmenting and labeling sequence data. In *Icml* (Vol. 1, No. 2, p. 3).

Goodfellow, I., Bengio, Y., & Courville, A. (2016). *Deep learning*. MIT press.

**Prüfung**

schriftliche Prüfung (Klausur) / Prüfungsdauer: 60 Minuten

|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |                                                             |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------|
| <b>Modul PSI-AdvaSP-M Advanced Security and Privacy</b><br><i>Advanced Security and Privacy</i>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                | 6 ECTS / 180 h<br>45 h Präsenzzeit<br>135 h Selbststudium   |
| (seit SS25)<br>Modulverantwortliche/r: Prof. Dr. Dominik Herrmann                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |                                                             |
| <p><b>Inhalte:</b></p> <p>Information security and privacy are relevant in almost all information systems today. Many real-world use cases have complex security and privacy requirements involving multiple parties. Often there are multiple stakeholders with different, sometimes even contradictory interests. For instance, some use cases call for a solution that allows a service provider to process sensitive data without learning its content. In other cases it is not the content but some meta information such as location and usage intensity that has to be protected. And then there are scenarios where seemingly harmless pieces of data can be used to disclose or infer very personal pieces of information about an individual.</p> <p>This module covers advanced techniques for information security and privacy that can be used to satisfy the complex requirements of practical systems. It builds upon the basic concepts in information security that are introduced in the module "Introduction to Security and Privacy" (PSI-IntroSP-B).</p> |                                                             |
| <p><b>Lernziele/Kompetenzen:</b></p> <p>This module is designed to bring students towards the research boundaries in the field of security and privacy technologies by covering a selection of contemporary topics in depth. The focus of the module is on technical safeguards that can be used by system designers and users to enforce properties such as confidentiality and integrity. Moreover, sophisticated attacks on security and privacy are explained.</p> <p>Successful students will be able to explain attack strategies and defenses discussed in recent research papers. They will also be able to analyze whether a particular attack or defense is relevant in a specific scenario. Finally, they will be able to implement selected attacks and defenses with a programming language of their choice.</p>                                                                                                                                                                                                                                                  |                                                             |
| <p><b>Sonstige Informationen:</b></p> <p>This module is taught in English. It consists of a lecture and tutorials. During the course of the tutorials there will be theoretical and practical assignments (task sheets). Assignments and exam questions can be answered in English or German.</p> <p>Lecture and tutorials are partially taught in form of a paper reading class. Participants are expected to read the provided literature in advance and participate in the discussions.</p> <p>Workload breakdown:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Lecture: 22.5 hours (2 hours per week)</li> <li>• Tutorials: 22.5 hours (2 hours per week)</li> <li>• Preparation and studying during the semester: 30 hours</li> <li>• Assignments: 67.5 hours</li> <li>• Preparation for the exam (including the exam itself): 37.5 hours</li> </ul>                                                                                                                                                                                                                      |                                                             |
| <p><b>Zulassungsvoraussetzung für die Belegung des Moduls:</b><br/>keine</p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |                                                             |
| <p><b>Empfohlene Vorkenntnisse:</b></p> <p>Participants should be familiar with basic concepts in information security and privacy, which can be acquired, for instance, by taking the module "Introduction to Security and Privacy" (PSI-IntroSP-B).</p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      | <p><b>Besondere Bestehensvoraussetzungen:</b><br/>keine</p> |

This includes basic knowledge about the commonly used security terminology, common types of malware and attacks, buffer overflows and related attacks, cryptography, network security, web security, and concepts of privacy. Moreover, participants should have practical experience with at least one scripting or programming language such as Python or Java.

Modul Introduction to Security and Privacy (PSI-IntroSP-B) - empfohlen

**Angebotshäufigkeit:** SS, jährlich

**Empfohlenes Fachsemester:**

**Minimale Dauer des Moduls:**  
1 Semester

## Lehrveranstaltungen

### 1. Advanced Security and Privacy

**Lehrformen:** Vorlesung

**Sprache:** Englisch/Deutsch

**Angebotshäufigkeit:** SS, jährlich

#### Lernziele:

cf. module description

#### Inhalte:

Selected topics:

- Authentication techniques
- Privacy on the web (e.g., online tracking)
- Privacy enhancing technologies (e.g., Tor)
- Security and privacy aspects of e-mail
- Usability aspects in security and privacy
- Ethical aspects information security
- Advanced techniques in software security (e.g., symbolic execution)
- Advanced cryptographic building blocks
- Other current topics in privacy and security

Some parts of the lecture are aligned with current events and recently published research. The selected topics are therefore subject to change.

#### Literatur:

Selected books:

- R. Anderson: Security Engineering
- A. Shostack: Threat Modelling
- J.-P. Aumasson: Serious Cryptography
- W. Stallings: Computer Security: Principles and Practice
- B. Schneier et al.: Cryptography Engineering
- J. Erickson: Hacking: The Art of Exploitation
- J. Katz & Y. Lindell: Introduction to Modern Cryptography
- L. Cranor & S. Garfinkel: Security and Usability

**2,00 SWS**

### 2. Tutorials for Advanced Security and Privacy

**Lehrformen:** Übung

**Sprache:** Englisch/Deutsch

**2,00 SWS**

**Angebotshäufigkeit:** SS, jährlich

**Prüfung**

schriftliche Prüfung (E-Prüfung) / Prüfungsdauer: 110 Minuten

**Beschreibung:**

The exam time includes a reading time of 20 minutes.

The content that is relevant for the exam consists of the content presented in the lecture and tutorials (including the assignments) as well as the content of the discussed papers. The maximum number of points that can be achieved in the exam is 100.

Participants that solve assignments can collect bonus points. Details regarding the total number of bonus points, the number of assignments, the number of points per assignment, and the type of assignments will be announced in the first lecture.

If the points achieved in the exam are sufficient to pass the exam on its own (generally, this is the case when at least 50 points have been obtained), the bonus points will be added to the points achieved in the exam. The grade 1.0 can be achieved without the bonus points.



|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |                |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------|
| <b>Modul PSI-DiffPriv-M Introduction to Differential Privacy</b><br><i>Introduction to Differential Privacy</i>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      | 6 ECTS / 180 h |
| <p>(seit WS23/24)</p> <p>Modulverantwortliche/r: Prof. Dr. Dominik Herrmann<br/>         Weitere Verantwortliche: Graf, Christian Alexander</p> <p><b>Inhalte:</b></p> <p>The protection of personal data is an organizational as well as a technical challenge. Privacy-by-design is a reasonable requirement that is anything but easy to implement. This is especially true if a system deals with data that is meant to be published. What is more, a mathematically meaningful definition of privacy has only been available for less than a decade.</p> <p>The lecture addresses different concepts and approaches for de-identification and attacks on privacy of published datasets. Its focus is on bringing you an in-depth understanding of differential privacy. Theoretical foundations, concepts and examples of state-of-the-art algorithms are introduced and explored in greater depth by means of practical exercises.</p> <p>Contents:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Fundamental concepts of Data Privacy (8h)             <ul style="list-style-type: none"> <li>• Outline of topic and its impact on society and economy</li> <li>• A short history of data privacy</li> <li>• Privacy by design and privacy frameworks</li> <li>• Attacker models and attack patterns</li> <li>• Different approaches to define privacy and their downsides</li> <li>• Motivation and conceptual idea of Differential Privacy</li> </ul> </li> <li>2. Mathematical Foundations (20h)             <ul style="list-style-type: none"> <li>• a review of important concepts from analysis, stochastic and statistics</li> <li>• properties of important distributions, e.g. Gauss-, Exponential- and Laplace-distribution</li> <li>• some useful theorems</li> </ul> </li> <li>3. An overview over common methods used in statistical disclosure control (10h)             <ul style="list-style-type: none"> <li>• common methods used for de-identification and approaches to define privacy in depth</li> <li>• common methods used for disclosure risk estimation and determination of data utility</li> </ul> </li> <li>4. Algorithmic foundations of Differential Privacy (16h)             <ul style="list-style-type: none"> <li>• generalized data base models</li> <li>• randomized algorithms</li> <li>• mathematical definition and properties of differential privacy</li> <li>• measuring privacy-loss and utility</li> <li>• post processing immunity of dp-methods</li> <li>• alternative dp definitions</li> </ul> </li> <li>5. Different approaches to achieve Differential Privacy (10h)</li> </ol> <p>For instance:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• DIP (distribution invariant differential privacy)</li> </ul> |                |

