



Modulhandbuch

Masterstudiengang Angewandte Informatik (gültig ab 01.10.2016)

Wirtschaftsinformatik und Angewandte Informatik

Gemäß der geltenden Fassung der Studien- und Fachprüfungsordnung vom 20.06.2016 für den Masterstudiengang Angewandte Informatik an der Otto-Friedrich-Universität Bamberg. Gültig ab Sommersemester 2024.

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 (Semester)	Modulkürzel	Modulbezeichnung	ab (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

Module

AI-Proj1-M: Projektpraktikum 1 zur Angewandten Informatik.....	11
AI-Proj2-M: Projektpraktikum 2 zur Angewandten Informatik.....	13
AI-Thesis-M: Masterarbeit in Angewandter Informatik.....	15
AISE-Auto: Automation of First- and Higher-Order Logic.....	17
AISE-ETH: Ethics and Epistemology of AI.....	19
AISE-PLM-V: Computational Metaphysics -- Mechanizing Principia Logico-Metaphysica.....	22
AISE-Proj-M: Masterprojekt KI-Systementwicklung; AI & Ethics.....	24
AISE-Sem-M: Masterseminar zu KI-Systementwicklung (Oberseminar).....	25
AISE-UL: Universelle Logik & Universelles Schließen.....	27
AlgoK-Sem-M: Masterseminar Algorithmen und Komplexitätstheorie.....	30
AlgoK-TAG: Tree decompositions, algorithms and games.....	31
CG-ProjCGA-M: Masterprojekt Computergrafik.....	33
CG-ProjVRAR-M: Project Virtual Reality / Augmented Reality.....	34
CG-SemCGA-M: Seminar Grundlagen der Computergrafik und Animation.....	35
CG-SemVRAR-M: Seminar Virtual Reality / Augmented Reality.....	36
CG-VRAR-M: Virtual Reality / Augmented Reality.....	37
DS-ConvAI-M: Advanced Dialogue Systems and Conversational AI.....	39
DS-IDS-M: Einführung in die Dialogsysteme.....	41
DS-Proj-M: Project Dialogue Systems.....	43
DS-Sem-M: Master Seminar Conversational AI.....	45
DSG-DSAM-M: Distributed Systems Architecture and Middleware.....	47
DSG-DistrSys-M: Distributed Systems.....	49
DSG-Proj-6-M: Masterprojekt Verteilte Systeme 6 ECTS.....	52
DSG-SOA-M: Service-Oriented Architecture and Web Services.....	54
DSG-Sem-M: Masterseminar zu Verteilten Systemen.....	57
DT-CPP-M: Fortgeschrittene Systemprogrammierung in C++ (Master).....	59
DT-DB42-M: Datenbanksysteme - Die Frage zu oder die bessere Antwort auf 42?.....	61
DT-DBCPU-M: Datenbanksysteme für moderne CPU.....	62
Gdl-FPRS-M: Functional Programming of Reactive Systems.....	64

Inhaltsverzeichnis

Gdl-Proj-M: Masterprojekt Grundlagen der Informatik.....	67
Gdl-Sem-M: Masterseminar Grundlagen der Informatik.....	69
HCI-DFM-M: Design- und Forschungsmethoden der Mensch-Computer-Interaktion.....	71
HCI-MCI-M: Mensch-Computer-Interaktion.....	74
HCI-Proj-M: Projektpraktikum Mensch-Computer-Interaktion.....	77
HCI-Prop-M: Propädeutikum Mensch-Computer-Interaktion.....	79
HCI-Sem-HCC-M: Masterseminar Human-Centred Computing.....	81
HCI-Sem-M: Masterseminar Mensch-Computer-Interaktion.....	83
HCI-Usab-M: Usability in der Praxis.....	85
KInf-Projekt-M: Masterprojekt Kulturinformatik.....	87
KInf-Seminar-M: Masterseminar Kulturinformatik.....	89
KTR-GIK-M: Grundbausteine der Internet-Kommunikation.....	91
KTR-MAKV-M: Modellierung und Analyse von Kommunikationsnetzen und Verteilten Systemen.....	94
KTR-MMK-M: Multimedia-Kommunikation in Hochgeschwindigkeitsnetzen.....	97
KTR-Mobi-M: Mobilkommunikation.....	100
KTR-Proj: Projekt Kommunikationsnetze und -dienste.....	103
KTR-Sem-M: Hauptseminar zu Kommunikationssystemen und Rechnernetzen.....	106
KogSys-KogMod-M: Kognitive Modellierung.....	108
KogSys-Proj-M: Master-Projekt Kognitive Systeme.....	110
KogSys-Sem-M1: Master Seminar Kognitive Systeme.....	112
KogSys-Sem-M2: Reading Club Kognitive Systeme.....	114
MI-IR-M: Information Retrieval (Grundlagen, Modelle und Anwendungen).....	116
MI-Proj-M: Projekt zur Medieninformatik.....	119
MI-Sem-M: Masterseminar zur Medieninformatik.....	121
MII-MID-M: Multimodal Interaction Design.....	123
MII-ProjCR-M: Masterprojekt Kognitive Robotik.....	125
MII-SemHRI-M: Masterseminar Mensch-Roboter-Interaktion.....	126
MOBI-ADM-M: Advanced Data Management.....	127
MOBI-DSC-M: Data Streams and Complex Event Processing.....	129
MOBI-Proj-M: Master Project Mobile Software Systems.....	132
MOBI-SEM-M: Master-Seminar Mobile Software Systems.....	134

PSI-AdvaSP-M: Advanced Security and Privacy.....	135
PSI-ProjectSP-M: Project Security and Privacy.....	138
PSI-Sem-M: Seminar Research Topics in Security and Privacy.....	140
SWT-ASV-M: Applied Software Verification.....	142
SWT-PR1-M: Masterprojekt Softwaretechnik und Programmiersprachen.....	144
SWT-SEM-M: Seminar Software Engineering and Programming Languages (Master).....	146
SWT-SWQ-M: Software Quality.....	148
SYSNAP-OSE-M: Operating Systems Engineering.....	150
SYSNAP-PMAP-M: Processor Microarchitecture and Performance.....	153
SYSNAP-Project-M: Projekt Systemnahe Programmierung.....	155
SYSNAP-SEM-M: Seminar System Software.....	157
SYSNAP-Virt-M: Virtualisierung.....	159
UxD-Proj-M:: Masterprojekt User Experience and Design.....	162
UxD-Sem-M:: Masterseminar User Experience and Design.....	163
VIS-IVVA-M: Advanced Information Visualization and Visual Analytics.....	165
VIS-Proj-M: Masterprojekt Informationsvisualisierung.....	167
VIS-Sem-M: Masterseminar Informationsvisualisierung.....	169
WI-Seminar1-M: Masterseminar aus der Fächergruppe Wirtschaftsinformatik.....	171
xAI-DL-M: Deep Learning.....	172
xAI-MML-M: Mathematics for Machine Learning.....	175
xAI-Proj-M: Masterprojekt Erklärbares Maschinelles Lernen.....	178
xAI-Sem-M1: Masterseminar Erklärbares Maschinelles Lernen.....	180

Übersicht nach Modulgruppen

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

a) Erklärbares Maschinelles Lernen (Fach)

xAI-DL-M: Deep Learning (6 ECTS, WS, jährlich).....	172
xAI-MML-M: Mathematics for Machine Learning (6 ECTS, SS, jährlich).....	175

b) Computergrafik (Fach)

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

c) Informationsvisualisierung (Fach)

VIS-IVVA-M: Advanced Information Visualization and Visual Analytics (6 ECTS, WS, jährlich).....	165
---	-----

d) KI-Systementwicklung (Fach)

AISE-Auto: Automation of First- and Higher-Order Logic (6 ECTS, SS, jährlich).....	17
AISE-ETH: Ethics and Epistemology of AI (6 ECTS, SS, jährlich).....	19
AISE-PLM-V: Computational Metaphysics -- Mechanizing Principia Logico-Metaphysica (3 ECTS, jährlich).....	22
AISE-UL: Universelle Logik & Universelles Schließen (6 ECTS, WS, jährlich).....	27

e) Kulturinformatik (Fach)

f) Medieninformatik (Fach)

MI-IR-M: Information Retrieval (Grundlagen, Modelle und Anwendungen) (6 ECTS, SS, jährlich).....	116
--	-----

g) Mensch-Computer-Interaktion (Fach)

HCI-DFM-M: Design- und Forschungsmethoden der Mensch-Computer-Interaktion (6 ECTS, SS, jährlich).....	71
HCI-Usab-M: Usability in der Praxis (6 ECTS, SS, jährlich).....	85
HCI-MCI-M: Mensch-Computer-Interaktion (6 ECTS, WS, jährlich).....	74

h) Multimodal Intelligent Interaction (Fach)

MII-MID-M: Multimodal Interaction Design (6 ECTS, SS, jährlich).....	123
--	-----

i) Sprachgenerierung und Dialogsysteme (Fach)

DS-ConvAI-M: Advanced Dialogue Systems and Conversational AI (6 ECTS, SS, jährlich).....	39
DS-IDS-M: Einführung in die Dialogsysteme (6 ECTS, WS, jährlich).....	41

j) Kognitive Systeme (Fach)

KogSys-KogMod-M: Kognitive Modellierung (6 ECTS, WS, jährlich).....	108
---	-----

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

a) Algorithmen und Komplexitätstheorie (Fach)

AlgoK-TAG: Tree decompositions, algorithms and games (6 ECTS, WS, jährlich).....	31
--	----

b) Verteilte Systeme (Fach)

DSG-DistrSys-M: Distributed Systems (6 ECTS, SS, jährlich).....	49
DSG-DSAM-M: Distributed Systems Architecture and Middleware (6 ECTS, WS, jährlich).....	47
DSG-SOA-M: Service-Oriented Architecture and Web Services (6 ECTS, SS, jährlich).....	54
DSG-Proj-6-M: Masterprojekt Verteilte Systeme 6 ECTS (6 ECTS, WS, SS).....	52

c) Data Engineering (Fach)

DT-CPP-M: Fortgeschrittene Systemprogrammierung in C++ (Master) (6 ECTS, WS, jährlich).....	59
DT-DBCPU-M: Datenbanksysteme für moderne CPU (6 ECTS, SS, jährlich).....	62

d) Kommunikationssysteme und Rechnernetze (Fach)

KTR-GIK-M: Grundbausteine der Internet-Kommunikation (6 ECTS, SS, jährlich).....	91
KTR-MMK-M: Multimedia-Kommunikation in Hochgeschwindigkeitsnetzen (6 ECTS, SS, jährlich).....	97
KTR-Mobi-M: Mobilkommunikation (6 ECTS, WS, jährlich).....	100
KTR-MAKV-M: Modellierung und Analyse von Kommunikationsnetzen und Verteilten Systemen (6 ECTS, SS, jährlich).....	94
KTR-Proj: Projekt Kommunikationsnetze und -dienste (6 ECTS, WS, jährlich).....	103

e) Mobile Software Systems / Mobilität (Fach)

MOBI-ADM-M: Advanced Data Management (6 ECTS, SS, jährlich).....	127
MOBI-DSC-M: Data Streams and Complex Event Processing (6 ECTS, WS, jährlich).....	129
MOBI-Proj-M: Master Project Mobile Software Systems (6 ECTS, WS, jährlich).....	132

f) Systemnahe Programmierung (Fach)

SYSNAP-OSE-M: Operating Systems Engineering (6 ECTS, SS, jährlich).....	150
---	-----

SYSNAP-PMAP-M: Processor Microarchitecture and Performance (6 ECTS, SS, jährlich).....	153
SYSNAP-Project-M: Projekt Systemnahe Programmierung (6 ECTS, WS, SS).....	155
SYSNAP-Virt-M: Virtualisierung (6 ECTS, WS, jährlich).....	159

g) Softwaretechnik und Programmiersprachen (Fach)

SWT-SWQ-M: Software Quality (6 ECTS, WS, jährlich).....	148
SWT-ASV-M: Applied Software Verification (6 ECTS, SS, jährlich).....	142
SWT-PR1-M: Masterprojekt Softwaretechnik und Programmiersprachen (6 ECTS, WS, SS).....	144

h) Grundlagen der Informatik (Fach)

Gdl-FPRS-M: Functional Programming of Reactive Systems (6 ECTS, SS, jährlich).....	64
Gdl-Proj-M: Masterprojekt Grundlagen der Informatik (6 ECTS, WS, SS).....	67

i) Privatsphäre und Sicherheit in Informationssystemen (Fach)

PSI-AdvaSP-M: Advanced Security and Privacy (6 ECTS, SS, jährlich).....	135
PSI-ProjectSP-M: Project Security and Privacy (6 ECTS, WS, SS).....	138

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 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. Ein Projektmodul von 6 ECTS-Punkten kann aus dem Fachbereich der Informatik gewählt werden, alle anderen Projektmodule müssen der Angewandten Informatik entstammen.

AI-Proj1-M: Projektpraktikum 1 zur Angewandten Informatik (15 ECTS, WS, SS).....	11
AI-Proj2-M: Projektpraktikum 2 zur Angewandten Informatik (15 ECTS, WS, SS).....	13
AISE-Proj-M: Masterprojekt KI-Systementwicklung; AI & Ethics (6 ECTS, WS, jährlich).....	24
CG-ProjCGA-M: Masterprojekt Computergrafik (6 ECTS, SS, jährlich).....	33

CG-ProjVRAR-M: Project Virtual Reality / Augmented Reality (6 ECTS, WS, jährlich).....	34
DS-Proj-M: Project Dialogue Systems (6 ECTS, WS, SS).....	43
DSG-Proj-6-M: Masterprojekt Verteilte Systeme 6 ECTS (6 ECTS, WS, SS).....	52
Gdl-Proj-M: Masterprojekt Grundlagen der Informatik (6 ECTS, WS, SS).....	67
HCI-Proj-M: Projektpraktikum Mensch-Computer-Interaktion (6 ECTS, SS, jährlich).....	77
KInf-Projekt-M: Masterprojekt Kulturinformatik (6 ECTS, SS, jährlich).....	87
KTR-Proj: Projekt Kommunikationsnetze und -dienste (6 ECTS, WS, jährlich).....	103
KogSys-Proj-M: Master-Projekt Kognitive Systeme (6 ECTS, WS, SS).....	110
MI-Proj-M: Projekt zur Medieninformatik (6 ECTS, SS, jährlich).....	119
MII-ProjCR-M: Masterprojekt Kognitive Robotik (6 ECTS, SS, jährlich).....	125
MOBI-Proj-M: Master Project Mobile Software Systems (6 ECTS, WS, jährlich).....	132
PSI-ProjectSP-M: Project Security and Privacy (6 ECTS, WS, SS).....	138
SWT-PR1-M: Masterprojekt Softwaretechnik und Programmiersprachen (6 ECTS, WS, SS).....	144
SYSNAP-Project-M: Projekt Systemnahe Programmierung (6 ECTS, WS, SS).....	155
UxD-Proj-M: Masterprojekt User Experience and Design (6 ECTS, jährlich nach Bedarf WS oder SS).....	162
VIS-Proj-M: Masterprojekt Informationsvisualisierung (6 ECTS,).....	167
xAI-Proj-M: Masterprojekt Erklärbares Maschinelles Lernen (6 ECTS, WS, jährlich).....	178

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

AISE-Sem-M: Masterseminar zu KI-Systementwicklung (Oberseminar) (3 ECTS, WS, SS).....	25
CG-SemCGA-M: Seminar Grundlagen der Computergrafik und Animation (3 ECTS, WS, jährlich).....	35
CG-SemVRAR-M: Seminar Virtual Reality / Augmented Reality (3 ECTS, WS, jährlich).....	36
DS-Sem-M: Master Seminar Conversational AI (3 ECTS, WS, SS).....	45
HCI-Prop-M: Propädeutikum Mensch-Computer-Interaktion (3 ECTS, WS, jährlich).....	79
HCI-Sem-HCC-M: Masterseminar Human-Centred Computing (3 ECTS, SS, jährlich).....	81
HCI-Sem-M: Masterseminar Mensch-Computer-Interaktion (3 ECTS, WS, jährlich).....	83
KInf-Seminar-M: Masterseminar Kulturinformatik (3 ECTS, WS, jährlich).....	89
KogSys-Sem-M1: Master Seminar Kognitive Systeme (3 ECTS, WS, jährlich).....	112

KogSys-Sem-M2: Reading Club Kognitive Systeme (3 ECTS, SS, jährlich).....	114
MI-Sem-M: Masterseminar zur Medieninformatik (3 ECTS, WS, jährlich).....	121
MII-SemHRI-M: Masterseminar Mensch-Roboter-Interaktion (3 ECTS, WS, jährlich).....	126
UxD-Sem-M: Masterseminar User Experience and Design (3 ECTS, jährlich nach Bedarf WS oder SS).....	163
VIS-Sem-M: Masterseminar Informationsvisualisierung (3 ECTS, WS, SS).....	169
xAI-Sem-M1: Masterseminar Erklärbares Maschinelles Lernen (3 ECTS, WS, SS).....	180

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

AlgoK-Sem-M: Masterseminar Algorithmen und Komplexitätstheorie (3 ECTS, jährlich nach Bedarf WS und SS).....	30
DSG-Sem-M: Masterseminar zu Verteilten Systemen (3 ECTS, WS, SS).....	57
DT-DB42-M: Datenbanksysteme - Die Frage zu oder die bessere Antwort auf 42? (3 ECTS, jährlich nach Bedarf WS und SS).....	61
GdI-Sem-M: Masterseminar Grundlagen der Informatik (3 ECTS, jährlich nach Bedarf WS oder SS).....	69
KTR-Sem-M: Hauptseminar zu Kommunikationssystemen und Rechnernetzen (3 ECTS, jährlich nach Bedarf WS oder SS).....	106
MOBI-SEM-M: Master-Seminar Mobile Software Systems (3 ECTS, WS, jährlich).....	134
PSI-Sem-M: Seminar Research Topics in Security and Privacy (3 ECTS, WS, jährlich).....	140
SWT-SEM-M: Seminar Software Engineering and Programming Languages (Master) (3 ECTS, WS, SS).....	146
SYSNAP-SEM-M: Seminar System Software (3 ECTS, WS, SS).....	157
WI-Seminar1-M: Masterseminar aus der Fächergruppe Wirtschaftsinformatik (3 ECTS, WS, SS).....	171

6) A6 Masterarbeit (Modulgruppe) ECTS: 30

AI-Thesis-M: Masterarbeit in Angewandter Informatik (30 ECTS, WS, SS).....	15
--	----

Modul AI-Proj1-M Projektpraktikum 1 zur Angewandten Informatik <i>Project 1 in Applied Computer Science</i>		15 ECTS / 450 h 90 h Präsenzzeit 360 h Selbststudium
(seit WS16/17) Modulverantwortliche/r: Prof. Dr. Tom Gross Weitere Verantwortliche: Professorinnen und Professoren der Angewandten Informatik		
Inhalte: 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.		
Lernziele/Kompetenzen: 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.		
Sonstige Informationen: Der Arbeitsaufwand für dieses Modul gliedert sich in folgende Bereiche: <ul style="list-style-type: none"> • Teilnahme an einführenden Präsenzveranstaltungen • Teilnahme an Gruppenbesprechungen • Bearbeitung der Projektaufgabenstellung allein und im Team • Vorbereitung von Projektbesprechungen und -präsentationen • Prüfungsvorbereitung 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.		
Zulassungsvoraussetzung für die Belegung des Moduls: keine		
Empfohlene Vorkenntnisse: Empfohlene Vorkenntnisse werden von jedem anbietenden Fachgebiet festgelegt und bekannt gegeben.		Besondere Bestehensvoraussetzungen: keine
Angebotshäufigkeit: WS, SS	Empfohlenes Fachsemester:	Minimale Dauer des Moduls: 1 Semester

Lehrveranstaltungen	
Projektpraktikum 1 zur Angewandten Informatik Lehrformen: Übung Sprache: Deutsch/Englisch Angebotshäufigkeit: WS, SS	6,00 SWS
Lernziele: 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.

Modul AI-Proj2-M Projektpraktikum 2 zur Angewandten Informatik <i>Project 2 in Applied Computer Science</i>		15 ECTS / 450 h 90 h Präsenzzeit 360 h Selbststudium
(seit WS16/17) Modulverantwortliche/r: Prof. Dr. Tom Gross Weitere Verantwortliche: Professorinnen und Professoren der Angewandten Informatik		
Inhalte: 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.		
Lernziele/Kompetenzen: 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.		
Sonstige Informationen: Der Arbeitsaufwand für dieses Modul gliedert sich in folgende Bereiche: <ul style="list-style-type: none"> • Teilnahme an einführenden Präsenzveranstaltungen • Teilnahme an Gruppenbesprechungen • Bearbeitung der Projektaufgabenstellung allein und im Team • Vorbereitung von Projektbesprechungen und -präsentationen • Prüfungsvorbereitung 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.		
Zulassungsvoraussetzung für die Belegung des Moduls: keine		
Empfohlene Vorkenntnisse: Empfohlene Vorkenntnisse werden von jedem anbietenden Fachgebiet festgelegt und bekannt gegeben.		Besondere Bestehensvoraussetzungen: keine
Angebotshäufigkeit: WS, SS	Empfohlenes Fachsemester:	Minimale Dauer des Moduls: 1 Semester

Lehrveranstaltungen	
Projektpraktikum 2 zur Angewandten Informatik Lehrformen: Übung Sprache: Deutsch/Englisch Angebotshäufigkeit: WS, SS	6,00 SWS
Lernziele: 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.

Modul AI-Thesis-M Masterarbeit in Angewandter Informatik		30 ECTS / 900 h
<i>Master's Thesis in Applied Computer Science</i>		
(seit SS19)		
Modulverantwortliche/r: Prof. Dr. Tom Gross		
Weitere Verantwortliche: Professorinnen und Professoren der Angewandten Informatik		
Inhalte:		
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.		
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.		
Lernziele/Kompetenzen:		
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.		
Zulassungsvoraussetzung für die Belegung des Moduls:		
Die Zulassung im Masterstudiengang Angewandte Informatik mit 90 ECTS-Punkten setzt voraus, dass Module im Umfang von mindestens 30 ECTS-Punkten erfolgreich absolviert wurden.		
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.		
Empfohlene Vorkenntnisse:		Besondere
keine		Bestehensvoraussetzungen:
		keine
Angebotshäufigkeit: WS, SS	Empfohlenes Fachsemester:	Minimale Dauer des Moduls:
	ab dem 3.	1 Semester

Prüfung	
schriftliche Hausarbeit / Bearbeitungsfrist: 6 Monate	
Beschreibung:	
Die Note der schriftlichen Hausarbeit wird bei der Ermittlung der Modulnote mit 67 % gewichtet.	