|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |                                  |                                                     |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------|-----------------------------------------------------|
| <ul style="list-style-type: none"> <li>• GAN-approaches</li> <li>• Existing Software frameworks for de-identification</li> </ul>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |                                  |                                                     |
| <b>Lernziele/Kompetenzen:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• understand and apply de-identification approaches and attacks on privacy</li> <li>• understand and apply fundamental stochastic and statistical methods used in statistical disclosure control</li> <li>• understand the mathematical concepts of differential privacy following Dwork et. al.</li> <li>• apply examples for dp-algorithms in example scenarios</li> <li>• know different approaches towards differential privacy</li> </ul> |                                  |                                                     |
| <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>Semester       |

|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |                 |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------|
| <b>Lehrveranstaltungen</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |                 |
| <b>Lecture and Tutorial</b><br><b>Lehrformen:</b> Vorlesung und Übung<br><b>Sprache:</b> Englisch<br><b>Angebotshäufigkeit:</b> WS, jährlich                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           | <b>4,00 SWS</b> |
| <b>Inhalte:</b><br>see module description                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |                 |
| <b>Literatur:</b><br>Provisional recommended literature: <ul style="list-style-type: none"> <li>• Claire McKay Bowen: Protecting Your Privacy in a Data-Driven World</li> <li>• Dwork, Roth: The Algorithmic Foundations of Differential Privacy, Foundations and Trends in</li> <li>• Theoretical Computer Science Vol. 9, Nos. 3–4 (2013)</li> <li>• SPECIAL ISSUE: A New Generation of Statisticians Tackles Data Privacy, CHANCE Magazine, 33:4, 2020.</li> </ul> Literature on probability theory and statistics: <ul style="list-style-type: none"> <li>• Ludwig Fahrmeier, Rita Künstler, Iris Pigeot, Gerhard Tutz, Statistik - Der Weg zur Datenanalyse, 8. Auflage, Springer, 2016.</li> <li>• William Feller, An Introduction to Probability Theory and Its Applications Vol.I, 3.Auflage, John Wiley &amp; Sons, 1968.</li> <li>• David J.C. MacKay: Information Theory, Inference, and Learning Algorithms., Cambridge University Press, 2003.</li> </ul> |                 |
|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |                 |

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

|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |                                  |                                                     |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------|-----------------------------------------------------|
| <b>Modul SWT-ASV-M Applied Software Verification</b><br><i>Applied Software Verification</i>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |                                  | 6 ECTS / 180 h                                      |
| (seit WS24/25)<br>Modulverantwortliche/r: Prof. Dr. Gerald Lüttgen                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |                                  |                                                     |
| <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.                                                                                                                                                                                                                                        |                                  |                                                     |
| <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.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |                                  |                                                     |
| <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.<br><br>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. 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> |                                  |                                                     |
| <b>Zulassungsvoraussetzung für die Belegung des Moduls:</b><br>keine                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |                                  |                                                     |
| <b>Empfohlene Vorkenntnisse:</b><br>Basic knowledge in algorithms and data structures, mathematical logic and theoretical computer science.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |                                  | <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. Applied Software Verification</b><br><b>Lehrformen:</b> Vorlesung<br><b>Dozenten:</b> Prof. Dr. Gerald Lüttgen<br><b>Sprache:</b> Englisch<br><b>Angebotshäufigkeit:</b> SS, jährlich                                                                                                                                              | <b>2,00 SWS</b> |
| <b>Inhalte:</b><br>The lectures (Vorlesungen) will address the following topics in automated software verification: (i) state machines, linear-time properties and algorithms for state space exploration; (ii) LTL model checking; (iii) SAT solving and bounded model checking; (iv) decision procedures and SMT solving; (v) software |                 |

model checking; (vi) predicate abstraction. In addition, state-of-the-art software verification tools will be introduced.

**Literatur:**

- Baier, C., Katoen, J.-P. Principles of Model Checking. MIT Press, 2008.
- Biere, A., Heule, M., Van Maaren, H., Walsh, T. Handbook of Satisfiability. IOS Press, 2009.
- Clarke, E., Grumberg, O., Kroening, D., Peled, D. and Veith, H. Model Checking. 3rd. ed. MIT Press, 2018.
- Huth, M. and Ryan, M. Logic in Computer Science. 2nd ed. Cambridge University Press, 2004.
- Kroening, D. and Strichman, O. Decision Procedures: An Algorithmic Point of View. Springer, 2008.

**2. Applied Software Verification**

**Lehrformen:** Übung

**Dozenten:** Mitarbeiter Praktische Informatik, insbesondere Softwaretechnik und Programmiersprachen

**Sprache:** Englisch

**Angebotshäufigkeit:** SS, jährlich

**Inhalte:**

Students will practice the various theoretical and practical concepts taught in the lectures (Vorlesungen) by applying them to solve verification problems using 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).

**Literatur:**

- see the corresponding lectures -

**2,00 SWS**

**Prüfung**

Hausarbeit mit Kolloquium / Prüfungsdauer: 20 Minuten

Bearbeitungsfrist: 3 Wochen

**Beschreibung:**

Assignment (Hausarbeit) consisting of questions that practice, review and deepen the knowledge transferred in the lectures and practicals (Vorlesungen und Übungen).

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).

|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |                                                            |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------|
| <b>Modul SYSNAP-OSE-M Operating Systems Engineering</b><br><i>Operating Systems Engineering</i>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          | 6 ECTS / 180 h                                             |
| (seit WS24/25)<br>Modulverantwortliche/r: Prof. Dr. Michael Engel                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |                                                            |
| <p><b>Inhalte:</b></p> <p>Operating systems and related system software such as hypervisors form the basis of today's computer systems. The design and implementation of the core parts of system software can have significant impact not only on the performance of a computer system, but also on other aspects such as safety, security, and energy efficiency. Thus, the design and implementation of operating systems is a highly relevant topic for students working in all areas of computer science, from small embedded systems to large virtualized Cloud infrastructures.</p> <p>This module concentrates on the central part ("kernel") of an operating system, i.e. the part of the system running in a privileged processor mode that interacts directly with hardware. Based on seminal publications, students will investigate different architectures of kernels, such as monolithic, micro- and exokernels, hypervisors and also unikernels. Mechanisms and policies of operating systems will be analyzed with respect to their functional as well as non-functional properties. The analysis of mechanisms dependent on a specific processor architecture will be explained using the modern and open RISC-V processor architecture.</p> <p>A central part of this module will consist of code reading and the development of pieces of code for a small operating system. Different aspects of operating system functionality will be demonstrated through existing code. Constraints of, extension possibilities for, as well as alternative approaches to implement a given functionality will be discussed; this discussion will then form the basis for the implementation of a given feature in the practical exercises. An example for this is the discussion of file systems; here, features of a given traditional inode-based file system will be discussed and analyzed and alternative implementations, such as log-structured file systems, will be investigated and implemented in a basic form.</p> |                                                            |
| <p><b>Lernziele/Kompetenzen:</b></p> <p>The module is designed to enable students to not only understand the internals of operating systems, but also learn about different aspects of their implementation and the interaction between hardware and software. Starting from a thorough analysis of the internals of modern operating systems, this module will continue to present and discuss novel and non-traditional approaches to operating systems in the second half of the semester.</p> <p>Successful students will be able to understand design and implementation aspects of system software as well as to comprehend and critically analyze proposed new approaches from the literature. They will also be able to understand the structure of and extend a given operating system code base with new functionality and test as well as evaluate functional and non-functional properties of the implementation. By writing system-level code running directly on hardware (or a hardware emulator), students will also be able to gain a better understanding of the operation of hardware and its interaction with software.</p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |                                                            |
| <p><b>Zulassungsvoraussetzung für die Belegung des Moduls:</b></p> <p>keine</p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |                                                            |
| <p><b>Empfohlene Vorkenntnisse:</b></p> <p>Participants should be familiar with basic concepts of operating systems and computer architecture, e.g. as acquired by</p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   | <p><b>Besondere Bestehensvoraussetzungen:</b></p> <p>-</p> |

|                                                                                                                                                                                                                                             |                                  |                                                 |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------|-------------------------------------------------|
| taking the module "Grundlagen der Rechnerarchitektur und Betriebssysteme" (Inf-GRABS-B). In addition, knowledge of C programming, debugging using gdb, using the Unix command line, and software construction tools (e.g. make) are useful. |                                  |                                                 |
| <b>Angebotshäufigkeit:</b> SS, jährlich                                                                                                                                                                                                     | <b>Empfohlenes Fachsemester:</b> | <b>Minimale Dauer des Moduls:</b><br>1 Semester |

|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |                 |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------|
| <b>Lehrveranstaltungen</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |                 |
| <b>1. Operating Systems Engineering</b><br><b>Lehrformen:</b> Vorlesung<br><b>Dozenten:</b> Prof. Dr. Michael Engel<br><b>Sprache:</b> Deutsch/Englisch<br><b>Angebotshäufigkeit:</b> SS, jährlich                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 | <b>2,00 SWS</b> |
| <b>Lernziele:</b><br>cf. module description                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |                 |
| <b>Inhalte:</b><br>cf. module description                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |                 |
| <b>Literatur:</b> <ul style="list-style-type: none"><li>• Russ Cox, Frans Kaashoek and Robert Morris, "xv6: a simple, Unix-like teaching operating system", MIT PDOS group 2020, <a href="https://pdos.csail.mit.edu/6.S081/2020/xv6/book-riscv-rev1.pdf">https://pdos.csail.mit.edu/6.S081/2020/xv6/book-riscv-rev1.pdf</a></li><li>• Zhao Jiong, "A Heavily Commented Linux Source code", <a href="http://www.oldlinux.org/download/ECLK-5.0-WithCover.pdf">http://www.oldlinux.org/download/ECLK-5.0-WithCover.pdf</a></li><li>• Marshall Kirk McKusick et al., "The Design and Implementation of the 4.4 BSD Operating System", Addison-Wesley 1996, ISBN-13: 978-0132317924</li><li>• Uresh Vahalia, "Unix: the New Frontiers", Pearson 1996, ISBN-13: 978-0131019089</li><li>• John Lions, "Commentary on the 6th Edition Unix System", 1977, <a href="https://warsus.github.io/lions-/">https://warsus.github.io/lions-/</a></li><li>• David Patterson and Andrew Waterman, "The RISC-V Reader: An Open Architecture Atlas", Strawberry Canyon 2017, ISBN-13: 978-0999249116\$</li><li>• Andrew Waterman, Krste Asanovic and John Hauser (eds.), "The RISC-V Instruction Set Manual Volume II: Privileged Architecture", Document Version 20211203, <a href="https://github.com/riscv/riscv-isa-manual/releases/download/Priv-v1.12/riscv-privileged-20211203.pdf">https://github.com/riscv/riscv-isa-manual/releases/download/Priv-v1.12/riscv-privileged-20211203.pdf</a></li></ul> <p>In addition, selected papers will be provided.</p> |                 |
| <b>2. Operating Systems Engineering</b><br><b>Lehrformen:</b> Praktikum, Übung<br><b>Dozenten:</b> Prof. Dr. Michael Engel<br><b>Sprache:</b> Deutsch/Englisch<br><b>Angebotshäufigkeit:</b> SS, jährlich                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |                 |
| <b>Lernziele:</b><br>cf. module description                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |                 |
| <b>Inhalte:</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |                 |

|                        |  |
|------------------------|--|
| cf. module description |  |
|------------------------|--|

**Prüfung**

Hausarbeit mit Kolloquium / Prüfungsdauer: 30 Minuten

Bearbeitungsfrist: 3 Monate

**Beschreibung:**

Oral examination concerning the topics discussed in the lecture, exercises and assignment. Students may choose English or German as the language for the oral examination. Examinations will take place at the end of the summer term or at the begin of the winter term (students may choose one of them).

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

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

|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |                                  |                                                     |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------|-----------------------------------------------------|
| <b>Modul SYSNAP-PMAP-M Processor Microarchitecture and Performance</b><br><i>Processor Microarchitecture and Performance</i>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |                                  | 6 ECTS / 180 h                                      |
| Modulverantwortliche/r: Prof. Dr. Michael Engel<br>Weitere Verantwortliche: Werner Haas                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |                                  |                                                     |
| <b>Inhalte:</b><br>Modern computer systems include high-performance processors which enable computationally demanding applications such as video and audio processing, handling of big data amounts or deep neural networks. Exploiting this performance potential for modern applications, however, is difficult, since increased performance levels could only be achieved by introducing additional complexity into the architecture of computer systems – for example, multiprocessor and multicore systems, multi-level memory hierarchies, and memory models with relaxed consistency.<br>This course gives an insight into architectural details of modern processor architecture and their impact on non-functional properties. Whereas performance is the central topic of the course, additional non-functional properties such as energy consumption and security will be discussed. In addition to gaining theoretical insight into modern features of processor and system architecture, the course also discusses the interaction of software and hardware and how to optimize software for given architectural features. |                                  |                                                     |
| <b>Lernziele/Kompetenzen:</b><br>The module is designed to enable students to not only understand the internals of modern microprocessors and computer systems, but also learn about the non-functional properties involved and how the interaction between hardware and software relates to these. Starting with an overview of contemporary processors, this module will present and discuss different performance-improving aspects of processor architectures and their impact on software.<br><br>Successful students will develop an understanding of modern processor architectures and the related systems as well as the resulting non-functional properties. They can comprehend and critically analyze existing and proposed new approaches from the literature. By writing code and analyzing the impact of different architectural features on the software, students will be able to gain a better understanding of the operation of hardware and its interaction with software and be able to optimize software for a given architecture and memory hierarchy.                                                           |                                  |                                                     |
| <b>Zulassungsvoraussetzung für die Belegung des Moduls:</b><br>verpflichtende Nachweise de                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |                                  |                                                     |
| <b>Empfohlene Vorkenntnisse:</b><br>Fundamentals of computer architecture and operating systems, e.g. module PSI-EiRBS-B<br><br>Operating Systems Engineering (SYSNAP-OSE-M) and/or<br>Virtualization (SYSNAP-Virt-M)                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |                                  | <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. Lecture Processor Microarchitecture and Performance</b><br><b>Lehrformen:</b> Vorlesung<br><b>Dozenten:</b> Prof. Dr. Michael Engel                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |                                  | <b>2,00 SWS</b>                                     |