Prüfung	
Kolloquium	
Beschreibung:	
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.	
--	--

Modul AISE-Auto Automation of First- and Higher-Order Logic <i>Automation of First- and Higher-Order Logic</i>		6 ECTS / 180 h
(seit SS23) Modulverantwortliche/r: Prof. Dr. Christoph Benzmüller		
Inhalte: 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.		
Lernziele/Kompetenzen: 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.		
Zulassungsvoraussetzung für die Belegung des Moduls: verpflichtende Nachweise de		
Empfohlene Vorkenntnisse: 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).		Besondere Bestehensvoraussetzungen: ECTS-Bedingungen de
Angebotshäufigkeit: SS, jährlich	Empfohlenes Fachsemester:	Minimale Dauer des Moduls: Semester

Lehrveranstaltungen	
Automation of First- and Higher-Order Logic Sprache: Deutsch Angebotshäufigkeit: SS, jährlich	6,00 SWS
Lernziele: 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.	
Inhalte: 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.	

<p>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.</p>	
---	--

<p>Prüfung mündliche Prüfung / Prüfungsdauer: 30 Minuten</p>	
---	--

Modul AISE-ETH Ethics and Epistemology of AI <i>Ethics and Epistemology of AI</i>		6 ECTS / 180 h
(seit SS22) Modulverantwortliche/r: Prof. Dr. Christoph Benz Müller		
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.		
Lernziele/Kompetenzen: 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.		
Sonstige Informationen: 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)		
Zulassungsvoraussetzung für die Belegung des Moduls: keine		
Empfohlene Vorkenntnisse: Basic knowledge in AI, philosophy or computational humanities.		Besondere Bestehensvoraussetzungen: keine
Angebotshäufigkeit: SS, jährlich	Empfohlenes Fachsemester:	Minimale Dauer des Moduls: 1 Semester
Lehrveranstaltungen		
1. Lecture Ethics and Epistemology of AI Lehrformen: Vorlesung Dozenten: Prof. Dr. Christoph Benz Müller Sprache: Englisch Angebotshäufigkeit: SS, jährlich		2,00 SWS
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		

<p>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.</p> <p>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.</p> <hr/> <p>Inhalte:</p> <p>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.</p> <hr/> <p>Literatur:</p> <p>selected research papers are announced in lecture course</p>	
<p>2. Lecture Ethics and Epistemology of AI</p> <p>Lehrformen: Übung</p> <p>Dozenten: Prof. Dr. Christoph Benz Müller</p> <p>Sprache: Englisch</p> <p>Angebotshäufigkeit: SS, jährlich</p> <hr/> <p>Lernziele:</p> <p>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.</p> <p>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.</p> <hr/> <p>Inhalte:</p> <p>This course takes an innovative and experimental approach to ethics with an interdisciplinary focus enabled by collaboration between the Computer</p>	<p>2,00 SWS</p>

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

Modul AISE-PLM-V Computational Metaphysics -- Mechanizing Principia Logico-Metaphysica <i>Computational Metaphysics -- Mechanizing Principia Logico-Metaphysica</i>		3 ECTS / 90 h
(seit SS23) Modulverantwortliche/r: Prof. Dr. Christoph Benzmüller Weitere Verantwortliche: Kirchner, Daniel, Dr.; Vestrucci, Andrea, Prof. Dr.		
Inhalte: 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.		
Lernziele/Kompetenzen: 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.		
Sonstige Informationen: Will be offered (ideally yearly) as block course in collaboration with Edward Zalta, PhD, Stanford University		
Zulassungsvoraussetzung für die Belegung des Moduls: keine		
Empfohlene Vorkenntnisse: Grundlagenkenntnisse in Logik und Metaphysik sind empfohlen.		Besondere Bestehensvoraussetzungen: keine
Angebotshäufigkeit: jährlich	Empfohlenes Fachsemester:	Minimale Dauer des Moduls: 1 Semester

Lehrveranstaltungen	
Computational Metaphysics -- Mechanizing Principia Logico-Metaphysica Sprache: Englisch Angebotshäufigkeit: SS, jährlich	2,00 SWS
Lernziele: 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.	
Inhalte: 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.	
Literatur: E. N. Zalta. <i>Abstract Objects: An Introduction to Axiomatic Metaphysics</i> . D. Reidel, 1983. ISBN: 9789027714749. E. N. Zalta. <i>Intensional Logic and the Metaphysics of Intentionality</i> . MIT Press, 1988. ISBN: 9780262240277. E. N. Zalta. Principia Logico-Metaphysica. https://mally.stanford.edu/principia.pdf . [accessed: January 30, 2023].	

E. N. Zalta. The Theory of Abstract Objects. <https://mally.stanford.edu/theory.html>. [accessed: January 30, 2023].

D. Kirchner. "Abstract Object Theory". In: *Archive of Formal Proofs* (Nov. 2022). <https://isa-afp.org/entries/AOT.html>, Formal proof development. ISSN: 2150-914x.

D. Kirchner. "Computer-Verified Foundations of Metaphysics and an Ontology of Natural Numbers in Isabelle/HOL". PhD thesis, FU Berlin, 2022. <https://refubium.fu-berlin.de/handle/fub188/35426>

D. Kirchner, C. Benzmüller, and E. N. Zalta. "Computer Science and Metaphysics: A Cross-Fertilization". In: *Open Philosophy* 2.1 (2019). Ed. by P. Grim, pp. 230–251. DOI: 10.1515/opphil-2019-0015.

D. Kirchner, C. Benzmüller, and E. N. Zalta. "Mechanizing Principia Logico-Metaphysica in Functional Type Theory". In: *Review of Symbolic Logic* 13.1 (2020), pp. 206–218. DOI: 10.1017/S1755020319000297.

Prüfung

mündliche Prüfung / Prüfungsdauer: 30 Minuten

Modul AISE-Proj-M Masterprojekt KI-Systementwicklung; AI & Ethics <i>Master Project AI System Engineering; AI & Ethics</i>		6 ECTS / 180 h
(seit SS24) Modulverantwortliche/r: Prof. Dr. Christoph Benzmüller Weitere Verantwortliche: Vestrucci, Schmid		
Inhalte: Dieses Projekt bietet eine Option für eine thematisch vertiefte und fokussierte Auseinandersetzung mit dem Thema AI & Ethics. Die Projektarbeit kann z.B. im Nachgang zur der Goethe-Institut Summer School on AI & Ethics oder der Veranstaltung AISE-ETH (Ethics and Epistemology of AI) durchgeführt werden um ein dort angerissenes Projektthema tiefgreifend zu bearbeiten.		
Lernziele/Kompetenzen: Erwerb von grundlegenden theoretischen und anwendungsorientierten Fachkenntnissen zum Thema AI & Ethics.		
Zulassungsvoraussetzung für die Belegung des Moduls: keine		
Empfohlene Vorkenntnisse: Teilnahme an der AI & Ethics Summer School mit dem Goethe-Institut oder alternativ Teilnahme an der Veranstaltung AISE-ETH (Ethics and Epistemology of AI).		Besondere Bestehensvoraussetzungen: keine
Angebotshäufigkeit: WS, jährlich	Empfohlenes Fachsemester:	Minimale Dauer des Moduls: 1 Semester
Lehrveranstaltungen		
Masterprojekt KI-Systementwicklung; AI & Ethics Lehrformen: Projektseminar Sprache: Deutsch Angebotshäufigkeit: SS, jährlich		4,00 SWS
Inhalte: Dieses Projekt bietet eine Option für eine thematisch vertiefte und fokussierte Auseinandersetzung mit dem Thema AI & Ethics. Die Projektarbeit kann z.B. im Nachgang zur der Goethe-Institut Summer School on AI & Ethics oder der Veranstaltung AISE-ETH (Ethics and Epistemology of AI) durchgeführt werden um ein dort angerissenes Projektthema tiefgreifend zu bearbeiten.		
Prüfung Kolloquium, schr. Hausarbeit / Prüfungsdauer: 30 Minuten		

Modul AISE-Sem-M Masterseminar zu KI-Systementwicklung (Oberseminar) <i>Masterseminar zu KI-Systementwicklung (Oberseminar)</i>		3 ECTS / 90 h
(seit SS22) Modulverantwortliche/r: Prof. Dr. Christoph Benzmüller		
Inhalte: This seminar covers selected topics from across the spectrum of interests of the AISE research group. These research activities lie at the intersection of artificial intelligence, philosophy, mathematics, computer science, and natural language and cover topics such as: <ul style="list-style-type: none"> • mechanisation of normative reasoning and explanation in computers to develop trusted AI systems • hybrid AI systems: automated reasoning, machine learning and agent-based architectures • AI & ethics, AI & law • rational argumentation • universal logical reasoning • logico-pluralistic knowledge representation and reasoning methodologies and infrastructures • applications: e.g. in computational metaphysics (e.g., Gödel's ontological argument), machine ethics, mathematical foundations (e.g., category theory) • automated theorem proving (e.g. Leo theorem provers) and model finding • interactive/automated theorem proving in research and education 		
Lernziele/Kompetenzen: Participating students will be introduced to current research questions and papers from the AISE group's spectrum of interest. Students will explore, prepare and present a selected topic and acquire in depth knowledge about the involved research questions and challenges. Ideally, this work will lead to a subsequent topic for a thesis project. Presentations of research topics related to a running thesis project are also welcome. Students will learn to assess and review research papers and to prepare and present own papers.		
Sonstige Informationen: The main language of instruction in this course is English. In addition to the contributions by participating students there will be presentations by PhD students and guest researchers.		
Zulassungsvoraussetzung für die Belegung des Moduls: keine		
Empfohlene Vorkenntnisse: Basic knowledge on AI, logic, theoretical computer science and mathematics; background in theoretical philosophy may also be useful. Ideally participants have attended at least one prior course of the AISE group.		Besondere Bestehensvoraussetzungen: ECTS-Bedingungen de
Angebotshäufigkeit: WS, SS	Empfohlenes Fachsemester:	Minimale Dauer des Moduls: 1 Semester Semester
Lehrveranstaltungen		
AISE-Sem-M: Masterseminar zu KI-Systementwicklung (Oberseminar) Lehrformen: Seminar		2,00 SWS

Dozenten: Prof. Dr. Christoph Benzmüller

Sprache: Englisch

Angebotshäufigkeit: WS, SS

Lernziele:

Participating students will be introduced to current research questions and papers from the AISE group's spectrum of interest. Students will explore, prepare and present a selected topic and acquire in depth knowledge about the involved research questions and challenges. Ideally, this work will lead to a subsequent topic for a thesis project. Presentations of research topics related to a running thesis project are also welcome. Students will learn to assess and review research papers and to prepare and present own papers.

Inhalte:

This seminar covers selected topics from across the spectrum of interests of the AISE research group. These research activities lie at the intersection of artificial intelligence, philosophy, mathematics, computer science, and natural language and cover topics such as:

- mechanisation of normative reasoning and explanation in computers to develop trusted AI systems
- hybrid AI systems: automated reasoning, machine learning and agent-based architectures
- AI & ethics, AI & law
- rational argumentation
- universal logical reasoning
- logico-pluralistic knowledge representation and reasoning methodologis and infrastructures
- applications: e.g. in computational metaphysics (e.g., Gödel's ontological argument), machine ethics, mathematical foundations (e.g., category theory)
- automated theorem proving (e.g. Leo theorem provers) and model finding
- interactive/automated theorem proving in research and education

Literatur:

to be announced in lecture course

Prüfung

Referat mit schriftl. Hausarbeit / Prüfungsdauer: 30 Minuten

Bearbeitungsfrist: 3 Monate

Zulassungsvoraussetzung zur Modulprüfung:

Continuous attendance in the seminar sessions is mandatory, cf. §9 (10) APO.

Beschreibung:

The module examination consists of two parts, a seminar presentation (in English) and a term paper (in English).

Modul AISE-UL Universelle Logik & Universelles Schließen		6 ECTS / 180 h
<i>Universal Logic & Universal Reasoning</i>		
(seit WS22/23)		
Modulverantwortliche/r: Prof. Dr. Christoph Benz Müller		
Inhalte:		
<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.</p>		
Lernziele/Kompetenzen:		
<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>		
Sonstige Informationen:		
<p>The main language of instruction in this course is English. The overall workload of 180h for this module consists of:</p> <ul style="list-style-type: none"> • weekly classes: 22h • tutorials: 8h • Work on assignment: 90h • Literature study 40h • preparation for and time of the final exam: 20h 		
Zulassungsvoraussetzung für die Belegung des Moduls:		
keine		
Empfohlene Vorkenntnisse:		Besondere Bestehensvoraussetzungen:
Basic knowledge about classical and non-classical logics, theoretical computer science.		non
Angebotshäufigkeit: WS, jährlich	Empfohlenes Fachsemester:	Minimale Dauer des Moduls:
		1 Semester Semester
Lehrveranstaltungen		
AISE-UL: Universal Logic & Universal Reasoning (Universelle Logik & Universelles Schließen)		2,00 SWS
Lehrformen: Vorlesung und Übung		
Dozenten: Prof. Dr. Christoph Benz Müller		

<p>Sprache: Englisch Angebotshäufigkeit: WS, jährlich</p> <hr/> <p>Lernziele: 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>Inhalte: Introduction to and discussion of tools and practical issues closely related to the topics discussed in the lecture as well as solutions of problems that come up during working on the practical assignment.</p> <hr/> <p>Literatur: will be announced in lecture course</p>	
<p>Prüfung schriftliche Prüfung (Klausur), AISE-UL: Universal Logic & Universal Reasoning (Universelle Logik & Universelles Schließen)</p> <p>Beschreibung: 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>Note: 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>Lehrveranstaltungen</p>	
<p>AISE-UL: Universal Logic & Universal Reasoning (Universelle Logik & Universelles Schließen) Lehrformen: Übung Dozenten: Prof. Dr. Christoph Benzmüller Sprache: Englisch Angebotshäufigkeit: WS, jährlich</p> <hr/> <p>Lernziele: 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>Inhalte:</p>	<p>2,00 SWS</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

Modul AlgoK-Sem-M Masterseminar Algorithmen und Komplexitätstheorie <i>Master Seminar Algorithms and Complexity Theory</i>		3 ECTS / 90 h
Modulverantwortliche/r: Prof. Dr. Isolde Adler		
Inhalte: Selected topics in the area of Algorithms and Complexity Theory.		
Lernziele/Kompetenzen: Ability to develop problem solutions from independent research into the current academic literature, specifically with focus on mathematical tools; Ability to communicate complex problem solving approaches orally and in writing. Promotion of scientific curiosity and the formation of a self-confident attitude towards research and problem solving.		
Zulassungsvoraussetzung für die Belegung des Moduls: keine		
Empfohlene Vorkenntnisse: Discrete mathematics, in particular graph theory; mathematical proof techniques; algorithms and data structures; elementary logic and algebra; LaTeX. English language skills at level B2 (UniCert II) or above.		Besondere Bestehensvoraussetzungen: keine
Angebotshäufigkeit: jährlich nach Bedarf WS und SS	Empfohlenes Fachsemester:	Minimale Dauer des Moduls: 1 Semester

Lehrveranstaltungen	
Master Seminar Algorithms and Complexity Theory Lehrformen: Seminar Dozenten: Prof. Dr. Isolde Adler Sprache: Englisch/Deutsch Angebotshäufigkeit: jährlich nach Bedarf WS und SS	2,00 SWS
Inhalte: Selected topics in the area of Algorithms and Complexity Theory are presented by the participants. The module will be taught in English or German. English is the default language.	
Literatur: Relevant literature will be communicated at the beginning of the semester and during the first sessions.	

Prüfung Referat mit schriftl. Hausarbeit / Prüfungsdauer: 30 Minuten Bearbeitungsfrist: 4 Monate Zulassungsvoraussetzung zur Modulprüfung: Regular participation at the seminar. Beschreibung: Presentation (30 minutes) and a written report (4 months).	
--	--

Modul AlgoK-TAG Tree decompositions, algorithms and games <i>Baumzerlegungen, Algorithmen und Spiele</i>	6 ECTS / 180 h
(seit WS23/24) Modulverantwortliche/r: Prof. Dr. Isolde Adler	
<p>Inhalte:</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 all 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>Lernziele/Kompetenzen:</p> <p>On completion of this module, students should</p> <ul style="list-style-type: none"> - be familiar with classical NP-complete problems on graphs and how to solve them efficiently on trees using dynamic programming - be able to demonstrate an in-depth understanding of tree decompositions, algorithms for computing tree decompositions, and algorithms on tree decompositions - be able to demonstrate an in-depth understanding of the cops-and-robber game, its game theoretic properties and its connection to tree decompositions - be able to design algorithms for the relevant problems, including analysis of runtime and correctness proofs - 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 - be aware of the practical applications and limitations of the results - appreciate and understand in-depth the role of proofs in the area of algorithm design 	

- 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: <ul style="list-style-type: none"> • 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: <ul style="list-style-type: none"> • 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.	
--	--

Modul CG-ProjCGA-M Masterprojekt Computergrafik		6 ECTS / 180 h
<i>Project Computer Graphics</i>		
(seit SS23) Modulverantwortliche/r: N.N.		
Inhalte: Autodesk Maya is a software that is widely used in the creation of 3D movies. In this course, you will learn how to create and animate your own 3D animations using Maya. Topics for the course include 3D graphics concepts, modeling, shading, texturing, lighting, rendering, animation, and rigging. Participants will gain first experience in smaller individual projects and be able to expand their knowledge in a larger group project.		
Lernziele/Kompetenzen: The workload of this module is expected to be roughly as follows: <ul style="list-style-type: none"> • Class meetings: ~ 35h • Weekly assignments: ~ 35h • Individual projects: ~ 40h • Group project: ~60h • Written report and presentation: ~10h 		
Zulassungsvoraussetzung für die Belegung des Moduls: verpflichtende Nachweise de		
Empfohlene Vorkenntnisse: keine		Besondere Bestehensvoraussetzungen: keine
Angebotshäufigkeit: SS, jährlich	Empfohlenes Fachsemester:	Minimale Dauer des Moduls: 1 Semester
Lehrveranstaltungen		
Masterprojekt Computergrafik Lehrformen: Projekt Sprache: Deutsch/Englisch		4,00 SWS
Prüfung Hausarbeit mit Kolloquium		

Modul CG-ProjVRAR-M Project Virtual Reality / Augmented Reality <i>Project Virtual Reality / Augmented Reality</i>		6 ECTS / 180 h
(seit WS23/24) Modulverantwortliche/r: Prof. Dr. Sophie Jörg		
Inhalte: Virtual reality and augmented reality are becoming increasingly popular. After learning basic concepts and tools, students will implement a VR/AR application typically in relation to current research projects.		
Lernziele/Kompetenzen: Students learn how to design, implement, and program a VR/AR system in practice. Teamwork, project management, and problem solving skills are trained.		
Sonstige Informationen: The main programming language for implementation is C#. The workload of this project is expected to be roughly as follows: <ul style="list-style-type: none"> • Class meetings: ~35h • Individual assignments and preparation: 40h • Group project: ~90h • Written report and presentation: ~15h 		
Zulassungsvoraussetzung für die Belegung des Moduls: keine		
Empfohlene Vorkenntnisse: Good programming skills in C# (or C++ or Java) Previous knowledge in VR or AR through a course or seminar is advantageous.		Besondere Bestehensvoraussetzungen: keine
Angebotshäufigkeit: WS, jährlich	Empfohlenes Fachsemester:	Minimale Dauer des Moduls: 1 Semester

Lehrveranstaltungen	
Project Virtual Reality / Augmented Reality Lehrformen: Projekt Sprache: Englisch/Deutsch Angebotshäufigkeit: WS, jährlich	4,00 SWS
Prüfung Hausarbeit mit Kolloquium / Prüfungsdauer: 30 Minuten Zulassungsvoraussetzung zur Modulprüfung: Regelmäßige Teilnahme an der Lehrveranstaltung	

Modul CG-SemCGA-M Seminar Grundlagen der Computergrafik und Animation <i>Seminar Grundlagen der Computergrafik und Animation</i>		3 ECTS / 90 h
(seit SS23) Modulverantwortliche/r: Prof. Dr. Sophie Jörg		
Inhalte: Computergenerierte Inhalte sind weit verbreitet, z. B. in Filmen, virtuellen Welten oder Lernanwendungen. In diesem Seminar betrachten wir Grundlagen und Algorithmen der Computergrafik und Animation. Anhand von Präsentationen und ausgewählter Literatur erlernen wir Kenntnisse zu verschiedenen Schritten der Computergrafik-Pipeline, die beschreibt, wie wir 3D Szenen auf einem Bildschirm darstellen können. Themen können z. B. Rasterung, Kameratransformationen und hierarchische Modelle für die Animation beinhalten. Die Teilnehmer erwerben dabei Kompetenzen im Erstellen einer mündlichen Präsentation und einer schriftlichen Arbeit. Allgemeine Literatur: Steve Marschner and Peter Shirley. 2021. "Fundamentals of Computer Graphics", 5th edition (3rd or 4th edition is also fine), A K Peters/CRC Press. Rick Parent. 2012. "Computer Animation: Algorithms and Techniques", 3rd Edition, Morgan Kaufmann.		
Lernziele/Kompetenzen: keine		
Zulassungsvoraussetzung für die Belegung des Moduls: keine		
Empfohlene Vorkenntnisse: Vorkenntnisse in linearer Algebra insbesondere Matrizenrechnung oder die Bereitschaft sich diese anzueignen werden erwartet.		Besondere Bestehensvoraussetzungen: keine
Angebotshäufigkeit: WS, jährlich	Empfohlenes Fachsemester:	Minimale Dauer des Moduls: 1 Semester
Lehrveranstaltungen		
Seminar Grundlagen der Computergrafik und Animation Lehrformen: Seminar Sprache: Deutsch/Englisch Angebotshäufigkeit: SS, jährlich		2,00 SWS
Prüfung Referat mit schriftl. Hausarbeit / Prüfungsdauer: 20 Minuten Bearbeitungsfrist: 2 Monate		

Modul CG-SemVRAR-M Seminar Virtual Reality / Augmented Reality <i>Seminar Virtual Reality / Augmented Reality</i>		3 ECTS / 90 h
(seit WS23/24) Modulverantwortliche/r: Prof. Dr. Sophie Jörg		
Inhalte: Virtual reality (VR) and augmented reality (AR) are becoming increasingly popular. In such worlds we are represented by virtual characters called avatars. In this seminar, we will explore topics related to virtual reality, augmented reality, and avatars. We will read and critically discuss state-of-the-art research, learn about experiment design in the field, identify open questions, and think about how to design experiments to answer these. Participants will choose selected subtopics and present them as well as create a written seminar report.		
Lernziele/Kompetenzen: Participants will practice methods for academic writing and presentations as well as get an understanding of current research topics in virtual reality and augmented reality.		
Sonstige Informationen: Typical work load: <ul style="list-style-type: none"> • Meetings and talks: ~20h • Literature search and reading: ~25h • Preparation of presentation: ~15h • Written report: ~30h 		
Zulassungsvoraussetzung für die Belegung des Moduls: keine		
Empfohlene Vorkenntnisse: Basic knowledge in virtual reality or user studies is advantageous.		Besondere Bestehensvoraussetzungen: keine
Angebotshäufigkeit: WS, jährlich	Empfohlenes Fachsemester:	Minimale Dauer des Moduls: 1 Semester