|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |          |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------|
| <p><b>Sprache:</b> Englisch/Deutsch</p> <p><b>Angebotshäufigkeit:</b> SS, jährlich</p> <hr/> <p><b>Lernziele:</b><br/>cf. module description</p> <hr/> <p><b>Inhalte:</b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1 Intro/Recap: stored program arch, ISA, abstraction, iron law of performance</li> <li>2 Simple pipelining: pipeline hazards, superscalar processing, exception handling</li> <li>3 Caches: direct mapped, set/fully associative, memory hierarchy</li> <li>4 Virtual memory: segmentation, paging, TLB, aliases/synonyms, VP/PP caches</li> <li>5/6 Out of order execution <ul style="list-style-type: none"> <li>– register renaming, Tomasulo algorithm</li> <li>– memory disambiguation, load/store queues</li> </ul> </li> <li>7/8 Branch prediction <ul style="list-style-type: none"> <li>– branch history</li> <li>– branch targets</li> </ul> </li> <li>9 Symmetric multiprocessing: sequential consistency, cache coherence protocols</li> <li>10 Virtualisation: processor modes, sensitive instructions, multi-level translation</li> <li>11 Side channels: cache state, timing sources, resource contention</li> <li>12 Transient execution attacks: Meltdown, Spectre, Retpoline</li> </ol> <hr/> <p><b>Literatur:</b><br/> John L. Hennessy, David A. Patterson<br/> Computer Architecture: A Quantitative Approach<br/> Morgan Kaufmann, 6th Edition 2017<br/> ISBN-13: 978-0128119051<br/> John Paul Shen, Mikko H. Lipasti<br/> Modern Processor Design: Fundamentals of Superscalar Processors<br/> Waveland Pr Inc, Reprint Edition 2013<br/> ISBN-13: 978-1478607830</p> |          |
| <p><b>2. Exercises Processor Microarchitecture and Performance</b></p> <p><b>Lehrformen:</b> Übung/Tutorium</p> <p><b>Dozenten:</b> Prof. Dr. Michael Engel</p> <p><b>Sprache:</b> Englisch/Deutsch</p> <p><b>Angebotshäufigkeit:</b> SS, jährlich</p> <hr/> <p><b>Lernziele:</b><br/>cf. module description</p> <hr/> <p><b>Inhalte:</b><br/>cf. module description</p> <hr/> <p><b>Literatur:</b><br/>cf. module description</p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 | 2,00 SWS |
| <p><b>Prüfung</b><br/>Portfolio / Bearbeitungsfrist: 3 Monate</p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |          |

|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |                                  |                                                 |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------|-------------------------------------------------|
| <b>Modul SYSNAP-Virt-M Virtualisierung</b><br><i>Virtualization</i>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |                                  | 6 ECTS / 180 h                                  |
| (seit WS24/25)<br>Modulverantwortliche/r: Prof. Dr. Michael Engel                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |                                  |                                                 |
| <b>Inhalte:</b><br>Virtualization is the basis of a significant part of the Internet infrastructure today. It is used in different contexts such as system-level virtualization for co-hosting virtual machines in Cloud infrastructures or just-in-time translation of JavaScript code in web applications.<br>This module discusses virtualization technologies on all layers of the hardware/software stack, from system-level virtualization to virtual machines for high-level languages. Based on publications and real-world code examples, students will investigate different architectures of virtual machines. The design and implementation of virtualization technologies will be analyzed through the investigation of real-world open-source code examples for common hardware, such as x86, ARM and RISC-V.                                        |                                  |                                                 |
| <b>Lernziele/Kompetenzen:</b><br>The module is designed to enable students to understand the different approaches to virtualization and learn details about their design and implementation. Students will learn to analyze the advantages and disadvantages of virtualization on different layers of a computer system and will gain experience in isolation and security properties of virtualized systems.<br>Successful students will be able to understand design and implementation aspects of different virtualization approaches as well as to comprehend and critically analyze proposed new approaches from the literature. They will also be able to understand the structure of and extend a given virtualization system code base with new functionality and test as well as evaluate functional and non-functional properties of the implementation. |                                  |                                                 |
| <b>Zulassungsvoraussetzung für die Belegung des Moduls:</b><br>keine                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |                                  |                                                 |
| <b>Empfohlene Vorkenntnisse:</b><br>Participants should be familiar with basic concepts of operating systems and computer architecture, e.g. as acquired by taking the module "Grundlagen der Rechnerarchitektur und Betriebssysteme" (Inf-GRABS-B). In addition, knowledge of C programming, debugging using gdb, using the Unix command line, and software construction tools (e.g. make) are useful.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |                                  | <b>Besondere Bestehensvoraussetzungen:</b><br>- |
| <b>Angebotshäufigkeit:</b> WS, jährlich                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            | <b>Empfohlenes Fachsemester:</b> | <b>Minimale Dauer des Moduls:</b><br>1 Semester |

|                                                                                                                                                                                      |                 |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------|
| <b>Lehrveranstaltungen</b>                                                                                                                                                           |                 |
| <b>1. Virtualisierung</b><br><b>Lehrformen:</b> Vorlesung<br><b>Dozenten:</b> Prof. Dr. Michael Engel<br><b>Sprache:</b> Deutsch/Englisch<br><b>Angebotshäufigkeit:</b> WS, jährlich | <b>2,00 SWS</b> |
| <b>Lernziele:</b><br>c.f. module description                                                                                                                                         |                 |
| <b>Inhalte:</b>                                                                                                                                                                      |                 |

c.f. module description

#### Literatur:

- Jim Smith and Ravi Nair,  
Virtual Machines: Versatile Platforms for Systems and Processes  
Morgan Kaufmann, 1st edition 2005, ISBN-13: 978-1558609105
- Steven Hand, Andrew Warfield, Keir Fraser, Evangelos Kotsovinos, Dan Magenheimer  
Are Virtual Machine Monitors Microkernels Done Right?  
Proceedings of HotOS'05, 2005
- Gernot Heiser, Volkmar Uhlig and Joshua LeVasseur,  
Are virtual-machine monitors microkernels done right?,  
ACM SIGOPS Oper. Syst. Rev., vol. 40, number 1, 2006
- Barham, Paul, et al.,  
Xen and the art of virtualization,  
ACM SIGOPS operating systems review 37.5 (2003): 164-177
- Heiser, Gernot, and Kevin Elphinstone.  
L4 microkernels: The lessons from 20 years of research and deployment,  
ACM Transactions on Computer Systems (TOCS) 34.1 (2016): 1-29
- Engler, Dawson R., M. Frans Kaashoek, and James O'Toole Jr.,  
Exokernel: An operating system architecture for application-level resource management,  
ACM SIGOPS Operating Systems Review 29.5 (1995): 251-266
- Aycock, John,  
A brief history of just-in-time,  
ACM Computing Surveys (CSUR) 35.2 (2003): 97-113

Additional selected papers will be provided as required.

## 2. Virtualisierung

**Lehrformen:** Übung/Tutorium

**Dozenten:** Prof. Dr. Michael Engel

**Sprache:** Deutsch/Englisch

**Angebotshäufigkeit:** WS, jährlich

#### Lernziele:

c.f. module description

#### Inhalte:

c.f. module description

**2,00 SWS**

## Prüfung

Hausarbeit mit Kolloquium / Prüfungsdauer: 30 Minuten

Bearbeitungsfrist: 3 Monate

#### Beschreibung:

Oral examination concerning the topics discussed in the lecture, exercises and assignment. Students may choose English or German as the language for the oral examination. Examinations will take place at the end of the winter term or at the begin of the summer term (students may choose one of them).