Lehrveranstaltungen	
Seminar Virtual Reality / Augmented Reality Lehrformen: Seminar Sprache: Englisch/Deutsch Angebotshäufigkeit: WS, jährlich	2,00 SWS

Prüfung Referat mit schriftl. Hausarbeit / Prüfungsdauer: 20 Minuten Bearbeitungsfrist: 2 Monate Beschreibung: Participants will give a talk on a selected topic and submit a written seminar report.	
---	--

Modul CG-VRAR-M Virtual Reality / Augmented Reality		6 ECTS / 180 h
<i>Virtual Reality / Augmented Reality</i>		
(seit SS24)		
Modulverantwortliche/r: Prof. Dr. Sophie Jörg		
<p>Inhalte:</p> <p>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.</p> <p>This course introduces students to the fundamental principles of Virtual Reality and Augmented Reality. The core topics are</p> <ul style="list-style-type: none"> • Basic Principles and Visual Perception • Display Technologies from Head-Mounted Displays for VR to handheld AR devices • Tracking Technologies • Navigation and Interaction • Avatars and Self-Avatars • Evaluating AR and VR Experiences and Systems 		
<p>Lernziele/Kompetenzen:</p> <p>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.</p>		
<p>Zulassungsvoraussetzung für die Belegung des Moduls:</p> <p>Keine</p>		
<p>Empfohlene Vorkenntnisse:</p> <p>Programming skills in C# (or C++ or Java).</p>		<p>Besondere Bestehensvoraussetzungen:</p> <p>keine</p>
<p>Angebotshäufigkeit: SS, jährlich</p>	<p>Empfohlenes Fachsemester:</p>	<p>Minimale Dauer des Moduls:</p> <p>1 Semester</p>

Lehrveranstaltungen	
<p>1. Virtual Reality / Augmented Reality</p> <p>Lehrformen: Vorlesung</p> <p>Sprache: Englisch/Deutsch</p> <p>Angebotshäufigkeit: SS, jährlich</p> <hr/> <p>Inhalte:</p> <p>See module description.</p> <hr/> <p>Literatur:</p> <p>Literature will be specified at the beginning of the course.</p>	<p>2,00 SWS</p>
<p>2. Virtual Reality / Augmented Reality</p> <p>Lehrformen: Übung</p>	<p>2,00 SWS</p>

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.

Modul DS-ConvAI-M Advanced Dialogue Systems and Conversational AI		6 ECTS / 180 h
<i>Advanced Dialogue Systems and Conversational AI</i>		
(seit SS24)		
Modulverantwortliche/r: Prof. Dr. Stefan Ultes		
Inhalte:		
<p>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-M, 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.</p>		
Lernziele/Kompetenzen:		
<p>In this course, students will learn/recap theoretical foundations about conversational AI and dialogue systems technology and modelling. Participants will learn about 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 also touching the usage of linguistic representations such as word embeddings. Students will gain insights into dialogue modelling through reinforcement learning and deep reinforcement learning and how to derive a suitable objective function. Participants will learn 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.</p> <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.</p>		
Sonstige Informationen:		
<p>The lecture is conducted in English. The workload of this module is expected to be roughly as follows:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Lecture: 21h • Preparation of lectures and analysis of further sources: 30h • Practical accompanying lecture: 21h • Work on the actual assignments: 75h • Preparation for exam: 30h 		
Zulassungsvoraussetzung für die Belegung des Moduls:		
none		
Empfohlene Vorkenntnisse:		Besondere Bestehensvoraussetzungen:
<p>Good working knowledge of programming (e.g., in Python); Recommended (not mandatory) completion of modules: Einführung in die KI/Introduction to AI [AI-KI-B], Einführung in die Dialogsysteme/ Introduction to Dialogue Systems [DS-IDS-M], Deep Learning [xAI-DL-M]</p>		keine
Angebotshäufigkeit: SS, jährlich	Empfohlenes Fachsemester:	Minimale Dauer des Moduls: Semester

Lehrveranstaltungen	
<p>1. Advanced Dialogue Systems and Conversational AI</p> <p>Lehrformen: Vorlesung Dozenten: Prof. Dr. Stefan Ultes Sprache: Englisch/Deutsch Angebotshäufigkeit: SS, jährlich</p> <hr/> <p>Lernziele: see module description</p> <hr/> <p>Inhalte: 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"> • Machine-learning based methods to various spoken dialogue system modules • Statistical Spoken Dialogue Systems • Large Language Models and their application in Conversational AI • End-to-end Neural Dialogue Generators • Evaluation techniques 	2,00 SWS
<p>2. Advanced Dialogue Systems and Conversational AI (Practicals)</p> <p>Lehrformen: Übung Dozenten: N.N. Sprache: Englisch/Deutsch Angebotshäufigkeit: SS, jährlich</p> <hr/> <p>Lernziele: see module description</p> <hr/> <p>Inhalte: 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>	2,00 SWS
<p>Prüfung mündliche Prüfung / Prüfungsdauer: 30 Minuten</p> <p>Beschreibung: The content that is relevant for the exam consists of the content presented both in the lecture and in the practicals (including the assignments).</p>	

Modul DS-IDS-M Einführung in die Dialogsysteme <i>Introduction to Dialogue Systems</i>		6 ECTS / 180 h
(seit WS23/24) Modulverantwortliche/r: Prof. Dr. Stefan Ultes		
Inhalte: Dieses Modul befasst sich mit Dialog als sprachlichem Verhalten und seiner Modellierung in technischen Systemen. Es führt in das Gebiet der Sprachdialogtechnologie ein und beinhaltet die gesamte Verarbeitungskette eines Dialogsystems: akustische Signalverarbeitung, Spracherkennung, natürliches Sprachverstehen, Dialogmanagement, Sprachgenerierung und Sprachsynthese. Industrieunternehmen, die im Bereich der Sprachdialogsysteme arbeiten, werden an einzelnen Terminen Gastvorlesungen halten. In der Übung werden ausgewählte Methoden und Sachverhalte vertieft und praktisch umgesetzt.		
Lernziele/Kompetenzen: Nach erfolgreicher Teilnahme an dem Kurs sollten Sie folgende Kenntnisse erworben haben: <ul style="list-style-type: none"> • Allgemeines theoretisches Verständnis der Sprachdialogtechnologie • Verständnis von Dialogmodellierung und der üblichen Modularisierung dieser Aufgabe • Überblick über den aktuellen Stand der Technik für die sprachtechnologisch Anwendung Dialogsystem • Kenntnis der Grundlagen der einzelnen Themengebiete eines modularen Dialogsystems 		
Sonstige Informationen: Die Arbeitsumfänge gestalten sich typischerweise wie folgt: <ul style="list-style-type: none"> • Vorlesung: ~30h • Vor- und Nachbereitung der Vorlesung: ~30h • Prüfungsvorbereitung: ~30h • Übung: ~90h 		
Zulassungsvoraussetzung für die Belegung des Moduls: keine		
Empfohlene Vorkenntnisse: Empfohlene Module: Einführung in die KI [AI-KI-B]		Besondere Bestehensvoraussetzungen: keine
Angebotshäufigkeit: WS, jährlich	Empfohlenes Fachsemester:	Minimale Dauer des Moduls: Semester
Lehrveranstaltungen		
1. Einführung in die Dialogsysteme Lehrformen: Vorlesung Dozenten: Prof. Dr. Stefan Ultes Sprache: Deutsch Angebotshäufigkeit: WS, jährlich		2,00 SWS
Lernziele: siehe Modulbeschreibung		
Inhalte: In der Vorlesung werde unter anderem die folgenden Themen behandelt:		

<ul style="list-style-type: none"> • Akustische Vorverarbeitung • Spracherkennung (Automatic Speech Recognition) • Sprachverstehen (Natural Language Understanding) • Dialogmanagement • Sprachgenerierung (Natural Language Generation) • Sprachsynthese • Statistische Sprachdialogsysteme <p>Literatur:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Stuart Russell, Peter Norvig: "Artificial Intelligence: A Modern Approach" • Michael McTear: "Conversational AI: Dialogue Systems, Conversational Agents, and Chatbots" • Dan Jurafsky, James H. Martin: "Speech and Language Processing" • Michael McTear: "Spoken Dialogue Systems Technology" 	
<p>2. Einführung in die Dialogsysteme (Übung)</p> <p>Lehrformen: Übung</p> <p>Dozenten: Prof. Dr. Stefan Ultes</p> <p>Sprache: Deutsch</p> <p>Angebotshäufigkeit: WS, jährlich</p> <hr/> <p>Lernziele: siehe Modulbeschreibung</p> <hr/> <p>Inhalte: In der Übung werden ausgewählte Methoden und Sachverhalte vertieft und parktisch umgesetzt.</p>	<p>2,00 SWS</p>
<p>Prüfung mündliche Modulprüfung / Prüfungsdauer: 30 Minuten</p> <p>Beschreibung: Gegenstand der Prüfung sind sowohl alle Inhalte der Vorlesung (inklusive der Gastvorlesungen) als auch der Übung.</p>	

Modul DS-Proj-M Project Dialogue Systems <i>Project Dialogue systems</i>		6 ECTS / 180 h
(seit SS24) Modulverantwortliche/r: Prof. Dr. Stefan Ultes		
Inhalte: The goal is to implement and gain a practical understanding of the different modules of a spoken dialogue system. The focus will lay on the basic functionality of each module and how to implement it in an industry-like development process. Participants will gain theoretical knowledge about the dialogue system modules with a stronger focus on practical knowledge by implementing these modules using a ticket-based development flow. At the end of the semester, each group will present their results together with a demo of the system and each student will hand in a technical project report.		
Lernziele/Kompetenzen: The learning goals for this course are the following: the participants <ul style="list-style-type: none"> • learn to familiarise themselves individually with the practical aspects of dialogue systems and to share these with their group members, • are able to implement parts of a dialogue system to realize a given use-case scenario, • understand, how the dialogue system modules operate and inter-operate with each other • are able to realize a challenging implementation task as a team using industry-like development flows, identify challenges that arise from such a way working and jointly find solutions. 		
Sonstige Informationen: The project provides the opportunity to work in groups of 4-5 students in a hands-on fashion. For the implementation and project work, you are expected use Python and git. Other libraries are free to choose. Typical work load: <ul style="list-style-type: none"> • Meetings and talks: ~25h • Familiarization with the project: ~30h • Implementation: ~90h • Preparation of presentation and report: ~35h 		
Zulassungsvoraussetzung für die Belegung des Moduls: keine		
Empfohlene Vorkenntnisse: Good working knowledge of programming (e.g., in Python) and git; Recommended completion of modules: Einführung in die KI/ Introduction to AI [AI-KI-B], Einführung in die Dialogsysteme/ Introduction to Dialogue Systems [DS-IDS-M]		Besondere Bestehensvoraussetzungen: keine
Angebotshäufigkeit: WS, SS	Empfohlenes Fachsemester:	Minimale Dauer des Moduls: Semester
Lehrveranstaltungen		
Project Dialogue Systems Lehrformen: Projektseminar Dozenten: Prof. Dr. Stefan Ultes Sprache: Englisch/Deutsch Angebotshäufigkeit: WS, SS		4,00 SWS

Lernziele:

see module description

Inhalte:

The students will need to find their own implementation for the dialogue system modules for a given use-case scenario:

- Natural Language Understanding
- Dialogue Management
- Natrual Language Generation

Prüfung

Hausarbeit mit Kolloquium / Prüfungsdauer: 45 Minuten

Beschreibung:

The content of the colloquium and the term paper consists of the implementation work done during the course of the semester. The terms and conditions (e.g., deadline) of the term paper and of the colloquium will be announced at the beginning of each course.

Modul DS-Sem-M Master Seminar Conversational AI <i>Master Seminar Conversational AI</i>		3 ECTS / 90 h
(seit SS23) Modulverantwortliche/r: Prof. Dr. Stefan Ultes		
Inhalte: Chatbots like ChatGPT and digital personal assistants like Siri, Google Assistant and Alexa have become indispensable in today's world thanks to their ability to engage in language-based interaction. These systems are classified as conversational AI or (spoken) dialogue systems. In this module, participants will dive deep into the Conversational AI literature and scientifically prepare and present a state-of-the-art research topic.		
Lernziele/Kompetenzen: The learning goals for this course are the following: the participants <ul style="list-style-type: none"> • learn to familiarise themselves individually and independently with their respective topic, • train and understand methods of scientific writing and oral communication, • learn to discuss and evaluate methods and approaches in the area of Conversational AI, • develop a deep understanding of their respective topic including possible applications and limitations. 		
Sonstige Informationen: The seminar provides the opportunity to work alone or in small groups up to 3 students, depending on the topic and the total number of students in the seminar. Typical work load: <ul style="list-style-type: none"> • Meetings and talks: ~10h • Familiarization with and research about the topic: ~40h • Preparation of the presentation: ~15h • Preparation of the term paper: ~25h 		
Zulassungsvoraussetzung für die Belegung des Moduls: keine		
Empfohlene Vorkenntnisse: Good knowledge of Machine Learning and Deep Learning recommended; Recommended completion of modules: xAI-DL-M: Deep Learning		Besondere Bestehensvoraussetzungen: keine
Angebotshäufigkeit: WS, SS	Empfohlenes Fachsemester:	Minimale Dauer des Moduls: 1 Semester

Lehrveranstaltungen	
Master Seminar Conversational AI Lehrformen: Seminar Sprache: Englisch/Deutsch Angebotshäufigkeit: WS, SS	2,00 SWS
Lernziele: see module description	
Inhalte: The Seminar covers topics from Conversational AI, with each semester having a different theme and execution.	

Prüfung

Hausarbeit mit Referat / Prüfungsdauer: 45 Minuten

Zulassungsvoraussetzung zur Modulprüfung:

Regular and active participation in the seminar

Beschreibung:

The content of the colloquium and the term paper consists of the implementation work done during the course of the semester. The terms and conditions (e.g., deadline) of the term paper and of the presentation will be announced at the beginning of each course.

Modul DSG-DSAM-M Distributed Systems Architecture and Middleware		6 ECTS / 180 h
<i>Distributed Systems Architectures and Middleware</i>		45 h Präsenzzeit
		135 h Selbststudium
(seit WS19/20)		
Modulverantwortliche/r: Prof. Dr. Guido Wirtz		
Inhalte:		
<p>Distributed Systems are at the heart of modern computing. Web storage, web applications, cross-organizational information systems, enterprise information systems, ... almost anything is a distributed system. Even simple tasks such as the synchronization of a mobile device with a desktop machine is subject to distributed systems rules. While DSG-IDistrSys focuses on the fundamental principles of distributed systems and some low-level implementation technologies this course investigates enterprise-level distributed computing.</p> <p>This course introduces students to the ideas, benefits, technologies and issues related to server-centric distributed systems and middleware in general. The core topics are centered around component technologies such as Java EJBs, Business-to-Business technologies like EDI and ebXML, and Cloud Computing facilities like Google App Engine and Windows Azure. Thus the course introduces and discusses in-depth topics concerning distributed middleware and its practical use:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Characteristics and Foundations of Distributed Systems • Classical Middleware and Services • Concurrency and Synchronization • Component Technologies • Cloud Computing, in particular platform as a service • Business-to-Business Technologies <p>The selection of topics and teaching method of this course reflects the Distributed Systems Group's (DSG) dedication to integrate business and IT, theory and practice, research and teaching. You not only will be taught the classical way, but you will have hands-on experience on middleware development and middleware tools. Also, you will get the chance to discuss selected publications with your lecturers.</p>		
Lernziele/Kompetenzen:		
Students are able to evaluate, plan, design and implement server-centric distributed systems. Students are familiar with recent approaches and standards for building and managing such systems, know about the central problems involved as well as ways to overcome these issues. Students have hands-on experience with up-to-date middleware and tools for building server-centric systems.		
Sonstige Informationen:		
The main language of instruction in this course is English.		
Zulassungsvoraussetzung für die Belegung des Moduls:		
Basic knowledge in software engineering and in distributed systems as introduced, e.g., in the module DSG-IDistrSys-B (or DSG-DistrSys-M).		
Empfohlene Vorkenntnisse:		Besondere
Basic knowledge in software engineering and in distributed systems as introduced, e.g., in the module DSG-IDistrSys-B or DSG-DistrSys-M.		Bestehensvoraussetzungen:
		keine
Angebotshäufigkeit: WS, jährlich	Empfohlenes Fachsemester:	Minimale Dauer des Moduls:
		1 Semester

Lehrveranstaltungen	
<p>1. Distributed Systems Architecture and Middleware</p> <p>Lehrformen: Vorlesung Dozenten: Prof. Dr. Guido Wirtz Sprache: Englisch Angebotshäufigkeit: WS, jährlich</p> <hr/> <p>Lernziele: c.f. overall module description</p> <hr/> <p>Inhalte: c.f. overall module description</p> <hr/> <p>Literatur: This is a fast emerging field with new insights every year. So, up-to-date literature will be provided at the beginning of each course.</p>	2,00 SWS
<p>2. Distributed Systems Architecture and Middleware</p> <p>Lehrformen: Übung Dozenten: Mitarbeiter Praktische Informatik Sprache: Englisch/Deutsch Angebotshäufigkeit: WS, jährlich</p> <hr/> <p>Inhalte: Introduction to and discussion of tools and practical issues closely related to the topics discussed in the lecture as well as solutions of problems that come up during working on the practical assignment.</p> <hr/> <p>Literatur: see lecture</p>	2,00 SWS
<p>Prüfung Hausarbeit mit Kolloquium / Prüfungsdauer: 15 Minuten Bearbeitungsfrist: 3 Monate</p> <p>Beschreibung: Oral examination concerning the topics discussed in the lecture, exercises and assignment. Students may choose English or German as the language for the oral examination. Examinations will take place at the end of the winter term or at the begin of the summer term (students may choose one of them).</p> <p>Students are assumed to work on a programming assignment ('schriftliche Hausarbeit') during the semester that is introduced at the beginning of the semester and uses the most important technologies discussed during the semester.</p> <p>Note: Without working on the programming assignment over the term students may run into problems during their oral examination (Kolloquium) as we discuss questions concerning topics from the lectures as well as from the assignment; questions about the assignment are based on the assignment solution programmed by the students.</p>	

Modul DSG-DistrSys-M Distributed Systems <i>Distributed Systems</i>	6 ECTS / 180 h 45 h Präsenzzeit 135 h Selbststudium
(seit SS20) Modulverantwortliche/r: Prof. Dr. Guido Wirtz	
Inhalte: Nowadays infrastructure and business relies more or less on distributed systems of various flavors. Most of our civilization would not work any more if all distributed systems would fail. So, that should be a good reason for anyone planning to work in the context of IT to be fluent with the characteristics and conceptual as well as technical issues of such systems. The course discusses and compares the different flavors of and problems with distributed systems, presents solutions to the most common problems arising with this kind of systems and teaches general techniques and architectures that are essential to make distributed systems work. These aspects are discussed with a focus on both, conceptual (using selected research papers) as well as practical, technical and algorithmic topics. Additionally, the course also addresses state-of-the-art techniques how to build distributed systems in practice using Java-based technologies like process interaction, synchronization, remote procedure calls and web service infrastructure as well as basic cloud techniques. Students are required to work (in groups) on an assignment using different technologies in order to combine the theoretical concepts with practical experience and ... Yes, we program!	
Lernziele/Kompetenzen: Students know about the characteristics and different flavors of distributed systems, understand the essential differences compared to monolithic, centralized systems as well as their consequences when designing, architecting and building distributed systems. Students are able to apply the common algorithmic techniques and programming paradigms in order to build distributed systems themselves. Students know about the different architectural approaches to build and manage small- to medium-scale distributed systems and are capable of making well-founded architectural decisions for different use-cases. Students have gained experience with practically building and running distributed systems using state-of-the-art technologies.	
Sonstige Informationen: The language of instruction in this course is English. The overall workload of 180h for this module consists of: <ul style="list-style-type: none"> • weekly classes: 22.5h • tutorials: 7.5h • Work on assignment: 90h • Literature study 40h • preparation for and time of the final exam: 20h This course is intended for master students which have not enrolled in a similar course during their bachelor studies. In case of questions don't hesitate to contact the person responsible for this module.	
Zulassungsvoraussetzung für die Belegung des Moduls: keine	
Empfohlene Vorkenntnisse: Knowledge of the basics of computer science in general, esp. operating systems, as well as practical experience in sequential and	Besondere Bestehensvoraussetzungen: keine

parallel Java programming, esp. knowledge about multithreading and synchronization like, e.g., the subject-matters of DSG-PKS-B.		
Modul Programmierung komplexer interagierender Systeme (DSG- PKS-B) - empfohlen		
Angebotshäufigkeit: SS, jährlich	Empfohlenes Fachsemester:	Minimale Dauer des Moduls: 1 Semester

Lehrveranstaltungen	
<p>1. Lecture Distributed Systems</p> <p>Lehrformen: Vorlesung Dozenten: Prof. Dr. Guido Wirtz Sprache: Englisch/Deutsch Angebotshäufigkeit: SS, jährlich</p> <hr/> <p>Lernziele: c.f. module description</p> <hr/> <p>Inhalte: c.f. module description</p> <hr/> <p>Literatur:</p> <ul style="list-style-type: none"> • George Coulouris, Jean Dollimore, Tim Kindberg, Gordon Blair: Distributed Systems - Concepts and Design. Pearson Education UK, 2011 (5. edition); • Andrew Tanenbaum, Marten van Steen: Distributed Systems - Principles and Paradigms, 2017 (3rd edition) • Additional research literature will be provided during the term for selected readings and discussions 	2,00 SWS
<p>2. Tutorial Distributed Systems</p> <p>Lehrformen: Übung Dozenten: Mitarbeiter Praktische Informatik Sprache: Deutsch Angebotshäufigkeit: SS, jährlich</p> <hr/> <p>Lernziele: c.f. module description</p> <hr/> <p>Inhalte: Introduction to and discussion of tools and practical issues closely related to the topics discussed in the lecture as well as solutions of problems that come up during working on the practical assignment.</p>	2,00 SWS

<p>Prüfung</p> <p>Hausarbeit mit Kolloquium / Prüfungsdauer: 15 Minuten Bearbeitungsfrist: 3 Monate</p> <p>Beschreibung: Oral examination concerning the topics discussed in the lecture, exercises and assignment. Students may choose English or German as the language for the written assignment and oral examination. Examinations will take place</p>	
--	--

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 an advanced programming assignment ('schriftliche Hausarbeit') during the semester that is introduced at the beginning of the semester and uses the most important technologies discussed during the semester.