|                                                                                                                                                                                                                                      |  |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--|
| 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. |  |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--|

|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |                                  |                                                     |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------|-----------------------------------------------------|
| <b>Modul UxD-UIxD-M Urban Interaction Design</b><br><i>Urban Interaction Design</i>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |                                  | 6 ECTS / 180 h                                      |
| (seit WS24/25)<br>Modulverantwortliche/r: Prof. Dr. Patrick Tobias Fischer                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |                                  |                                                     |
| <b>Inhalte:</b><br>Interaktions- und Interfacegestaltung für urbane Umgebungen stellt Entwerfende und Forschende vor Herausforderungen, welche über die Laborforschung und Umsetzung interaktiver Ausstellungskonzepte hinausgeht. Die gebaute Umgebung und das öffentliche Leben wird hier Teil von zu entwerfenden Interaktionskonzepten. Architektur und soziale Aktivitäten sind das Substrat auf dessen neue Interaktionstechnologien passend und ausgewogen entwickelt werden sollen. |                                  |                                                     |
| <b>Lernziele/Kompetenzen:</b><br>wird angekündigt                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |                                  |                                                     |
| <b>Zulassungsvoraussetzung für die Belegung des Moduls:</b><br>wird angekündigt                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |                                  |                                                     |
| <b>Empfohlene Vorkenntnisse:</b><br>Gündlegende Kenntnisse in der Interaktionsgestaltung und der Mensch-Computer Interaktion                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |                                  | <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. Urban Interaction Design</b><br><b>Lehrformen:</b> Vorlesung<br><b>Dozenten:</b> Prof. Dr. Patrick Tobias Fischer<br><b>Sprache:</b> Deutsch<br><b>Angebotshäufigkeit:</b> WS, jährlich                                                                                                                                                                                                                                                                                               |                                  | <b>2,00 SWS</b>                                     |
| <b>2. Urban Interaction Design</b><br><b>Lehrformen:</b> Übung<br><b>Dozenten:</b> Prof. Dr. Patrick Tobias Fischer<br><b>Sprache:</b> Deutsch<br><b>Angebotshäufigkeit:</b> WS, jährlich                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |                                  | <b>2,00 SWS</b>                                     |
| <b>Prüfung</b><br>Portfolio                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |                                  |                                                     |

|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |                                  |                                                     |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------|-----------------------------------------------------|
| <b>Modul VIS-IVVA-M Advanced Information Visualization and Visual Analytics</b><br><i>Advanced Information Visualization and Visual Analytics</i>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |                                  | 6 ECTS / 180 h                                      |
| (seit WS24/25)<br>Modulverantwortliche/r: Prof. Dr. Fabian Beck                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |                                  |                                                     |
| <b>Inhalte:</b><br>The course discusses methods for interactive information visualization and systems for explorative visual analysis. Visualizations blend with algorithmic solutions and get adopted to domain-specific needs. Giving a research-oriented perspective, the design and evaluation of such methods is the focus of the course, as well as their practical and interdisciplinary application in various fields.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |                                  |                                                     |
| <b>Lernziele/Kompetenzen:</b><br>The students recognize the possibilities and limitations of data visualization and are able to apply visualization methods to concrete application examples. They understand the foundations of visual perception and cognition as well as their implications for the visual representation of data. They have a sound overview of possibilities for the visual representation of abstract data and are able to adapt visualization techniques to new problems and justify design decisions. On a conceptual level, they are able to integrate visualization techniques with interaction techniques and algorithmic solutions and design visual analytics solutions. They can evaluate visualization techniques in quantitative and qualitative user studies. |                                  |                                                     |
| <b>Sonstige Informationen:</b><br>The workload for this module typically is as follows: <ul style="list-style-type: none"> <li>• Lecture and exercise sessions: 45h</li> <li>• Preparation and review of the lecture: 30h</li> <li>• Work on exercises and assignments: 75h</li> <li>• Preparation for the exam: 30h</li> </ul>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |                                  |                                                     |
| <b>Zulassungsvoraussetzung für die Belegung des Moduls:</b><br>none                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |                                  |                                                     |
| <b>Empfohlene Vorkenntnisse:</b><br>Basic knowledge in information visualization (e.g., as provided through VIS-GIV-B) is recommended; knowledge in programming, algorithms and data structures, human-computer-interaction, and machine learning and data science can be beneficial.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |                                  | <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. Advanced Information Visualization and Visual Analytics</b><br><b>Lehrformen:</b> Vorlesung<br><b>Dozenten:</b> Prof. Dr. Fabian Beck<br><b>Sprache:</b> Englisch<br><b>Angebotshäufigkeit:</b> WS, jährlich<br><b>Inhalte:</b><br>See module description | <b>2,00 SWS</b> |

|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |                 |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------|
| <b>Literatur:</b><br>Further material and reading will be announced in the course.                                                                                                                                                                                                                                         |                 |
| <b>2. Advanced Information Visualization and Visual Analytics</b><br><b>Lehrformen:</b> Übung<br><b>Dozenten:</b> N.N.<br><b>Sprache:</b> Englisch<br><b>Angebotshäufigkeit:</b> WS, jährlich<br><hr/> <b>Inhalte:</b><br>In the exercise sessions, lecture contents are expanded upon and their application is practiced. | <b>2,00 SWS</b> |

|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |  |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--|
| <b>Prüfung</b><br>schriftliche Prüfung (Klausur) / Prüfungsdauer: 90 Minuten<br><b>Beschreibung:</b><br>By voluntarily handing in graded assignments (semesterbegleitende Studienleistungen) during the semester, points can be collected to improve the grade, which can be credited to the exam, provided that the exam is also passed without points from assignments. At the beginning of the course, it will be announced whether graded assignments are offered. If offered, the number, type, scope and processing time of the assignments as well as the number of achievable points per assignment and in the module examination will also be announced at this time. A grade of 1.0 can also be achieved without points from the assignments. |  |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--|

|                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |                                  |                                                     |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------|-----------------------------------------------------|
| <b>Modul WI-Seminar1-M Masterseminar aus der Fächergruppe Wirtschaftsinformatik</b><br><i>Master Seminar in Information Systems</i>                                                                                                                                                                     |                                  | 3 ECTS / 90 h                                       |
| (seit WS24/25)<br>Modulverantwortliche/r: Prof. Dr. Sven Overhage                                                                                                                                                                                                                                       |                                  |                                                     |
| <b>Inhalte:</b><br>Eigenständige Erarbeitung und Präsentation eines Themas aus einem Fachgebiet der Wirtschaftsinformatik mit wissenschaftlichen Methoden.                                                                                                                                              |                                  |                                                     |
| <b>Lernziele/Kompetenzen:</b><br>Kompetenzerwerb in den Bereichen kritische und systematische Literaturanalyse, Strukturierung komplexer Sachverhalte, bewertender Vergleich konkurrierender Ansätze. Professionelle Präsentation von Fachthemen. Vertiefen des Verfassens wissenschaftlicher Arbeiten. |                                  |                                                     |
| <b>Sonstige Informationen:</b><br>Es ist ein Masterseminar aus dem Fachgebiet der Wirtschaftsinformatik zu wählen. Die Seminarthemen werden über die jeweiligen Homepages der Lehrstühle bekannt gegeben.                                                                                               |                                  |                                                     |
| <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, SS                                                                                                                                                                                                                                                                       | <b>Empfohlenes Fachsemester:</b> | <b>Minimale Dauer des Moduls:</b><br>1 Semester     |

|                                                                                                                             |          |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------|
| <b>Lehrveranstaltungen</b>                                                                                                  |          |
| <b>Masterseminar</b><br><b>Lehrformen:</b> Seminar<br><b>Sprache:</b> Deutsch/Englisch<br><b>Angebotshäufigkeit:</b> WS, SS | 2,00 SWS |
| <b>Inhalte:</b><br>Die Inhalte der Masterseminare werden von jedem anbietenden Lehrstuhl festgelegt und bekannt gegeben.    |          |
| <b>Literatur:</b><br>Die Literatur wird zu Beginn eines Seminars bekannt gegeben.                                           |          |

|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |  |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--|
| <b>Prüfung</b><br>Hausarbeit mit Referat<br><b>Zulassungsvoraussetzung zur Modulprüfung:</b><br>Regelmäßige Teilnahme an der Lehrveranstaltung.<br><b>Beschreibung:</b><br>Als Prüfungsleistung ist eine Hausarbeit sowie ein Referat zu erbringen. Alternativ kann die Prüfungsleistung auf Hausarbeit mit Kolloquium festgelegt werden.<br>Die Bearbeitungsfrist der Hausarbeit und die Prüfungsdauer des Referats bzw. |  |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--|