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

Modul DSG-Proj-6-M Masterprojekt Verteilte Systeme 6 ECTS		6 ECTS / 180 h
<i>Master Project Distributed Systems 6 ECTS</i>		
(seit SS24)		
Modulverantwortliche/r: Prof. Dr. Guido Wirtz		
Weitere Verantwortliche: Distributed Systems Group Members		
Inhalte:		
Students work (in groups) on a small yet realistic distributed software project that is not solvable in acceptable time by a single student. Hence, besides		
<ul style="list-style-type: none"> • basic literature research to find approaches to solve the problem(s) at hand and to get used to the state-of-the-art technology required, • analyzing, designing, architecting, programming and testing the practical solution, 		
skills like planning, delegating and organizing work in groups are practiced.		
Note: The topics of this master project are - compared to bachelor projects - more advanced and lead to advanced skills in distributed programming. Compared to the 9 ECTS master projects the workload for this module is noticable reduced (smaller projects, more given context), but the topic is equally advanced.		
Lernziele/Kompetenzen:		
Students learn how to		
<ul style="list-style-type: none"> • work independently and in groups on selected problems using the knowledge and skills provided by other modules, • work with state-of-the-art tools and refer to recent scientific literature to look for problem solutions, • architect and implement complex distributed software systems based on complex software stacks (middleware) • document and present their work in an understandable manner to others, • interact with others to discuss pros and cons of different solution approaches, • organize work in groups, esp., how to delegate work, to fix interfaces and work under time constraints. 		
Zulassungsvoraussetzung für die Belegung des Moduls:		
keine		
Empfohlene Vorkenntnisse:		Besondere Bestehensvoraussetzungen:
This module is based on the module DSG-IDistrSys-B or DSG-DistrSys-M as it requires at least basic knowledge about distributed systems and algorithms as well as about the basics of distributed programming. Based on the concrete topic, one of the modules DSG-SOA-M or DSG-DSAM-M may also be a recommended requirement to successfully complete the module (This will be announced with each project individually at the beginning of the respective semester).		keine
Modul Distributed Systems (DSG-DistrSys-M) - empfohlen		
Angebotshäufigkeit: WS, SS	Empfohlenes Fachsemester:	Minimale Dauer des Moduls:
		1 Semester
Lehrveranstaltungen		
Distributed Systems Project (6 ECTS)		6,00 SWS

<p>Lehrformen: Projektseminar</p> <p>Dozenten: Prof. Dr. Guido Wirtz, Mitarbeiter Praktische Informatik</p> <p>Sprache: Englisch</p> <p>Angebotshäufigkeit: WS, SS</p> <hr/> <p>Lernziele: see module description</p> <hr/> <p>Inhalte: This module is based on the module DSG-IDistrSys-B or DSG-DistrSys-M as it requires at least basic knowledge about distributed systems and algorithms as well as about the basics of distributed programming. Based on the concrete topic, one of the modules DSG-SOA-M or DSG-DSAM-M may also be a recommended requirement to successfully complete the module (This will be announced with each project individually at the beginning of the respective semester) (see also module description)</p> <hr/> <p>Literatur: Based on the concrete project topics literature will be provided at the start of the semester.</p>	
<p>Prüfung Hausarbeit mit Kolloquium / Prüfungsdauer: 15 Minuten Bearbeitungsfrist: 3 Monate</p> <p>Zulassungsvoraussetzung zur Modulprüfung: As this is a project in groups and the topic of the examination is the project work of each student, each student has to declare which part of the project and report is due to his own work.</p> <p>Beschreibung: Project report based on the project work indicating which are the on achievements during the project.</p> <p>Oral examination concerning the technologies used in the project as well as the work of the group a student belongs to with an emphasis on her or his own work.</p>	

Modul DSG-SOA-M Service-Oriented Architecture and Web Services <i>Service-Oriented Architecture and Web Services</i>	6 ECTS / 180 h 45 h Präsenzzeit 135 h Selbststudium
(seit SS20) Modulverantwortliche/r: Prof. Dr. Guido Wirtz	
<p>Inhalte:</p> <p>Building enterprise-scale IT systems requires sound concepts for integrating software. Service-oriented architectures (SOAs) have been the number one answer to this integration challenge for years. Indeed, service orientation is and will be a cornerstone in modularizing large IT landscapes and alignment with business needs is the driving factor for service engineering. A SOA composes an IT system from services in a loosely-coupled manner. Each service implements a business task and therefore have a clear value attribution. When business needs change, the loose coupling of services allows for quick adjustment of the SOA. In recent years, Microservices have been put forward as a new paradigm for organizing software-intensive systems as a set of small services that communicate using lightweight communication technologies and are <i>independently deployable by fully automated deployment machinery</i>. Conceptually, Microservices and SOA share a lot, but the Microservices paradigm puts a lot more emphasis on automation in development and therefore is a better fit for modern development practices.</p> <p>When moving beyond company boundaries and opening up the solution space is necessary, software ecosystems (SECOs) come into play. Software ecosystems integrate software contributions from independent organizational entities and enable software products and solutions that a single company cannot realize alone. Prominent representatives of software ecosystems are Android and the Playstore or iOS and the AppStore. But the paradigm of software ecosystems goes far beyond mobile platforms and also covers application areas in the cloud domain or the embedded domain.</p> <p>Skilled software architects therefore reconcile the business views and technical views for the benefit of the enterprise and therefore need both, advanced knowledge in business process and workflow management as well as a rock-solid understanding of service engineering and distributed computing.</p> <p>This course will introduce you to the world of architectures for large-scale software by giving a brief overview on distributed systems and software architecture in general. Then SOAs as an architectural paradigm and Web Services (WSDL + REST) as SOA implementation technology will be treated in detail. SOA will be contrasted to Microservices and the development aspects that Microservices focuses on will be discussed. Software ecosystems then will be introduced as a paradigm for organizing software systems and container technology (Linux Containers (LXC) and Docker) as a frequent implementation means for software ecosystems will be introduced. In particular, we will investigate what building industry-grade ecosystems based on container technology means in practice.</p> <ul style="list-style-type: none"> • Conceptual Foundations of SOA • SOA Characteristics • Microservices • WSDL and Basic Web Services • REST-ful Services • Software Ecosystems • Container technology <p>The selection of topics and teaching method of this course reflects the Distributed Systems Group's (DSG) dedication to integrate business and IT, theory and practice, research and teaching. You not only will be taught the classical way, but you will have hands-on experience on service development and SOA tools.</p>	

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

Lernziele/Kompetenzen:

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

Students

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

Sonstige Informationen:

The main language of instruction in this course is English.

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

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

Zulassungsvoraussetzung für die Belegung des Moduls:

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:

<p>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>	
<p>2. Service-Oriented Architecture and Web Services Lehrformen: Übung Dozenten: Mitarbeiter Praktische Informatik Sprache: Englisch/Deutsch Angebotshäufigkeit: SS, jährlich</p> <hr/> <p>Lernziele: c.f. overall module description</p> <hr/> <p>Inhalte: Introduction to and discussion of tools and practical issues closely related to the topics discussed in the lecture as well as solutions of problems that come up during working on the practical assignment.</p> <hr/> <p>Literatur: (see lecture)</p>	<p>2,00 SWS</p>
<p>Prüfung Hausarbeit mit Kolloquium / Prüfungsdauer: 15 Minuten Bearbeitungsfrist: 3 Monate</p> <p>Beschreibung: Oral examination concerning the topics discussed in the lecture, exercises and assignment. Students may choose English or German as the language for the oral examination. Examinations will take place at the end of the summer term or at the begin of the winter term (students may choose one of them). Students are assumed to work on a programming assignment ('schriftliche Hausarbeit') during the semester that is introduced at the beginning of the semester and uses the most important technologies discussed during the semester.</p> <p>Note: Without working on the programming assignment over the term students may run into problems during their oral examination (Kolloquium) as we discuss questions concerning topics from the lectures as well as from the assignment; questions about the assignment are based on the assignment solution programmed by the students.</p>	

Modul DSG-Sem-M Masterseminar zu Verteilten Systemen		3 ECTS / 90 h
<i>Master Seminar in Distributed Systems</i>		
(seit SS24)		
Modulverantwortliche/r: Prof. Dr. Guido Wirtz		
Inhalte: Aktuelle Forschungsthemen aus dem Bereich verteilter Systeme, die die als Vorlesung organisierten Module zu diesem Bereich vertiefen und/oder ergänzen. Dies kann von der Erarbeitung, Analyse, Vergleich und Bewertung aktueller Technologien über die Diskussion neuer Forschungsvorschläge bis hin zur praktischen Erprobung und Bewertung neuer Forschungsansätze das ganze Spektrum der Forschung auf diesem Gebiet beinhalten.		
Lernziele/Kompetenzen: Studierende sollen ein aktuelles Forschungsthema aus dem Gebiet der verteilten Systeme und verwandter Arbeitsgebiete anhand eigener Literaturrecherchen selbständig erarbeiten, in einer dem Thema angemessenen und für alle SeminarteilnehmerInnen verständlichen Form aufbereiten und präsentieren sowie mit den SeminarteilnehmerInnen diskutieren können.		
Sonstige Informationen: Das Seminar wird regelmäßig in englischer Sprache angeboten.		
Zulassungsvoraussetzung für die Belegung des Moduls: keine		
Empfohlene Vorkenntnisse: Grundkenntnisse oder Willen zur Einarbeitung in das Gebiet 'Verteilte Systeme' wie sie beispielsweise durch das Modul <i>DSG-IDistrSys-B</i> oder <i>DSG-DistrSys-M</i> vermittelt werden, bzw. selbständige Einarbeitung in das spezielle Themengebiet des jeweiligen Seminars.		Besondere Bestehensvoraussetzungen: keine
Angebotshäufigkeit: WS, SS	Empfohlenes Fachsemester: 2.	Minimale Dauer des Moduls: 1 Semester

Lehrveranstaltungen	
Masterseminar zu Verteilten Systemen	2,00 SWS
Lehrformen: Seminar	
Dozenten: Prof. Dr. Guido Wirtz	
Sprache: Englisch/Deutsch	
Angebotshäufigkeit: WS, SS	
Inhalte: vgl. Modulbeschreibung	
Literatur: - jeweils aktuell entsprechend dem behandelten Themenkreis -	
Prüfung Referat mit schriftl. Hausarbeit / Prüfungsdauer: 30 Minuten Bearbeitungsfrist: 4 Monate	
Zulassungsvoraussetzung zur Modulprüfung: Regelmäßige Teilnahme an der Lehrveranstaltung	

Beschreibung:

Begutachtung einer schriftlichen Ausarbeitung zu den wichtigsten Aspekten des erarbeiteten Themas mit formgerechter Liste der verwendeten Literatur.

Teilnahme am Peer-Reviewing der anderen Teilnehmer;

Freies Halten eines Referats auf der Grundlage der von dem/der Vortragenden erstellten Folien oder elektronischen Präsentationsunterlagen inklusive Diskussion der Inhalte mit den Seminarteilnehmerinnen und Seminarteilnehmern.

Modul DT-CPP-M Fortgeschrittene Systemprogrammierung in C++ (Master) <i>Advanced Systems Programming in C++ (Master)</i>		6 ECTS / 180 h
(seit WS23/24 bis SS24) Modulverantwortliche/r: Prof. Dr. Maximilian Schüle		
Inhalte: 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.		
Lernziele/Kompetenzen: Anwendung komplexer C++-Systemprogrammierung in eigenständiger Projektarbeit		
Zulassungsvoraussetzung für die Belegung des Moduls: keine		
Empfohlene Vorkenntnisse: keine		Besondere Bestehensvoraussetzungen: keine
Angebotshäufigkeit: WS, jährlich	Empfohlenes Fachsemester: ab dem 3.	Minimale Dauer des Moduls: 1 Semester

Lehrveranstaltungen	
Fortgeschrittene Systemprogrammierung in C++ (Master) Lehrformen: Vorlesung und Übung Dozenten: Prof. Dr. Maximilian Schüle Sprache: Englisch Angebotshäufigkeit: WS, jährlich	6,00 SWS
Lernziele: Anwendung komplexer C++-Systemprogrammierung in eigenständiger Projektarbeit	
Inhalte: 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.	
Literatur: Primary <ul style="list-style-type: none"> • C++ Reference Documentation • Lippman, 2013. C++ Primer (5th edition). • Stroustrup, 2013. The C++ Programming Language (4th edition). • Meyers, 2015. Effective Modern C++. 42 Specific Ways to Improve Your Use of C++11 and C++14. Supplementary <ul style="list-style-type: none"> • Aho, Lam, Sethi & Ullman, 2007. Compilers. Principles, Techniques & Tools (2nd edition). 	