---

|                                                                                                                                |  |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--|
| des Kolloquiums werden zu Beginn einer jeden Lehrveranstaltung von der Seminarleiterin bzw. dem Seminarleiter bekannt gegeben. |  |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--|

|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |                                  |                                                     |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------|-----------------------------------------------------|
| <b>Modul xAI-DL-M Deep Learning</b><br><i>Deep Learning</i>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |                                  | 6 ECTS / 180 h                                      |
| (seit WS24/25)<br>Modulverantwortliche/r: Prof. Dr. Christian Ledig                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |                                  |                                                     |
| <b>Inhalte:</b><br>Deep Learning is a form of machine learning that learns hierarchical concepts and representations directly from data. Enabled by continuously growing dataset sizes, compute power and rapidly evolving open-source frameworks Deep Learning based AI systems continue to set the state of the art in many applications and industries. The course will provide an introduction to the most relevant techniques in the field of Deep Learning and a broad range of its applications.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |                                  |                                                     |
| <b>Lernziele/Kompetenzen:</b><br>In this course students will learn/recap some fundamentals from mathematics and machine learning that are critical for the introduction of the concept of Deep Learning. Participants will learn about various foundational technical aspects including optimization and regularization strategies, cost functions and important network architectures such as Convolutional Networks. Students will further get an insight into more advanced concepts such as sequence modelling and generative modelling. Participants will further learn about representative architectures of important algorithm categories, e.g., classification, detection, segmentation, some of their concrete use cases and how to evaluate them.<br><br>The lecture is accompanied by exercises and assignments that will help participants develop practical, hands-on experience. In those exercises students will learn how to implement and evaluate Deep Learning algorithms using Python and its respective commonly used libraries. |                                  |                                                     |
| <b>Sonstige Informationen:</b><br>The lecture is conducted in English. The workload of this module is expected to be roughly as follows: <ul style="list-style-type: none"> <li>• Lecture: 22.5h (equals the 2 SWS)</li> <li>• Preparation of lectures and analysis of further sources: 30h (over the 15 weeks term)</li> <li>• Exercise classes accompanying lecture: 22.5h (equals the 2 SWS)</li> <li>• Work on the actual assignments: 75h (over the 15 weeks term)</li> <li>• Preparation for exam: 30h</li> </ul>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |                                  |                                                     |
| <b>Zulassungsvoraussetzung für die Belegung des Moduls:</b><br>none                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |                                  |                                                     |
| <b>Empfohlene Vorkenntnisse:</b><br>Strongly recommended: Good working knowledge of programming (in particular Python), Mathematics for Machine Learning [xAI-MML]<br><br>Further recommended (or similar): Bachelorproject Erklärbares Maschinelles Lernen [xAI-Proj-B], Lernende Systeme / Machine Learning [KogSys-ML-B], Einführung in die Künstliche Intelligenz / Introduction to AI [KogSys-KI-B], Algorithmen und Datenstrukturen [AI-AuD-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. Deep Learning</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |                                  | <b>2,00 SWS</b>                                     |

|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |          |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------|
| <p><b>Lehrformen:</b> Vorlesung</p> <p><b>Dozenten:</b> Prof. Dr. Christian Ledig</p> <p><b>Sprache:</b> Englisch/Deutsch</p> <p><b>Angebotshäufigkeit:</b> WS, jährlich</p> <hr/> <p><b>Lernziele:</b><br/>c.f. module description</p> <hr/> <p><b>Inhalte:</b><br/>The lecture will be held in English. The following is a selection of topics that will be addressed in the course</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Relevant concepts in linear algebra, probability and information theory</li> <li>• Deep feedforward networks</li> <li>• Convolutional Neural Networks</li> <li>• Regularization, Batch Normalization</li> <li>• Optimization (Backpropagation, Stochastic Gradient Decent) and Cost Functions</li> <li>• Classification (binary, multiclass, multilabel)</li> <li>• Object Detection &amp; Segmentation</li> <li>• Generative Modelling</li> <li>• Attention mechanisms &amp; Transformer Networks</li> <li>• Evaluation of ML approaches</li> </ul> <hr/> <p><b>Literatur:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Ian Goodfellow, Yoshua Bengio, and Aaron Courville: Deep Learning, MIT Press, 2016</li> <li>• Zhang, Lipton, et al.: Dive into Deep Learning (<a href="https://d2l.ai/">https://d2l.ai/</a>)</li> </ul> <p>Further literature will be announced at the beginning of the course.</p> |          |
| <p><b>2. Deep Learning</b></p> <p><b>Lehrformen:</b> Übung</p> <p><b>Dozenten:</b> N.N.</p> <p><b>Sprache:</b> Englisch/Deutsch</p> <p><b>Angebotshäufigkeit:</b> WS, jährlich</p> <hr/> <p><b>Lernziele:</b><br/>see module description</p> <hr/> <p><b>Inhalte:</b><br/>Further exploration of concepts discussed in the lecture, often accompanied by assignments and programming exercises implemented in Python and the corresponding machine/deep learning libraries.</p> <hr/> <p><b>Literatur:</b><br/>see lecture description</p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          | 2,00 SWS |
| <p><b>Prüfung</b><br/>schriftliche Prüfung (Klausur) / Prüfungsdauer: 90 Minuten</p> <p><b>Beschreibung:</b><br/>The content that is relevant for the exam consists of the content presented in the lecture and exercises/tutorials (including the assignments) as well as additional content of the discussed literature, which will be highlighted.</p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |          |

Participants can collect bonus points by working on and solving the assignments discussed during the exercises/tutorials. Details regarding the number of assignments, the number of points per assignment, and the type of assignments will be announced in the lecture.

If the points achieved in the exam are sufficient to pass the exam on its own, the bonus points (at most 20% of the maximum achievable points in the exam) will be added to the points achieved in the exam. The grade 1.0 can be achieved without the bonus points.

## Modultabelle

| ID                                              | Modul                                                       | Semester           | ECTS           | SWS                                                                                    | Prüfung                                       |
|-------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------|--------------------|----------------|----------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------|
| <b>A1 Angewandte Informatik</b>                 |                                                             |                    | <b>24 - 54</b> |                                                                                        |                                               |
| <b>Fach: Kulturinformatik</b>                   |                                                             |                    |                |                                                                                        |                                               |
| <b>Fach: Computergrafik</b>                     |                                                             |                    |                |                                                                                        |                                               |
| CG-VRAR-M                                       | Virtual Reality / Augmented Reality                         | SS, jährlich       | 6              | 2 Vorlesung<br>2 Übung                                                                 | schriftliche Prüfung (Klausur)                |
| <b>Fach: User Experience and Design</b>         |                                                             |                    |                |                                                                                        |                                               |
| UxD-UIxD-M                                      | Urban Interaction Design                                    | WS,<br>jährlich(1) | 6              | 2 Vorlesung<br>2 Übung                                                                 | Portfolio                                     |
| <b>Fach: Multimodal Intelligent Interaction</b> |                                                             |                    |                |                                                                                        |                                               |
| MII-HRI-M                                       | Mensch-Roboter-Interaktion                                  | SS, jährlich       | 6              | 2 Übung<br>2 Vorlesung                                                                 | schriftliche Prüfung (Klausur)<br>90 Minuten  |
| <b>Fach: Informationsvisualisierung</b>         |                                                             |                    |                |                                                                                        |                                               |
| VIS-IVVA-M                                      | Advanced Information Visualization and Visual Analytics     | WS,<br>jährlich(1) | 6              | 2 Vorlesung<br>2 Übung                                                                 | schriftliche Prüfung (Klausur)<br>90 Minuten  |
| <b>Fach: Medieninformatik</b>                   |                                                             |                    |                |                                                                                        |                                               |
| MI-IR-M                                         | Information Retrieval (Grundlagen, Modelle und Anwendungen) | SS, jährlich       | 6              | 2 Vorlesung<br>2 Übung                                                                 | schriftliche Prüfung (Klausur)<br>105 Minuten |
| <b>Fach: Grundlagen der Sprachverarbeitung</b>  |                                                             |                    |                |                                                                                        |                                               |
| NLPROC-DL4NLP-M                                 | Deep Learning for Natural Language Processing               | SS, jährlich       | 6              | 2 Seminar                                                                              | schriftliche Prüfung (Klausur)                |
| NLProc-ANLP-M                                   | Angewandte maschinelle Sprachverarbeitung                   | WS, SS(1)          | 6              | 2 Seminar<br>2 Seminar<br>2 Seminar<br>2 Seminar<br>2 Vorlesung und Übung<br>2 Projekt | Referat mit schriftl. Hausarbeit              |
| NLProc-ILT-M                                    | Impact of Language Technology                               |                    | 6              | 4 Vorlesung und Übung                                                                  | schriftliche Prüfung (Klausur)                |

## Modultabelle

|                                                  |                                                                       |                    |   |                                  |                                                                                                                                    |
|--------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------|--------------------|---|----------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|                                                  |                                                                       | WS,<br>jährlich(1) |   |                                  | 60 Minuten                                                                                                                         |
| NLProc-<br>PGM4NLP-M                             | Probabilistic Graphical Models for Natural Language Processing        | WS,<br>jährlich(1) | 6 | 4 Vorlesung und Übung            | schriftliche Prüfung (Klausur)<br>60 Minuten                                                                                       |
| <b>Fach: Sprachgenerierung und Dialogsysteme</b> |                                                                       |                    |   |                                  |                                                                                                                                    |
| DS-ConvAI-M                                      | Advanced Dialogue Systems and Conversational AI                       | SS,<br>jährlich(1) | 6 | 2 Vorlesung<br>2 Übung           | mündliche Prüfung<br>30 Minuten                                                                                                    |
| <b>Fach: KI-Systementwicklung</b>                |                                                                       |                    |   |                                  |                                                                                                                                    |
| AISE-Auto                                        | Automation of First- and Higher-Order Logic                           | SS,<br>jährlich(1) | 6 | 6 Vorlesung und Übung            | mündliche Prüfung<br>30 Minuten                                                                                                    |
| AISE-ETH                                         | Ethics and Epistemology of AI                                         | SS,<br>jährlich(1) | 6 | 2 Vorlesung<br>2 Übung           | Portfolio                                                                                                                          |
| AISE-PLM-V                                       | Computational Metaphysics -- Mechanizing Principia Logico-Metaphysica | jährlich(1)        | 3 | 2 Vorlesung                      | mündliche Prüfung<br>30 Minuten                                                                                                    |
| AISE-UL                                          | Universelle Logik & Universelles Schließen                            | WS,<br>jährlich(1) | 6 | 2 Vorlesung und Übung<br>2 Übung | schriftliche Prüfung (Klausur)<br>(AISE-UL: Universal Logic & Universal Reasoning<br>(Universelle Logik & Universelles Schließen)) |
| <b>Fach: Mensch-Computer-Interaktion</b>         |                                                                       |                    |   |                                  |                                                                                                                                    |
| HCI-DFM-M                                        | Design- und Forschungsmethoden der Mensch-Computer-Interaktion        | SS, jährlich       | 6 | 2 Vorlesung<br>2 Übung           | mündliche Prüfung<br>schriftliche Prüfung (Klausur)<br>90 Minuten                                                                  |
| HCI-DR-M                                         | Design-Forschung                                                      | WS,<br>jährlich(1) | 6 | 2 Vorlesung und Übung            | Kolloquium<br>30 Minuten                                                                                                           |
| HCI-Usab-M                                       | Usability in der Praxis                                               | SS, jährlich       | 6 | 4 Übung                          | Hausarbeit mit Kolloquium<br>4 Monate<br>30 Minuten                                                                                |
| HCI-MCI-M                                        | Mensch-Computer-Interaktion                                           | WS, jährlich       | 6 | 2 Vorlesung                      | mündliche Prüfung                                                                                                                  |

## Modultabelle

|                                              |                        |                    |   |                        |                                              |
|----------------------------------------------|------------------------|--------------------|---|------------------------|----------------------------------------------|
|                                              |                        |                    |   | 2 Übung                | schriftliche Prüfung (Klausur)<br>90 Minuten |
| <b>Fach: Erklärbares Maschinelles Lernen</b> |                        |                    |   |                        |                                              |
| xAI-DL-M                                     | Deep Learning          | WS,<br>jährlich(1) | 6 | 2 Vorlesung<br>2 Übung | schriftliche Prüfung (Klausur)<br>90 Minuten |
| <b>Fach: Kognitive Systeme</b>               |                        |                    |   |                        |                                              |
| KogSys-KogMod-M                              | Kognitive Modellierung | WS, jährlich       | 6 | 2 Vorlesung<br>2 Übung | mündliche Prüfung<br>20 Minuten              |

## Modultabelle

| ID                                                        | Modul                                                 | Semester           | ECTS | SWS                               | Prüfung                                                                         |
|-----------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------|--------------------|------|-----------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------|
| A2 Informatik                                             |                                                       | 12 - 30            |      |                                   |                                                                                 |
| Fach: Privatsphäre und Sicherheit in Informationssystemen |                                                       |                    |      |                                   |                                                                                 |
| PSI-AdvaSP-M                                              | Advanced Security and Privacy                         | SS,<br>jährlich(1) | 6    | 2 Vorlesung<br>2 Übung            | schriftliche Prüfung (E-Prüfung)<br>110 Minuten                                 |
| PSI-DiffPriv-M                                            | Introduction to Differential Privacy                  | WS,<br>jährlich(1) | 6    | 4 Vorlesung und Übung             | schriftliche Modulprüfung<br>(Klausur)<br>90 Minuten                            |
| Fach: Data Engineering                                    |                                                       |                    |      |                                   |                                                                                 |
| DT-CPP-M                                                  | Fortgeschrittene Systemprogrammierung in C++ (Master) | WS,<br>jährlich(1) | 6    | 4 Vorlesung und Übung             | Portfolio<br>4 Monate                                                           |
| DT-DBCPU-M                                                | Datenbanksysteme für moderne CPU                      | SS,<br>jährlich(1) | 6    | 4 Vorlesung und Übung             | schriftliche Prüfung (Klausur)<br>90 Minuten                                    |
| Fach: Verteilte Systeme                                   |                                                       |                    |      |                                   |                                                                                 |
| DSG-SOA-M                                                 | Service-Oriented Architecture and Web Services        | SS, jährlich       | 6    | 2 Vorlesung<br>2 Übung            | Hausarbeit mit Kolloquium<br>3 Monate<br>15 Minuten                             |
| Fach: Mobile Software Systems / Mobilität                 |                                                       |                    |      |                                   |                                                                                 |
| MOBI-ADM-M                                                | Advanced Data Management                              | SS,<br>jährlich(1) | 6    | 2 Vorlesung<br>2 Übung            | schriftliche Prüfung (Klausur)<br>75 Minuten                                    |
| MOBI-DSC-M                                                | Data Streams and Complex Event Processing             | WS,<br>jährlich(1) | 6    | 2 Vorlesung<br>2 Übung            | mündliche Prüfung<br>15 Minuten<br>schriftliche Prüfung (Klausur)<br>60 Minuten |
| Fach: Systemnahe Programmierung                           |                                                       |                    |      |                                   |                                                                                 |
| SYSNAP-OSE-M                                              | Operating Systems Engineering                         | SS,<br>jährlich(1) | 6    | 2 Vorlesung<br>2 Praktikum, Übung | Hausarbeit mit Kolloquium<br>3 Monate<br>30 Minuten                             |
| SYSNAP-PMAP-M                                             | Processor Microarchitecture and Performance           |                    | 6    | 2 Vorlesung                       | Portfolio                                                                       |



## Modultabelle

|                                                      |                                             |                    |   |                                 |                                                                                 |
|------------------------------------------------------|---------------------------------------------|--------------------|---|---------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------|
|                                                      |                                             | SS,<br>jährlich(1) |   | 2 Übung/Tutorium                | 3 Monate                                                                        |
| SYSNAP-Virt-M                                        | Virtualisierung                             | WS,<br>jährlich(1) | 6 | 2 Vorlesung<br>2 Übung/Tutorium | Hausarbeit mit Kolloquium<br>3 Monate<br>30 Minuten                             |
| <b>Fach: Softwaretechnik und Programmiersprachen</b> |                                             |                    |   |                                 |                                                                                 |
| SWT-ASV-M                                            | Applied Software Verification               | SS, jährlich       | 6 | 2 Vorlesung<br>2 Übung          | Hausarbeit mit Kolloquium<br>3 Wochen<br>20 Minuten                             |
| <b>Fach: Grundlagen der Informatik</b>               |                                             |                    |   |                                 |                                                                                 |
| GdI-CSNL-M                                           | Computational Semantics of Natural Language | SS,<br>jährlich(1) | 6 | 4 Vorlesung und Übung           | Portfolio<br>80 Minuten                                                         |
| GdI-FPRS-M                                           | Functional Programming of Reactive Systems  | SS, jährlich       | 6 | 2 Vorlesung<br>2 Übung          | schriftliche Prüfung (Klausur)<br>90 Minuten<br>mündliche Prüfung<br>30 Minuten |
| GdI-IFP-M                                            | Introduction to Functional Programming      | WS, jährlich       | 6 | 2 Vorlesung<br>2 Übung          | schriftliche Prüfung (Klausur)<br>90 Minuten                                    |
| <b>Fach: Algorithmen und Komplexitätstheorie</b>     |                                             |                    |   |                                 |                                                                                 |
| AlgoK-TAG                                            | Tree decompositions, algorithms and games   | WS,<br>jährlich(1) | 6 | 4 Vorlesung und Übung           | Sonstiges<br>90 Minuten                                                         |

## Modultabelle

| ID | Modul                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             | Semester | ECTS          | SWS | Prüfung |
|----|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------|---------------|-----|---------|
|    | <b>A3 Anwendungsfächer sowie Wirtschaftsinformatik</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |          | <b>0 - 18</b> |     |         |
|    | <p>Die (nicht verpflichtende) Modulgruppe A3 dient der Spezialisierung in Anwendungsfächern. Es sind Module im Umfang von 0 bis 18 ECTS-Punkten zu absolvieren. Es können Module eines oder mehrerer anderer Fächer studiert werden. Es sind Module aus dem Nebenfachangebot der APO GuK/Huwi oder aus der Modulgruppe A1 Fachstudium Wirtschaftsinformatik des Bachelor- oder Masterstudiengangs Wirtschaftsinformatik wählbar. Das konkrete Angebot der aus dem Fach Psychologie wählbaren Module, sowie die konkreten Modulbeschreibungen sind dem „Modulhandbuch für Module des Fachs Psychologie, die im Rahmen des Bachelor- und des Masterstudiengangs Angewandte Informatik, des Bachelorstudiengangs Informatik sowie des Masterstudiengangs Interaction Research &amp; Design erbracht werden können“ zu entnehmen.</p> |          |               |     |         |

## Modultabelle

| ID                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       | Modul                                               | Semester       | ECTS | SWS              | Prüfung                   |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------|----------------|------|------------------|---------------------------|
| <b>A4 Projekte</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |                                                     | <b>15 - 30</b> |      |                  |                           |
| In der Modulgruppe A4 sind Module im Umfang von 15 bis 30 ECTS-Punkten zu erbringen. Hierbei ist zumindest ein Projektmodul im Umfang von 15 ECTS-Punkten (AI-Proj-M) zu absolvieren. Zudem kann ein weiteres Projektmodul im Umfang von 15 ECTS-Punkten erbracht werden oder ein bis zwei Projektmodule im Umfang von je 6 ECTS-Punkten (AI-6Proj-M). Ein Projektmodul von 6 ECTS-Punkten kann aus dem Fachbereich der Informatik gewählt werden (Inf-Proj-M), alle anderen Projektmodule müssen der Angewandten Informatik entstammen. |                                                     |                |      |                  |                           |
| <b>Teilmodulgruppe: Forschungsprojekte 15 ECTS</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |                                                     | <b>15 - 30</b> |      |                  |                           |
| AI-Proj1-M                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               | Projektpraktikum 1 zur Angewandten Informatik       | WS, SS(1)      | 15   | 6 Übung          | Hausarbeit mit Kolloquium |
| AI-Proj2-M                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               | Projektpraktikum 2 zur Angewandten Informatik       | WS, SS(1)      | 15   | 6 Übung          | Hausarbeit mit Kolloquium |
| <b>Fachbereich: Projekte der Angewandten Informatik</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |                                                     | <b>0 - 12</b>  |      |                  |                           |
| AI-6Proj1-M                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              | Projekt 1 in der Fächergruppe Angewandte Informatik | WS, SS         | 6    | 4 Projektseminar | Hausarbeit mit Kolloquium |
| AI-6Proj2-M                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              | Projekt 2 in der Fächergruppe Angewandte Informatik | WS, SS         | 6    | 4 Projektseminar | Hausarbeit mit Kolloquium |
| <b>Fachbereich: Projekte der Informatik</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |                                                     | <b>0 - 6</b>   |      |                  |                           |
| Inf-Proj-M                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               | Masterprojekt der Fachgruppe Informatik             | WS, SS         | 6    | 4 Projektseminar | Hausarbeit mit Kolloquium |

## Modultabelle

| ID                                                                                                                                        | Modul                                                    | Semester | ECTS         | SWS       | Prüfung                |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------|----------|--------------|-----------|------------------------|
| <b>A5 Seminare</b>                                                                                                                        |                                                          |          | <b>6 - 9</b> |           |                        |
| Es sind zwei oder drei Module zu wählen, von denen höchstens eines den Fächern der Informatik bzw. Wirtschaftsinformatik entstammen darf. |                                                          |          |              |           |                        |
| <b>Fach: Seminar(e) in Angewandter Informatik</b>                                                                                         |                                                          |          | <b>3 - 9</b> |           |                        |
| AI-Sem1-M                                                                                                                                 | Masterseminar in Angewandter Informatik                  | WS, SS   | 3            | 2 Seminar | Hausarbeit mit Referat |
| AI-Sem2-M                                                                                                                                 | Masterseminar in Angewandter Informatik                  | WS, SS   | 3            | 2 Seminar | Hausarbeit mit Referat |
| AI-Sem3-M                                                                                                                                 | Masterseminar in Angewandter Informatik                  | WS, SS   | 3            | 2 Seminar | Hausarbeit mit Referat |
| <b>Fach: Seminar in Informatik oder Wirtschaftsinformatik</b>                                                                             |                                                          |          | <b>0 - 3</b> |           |                        |
| Inf-Sem-M                                                                                                                                 | Masterseminar in Informatik                              | WS, SS   | 3            | 2 Seminar | Hausarbeit mit Referat |
| WI-Seminar1-M                                                                                                                             | Masterseminar aus der Fächergruppe Wirtschaftsinformatik | WS, SS   | 3            | 2 Seminar | Hausarbeit mit Referat |

## Modultabelle

| ID          | Modul                                  | Semester | ECTS      | SWS | Prüfung                                           |
|-------------|----------------------------------------|----------|-----------|-----|---------------------------------------------------|
|             | <b>A6 Masterarbeit</b>                 |          | <b>30</b> |     |                                                   |
| AI-Thesis-M | Masterarbeit in Angewandter Informatik | WS, SS   | 30        |     | schriftliche Hausarbeit<br>6 Monate<br>Kolloquium |