<ul style="list-style-type: none">• Tanenbaum, 2006. Structured Computer Organization (5th edition).	
Prüfung Kolloquium, schr. Hausarbeit / Prüfungsdauer: 30 Minuten Bearbeitungsfrist: 4 Monate	

Modul DT-DB42-M Datenbanksysteme - Die Frage zu oder die bessere Antwort auf 42?		3 ECTS / 90 h
<i>Database Systems - The question to or the better answer than 42?</i>		
(seit SS23) Modulverantwortliche/r: Prof. Dr. Maximilian Schüle		
Inhalte: In this seminar, we study the challenges of modern database systems. We discuss the topic along with very recent publications about database systems for machine learning and knowledge discovery		
Lernziele/Kompetenzen: Selbständig Publikationen verfassen		
Zulassungsvoraussetzung für die Belegung des Moduls: keine		
Empfohlene Vorkenntnisse: keine		Besondere Bestehensvoraussetzungen: keine
Angebotshäufigkeit: jährlich nach Bedarf WS und SS	Empfohlenes Fachsemester:	Minimale Dauer des Moduls: Semester

Lehrveranstaltungen	
Datenbanksysteme - Die Frage zu oder die bessere Antwort auf 42?	2,00 SWS
Lehrformen: Seminar	
Dozenten: Prof. Dr. Maximilian Schüle	
Sprache: Deutsch	
Angebotshäufigkeit: jährlich nach Bedarf WS und SS	
Lernziele: Selbständig Publikationen verfassen	
Inhalte: In this seminar, we study the challenges of modern database systems. We discuss the topic along with very recent publications about database systems for machine learning and knowledge discovery	

Prüfung Referat mit schriftl. Hausarbeit / Prüfungsdauer: 30 Minuten Bearbeitungsfrist: 14 Tage	
--	--

Modul DT-DBCPU-M Datenbanksysteme für moderne CPU		6 ECTS / 180 h
<i>Database Systems for modern CPU</i>		
(seit WS23/24 bis SS24)		
Modulverantwortliche/r: Prof. Dr. Maximilian Schüle		
Inhalte:		
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.		
Diese Vorlesung behandelt die Implementierung von Datenbanksystemen, einschließlich der Nutzung moderner Hardware-Architekturen, z.B. Vektorinstruktionen (AVX-512) und CUDA-Programmierung für die GPU.		
Lernziele/Kompetenzen:		
Konzepte von Datenbanksystemen verstehen und Datenbanksysteme implementieren können inkl. für moderne Hardware		
Zulassungsvoraussetzung für die Belegung des Moduls:		
keine		
Empfohlene Vorkenntnisse:		Besondere Bestehensvoraussetzungen:
MOBI-DBS-B		keine
Angebotshäufigkeit: SS, jährlich	Empfohlenes Fachsemester:	Minimale Dauer des Moduls:
		1 Semester Semester

Lehrveranstaltungen	
Datenbanksysteme für moderne CPU	6,00 SWS
Lehrformen: Vorlesung und Übung	
Dozenten: Prof. Dr. Maximilian Schüle	
Sprache: Englisch	
Angebotshäufigkeit: SS, jährlich	
Lernziele:	
Konzepte von Datenbanksystemen verstehen und Datenbanksysteme implementieren können inkl. für moderne Hardware	
Inhalte:	
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.	
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:	
<ul style="list-style-type: none"> • Theo Härder, Erhard Rahm. Datenbanksysteme: Konzepte und Techniken der Implementierung. Springer, Berlin; 2nd ed. • Hector Garcia-Molina, Jeff Ullman, Jennifer Widom. <i>Database Systems: The Complete Book</i> 	

- | | |
|--|--|
| <ul style="list-style-type: none">• 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	
----------------	--

Einzelprüfung mündlich / Prüfungsdauer: 20 Minuten	
--	--

Modul Gdl-FPRS-M Functional Programming of Reactive Systems <i>Functional Programming of Reactive Systems</i>		6 ECTS / 180 h
(seit SS21) Modulverantwortliche/r: Prof. Ph.D. Michael Mendler		
Inhalte: 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 Gdl-IFP erworben wurden.		
Lernziele/Kompetenzen: 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. 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.		
Sonstige Informationen: Der Arbeitsaufwand für dieses Modul gliedert sich grob wie folgt: <ul style="list-style-type: none"> • Teilnahme an Vorlesung und Übung: 45 Stunden • Vor- und Nachbereitung der Vorlesung und Übungen (inkl. Recherche und Studium zusätzlicher Quellen): 60 Stunden • Bearbeiten der Übungsaufgaben (unbenotet und freiwillig) und ggf. Teilnahme an Rechnerübungen: 45 Stunden • Prüfungsvorbereitung: 30 Stunden 		
Zulassungsvoraussetzung für die Belegung des Moduls: keine		
Empfohlene Vorkenntnisse: grundlegende Kenntnisse in funktionaler Programmierung, z.B. aus dem Modul Gdl-IFP-B, grundlegende Kenntnisse der modalen und temporalen Logik, z.B. aus dem Modul Gdl-MTL-B. gute Englischkenntnisse. Modul Introduction to Functional Programming (Gdl-IFP) - empfohlen		Besondere Bestehensvoraussetzungen: keine
Angebotshäufigkeit: SS, jährlich	Empfohlenes Fachsemester:	Minimale Dauer des Moduls: 1 Semester

Lehrveranstaltungen	
<p>1. Functional Programming of Reactive Systems</p> <p>Lehrformen: Vorlesung Dozenten: Prof. Ph.D. Michael Mendler Sprache: Englisch/Deutsch Angebotshäufigkeit: SS, jährlich</p> <hr/> <p>Inhalte: In der Vorlesung wird das Themengebiet der Veranstaltung durch Dozentenvortrag eingeführt und Anregungen zum weiterführenden Literaturstudium gegeben. Die Lehrsprache ist Englisch.</p> <hr/> <p>Literatur:</p> <ul style="list-style-type: none"> • S. Marlow: The Haskell 2010 Language Report. https://www.haskell.org/onlinereport/haskell2010/ • V. Zsók, Z. Horváth, R. Plasmeijer: Central European Functional Programming School. Springer 2012. • S. Marlow: Parallel and Concurrent Programming in Haskell: Techniques for Multicore and Multithreaded Programming, O'Reilly 2013. • B. O'Sullivan, J. Goerzen, D. Stewart: Real World Haskell. O'Reilly 2009. • B. Pierce: Types and Programming Languages. MIT Press 2002. (esp. Chapters 23+25) 	2,00 SWS
<p>2. Advanced Functional Programming</p> <p>Lehrformen: Übung Dozenten: Prof. Ph.D. Michael Mendler Sprache: Englisch/Deutsch Angebotshäufigkeit: SS, jährlich</p> <hr/> <p>Inhalte: Die Übung vertieft die Konzepte und Konstruktionen aus der Vorlesung an konkreten Beispielen. Sie dient damit auch der Prüfungsvorbereitung.</p>	2,00 SWS
<p>Prüfung schriftliche Prüfung (Klausur) / Prüfungsdauer: 90 Minuten</p> <p>Beschreibung: 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.</p>	
<p>Prüfung mündliche Prüfung / Prüfungsdauer: 30 Minuten</p> <p>Beschreibung: Die Prüfungssprache ist Englisch.</p>	

<p>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.</p>	
---	--

Modul Gdl-Proj-M Masterprojekt Grundlagen der Informatik <i>Master's Project Theoretical Foundations of Computing</i>		6 ECTS / 180 h
(seit SS24) Modulverantwortliche/r: Prof. Ph.D. Michael Mendler		
Inhalte: Im Projektmodul werden wechselnde Themen angeboten, etwa zum Einsatz automatischer Verifikationswerkzeuge (Theorembeweiser, Modellprüfer, Verzögerungsanalyse) oder zum Bau und der Anwendung von visuellen Entwurfswerkzeugen für eingebettete Systeme (UML, Statecharts). Ein weiterer Bereich ist die prototypische Implementierung neuer algorithmischer Verfahren aus aktuellen Forschungsgebieten der Arbeitsgruppe (Synchrone Datenfluss- und Kontrollflussprogrammierung, Informationssicherheit, Theorie verteilter Systeme, Logik).		
Lernziele/Kompetenzen: Fähigkeit zur selbständigen Erarbeitung von Problemlösungen, auf der Basis des erlernten Wissens und der angeeigneten Fähigkeiten aus dem Studium als auch der aktuellen wissenschaftlichen Literatur; Fähigkeit, komplexe Problemlösungsansätze im Rahmen eines systematischen ingenieurtechnischen Entwicklungsprozesses in Software umzusetzen und professionell zu dokumentieren; Fähigkeit zur Teamarbeit; Wissenschaftliche Neugier und die Ausbildung einer selbstbewussten und forschenden Einstellung zur Technik.		
Zulassungsvoraussetzung für die Belegung des Moduls: keine		
Empfohlene Vorkenntnisse: Englischkenntnisse, Mathematik für Informatiker, Grundlagen der Theoretischen Informatik, Rechner- und Betriebssysteme, Nichtprozedurale Programmierung.		Besondere Bestehensvoraussetzungen: keine
Angebotshäufigkeit: WS, SS	Empfohlenes Fachsemester:	Minimale Dauer des Moduls: 1 Semester

Lehrveranstaltungen	
Gdl Masterprojekt Lehrformen: Projektseminar Dozenten: Prof. Ph.D. Michael Mendler Sprache: Englisch/Deutsch Angebotshäufigkeit: WS, SS	4,00 SWS
Inhalte: In der Projektübung werden wechselnde Themen angeboten, etwa zum Einsatz automatischer Verifikationswerkzeuge (Theorembeweiser, Modellprüfer, Verzögerungsanalyse) oder zum Bau und der Anwendung von visuellen Entwurfswerkzeugen für eingebettete Systeme (UML, Statecharts). Ein weiterer Bereich ist die prototypische Implementierung neuer algorithmischer Verfahren aus aktuellen Forschungsgebieten der Arbeitsgruppe (Informationssicherheit, Theorie verteilter Systeme, Logik). Die Lehrsprache wird in der ersten Lehrveranstaltung bekanntgegeben.	
Literatur:	

<p>Literatur wird bei Ankündigung bzw. zu Beginn des Seminars bekanntgegeben.</p>	
<p>Prüfung Hausarbeit mit Kolloquium / Prüfungsdauer: 20 Minuten Bearbeitungsfrist: 4 Monate Zulassungsvoraussetzung zur Modulprüfung: Regelmäßige Teilnahme an der Lehrveranstaltung Beschreibung: Umsetzung der Projektaufgabe, Dokumentation in Form eines wissenschaftlichen Aufsatzes als Hausarbeit. Die Prüfungssprache wird in der ersten Lehrveranstaltung bekanntgegeben.</p>	

Modul Gdl-Sem-M Masterseminar Grundlagen der Informatik <i>Master's Seminar Theoretical Computer Science</i>		3 ECTS / 90 h
(seit WS17/18) Modulverantwortliche/r: Prof. Ph.D. Michael Mendler		
Inhalte: Das Gdl-Seminar wird zu semesterweise wechselnden Themen im Bereich der theoretischen Grundlagen der Informatik angeboten.		
Lernziele/Kompetenzen: Fähigkeit zur selbständigen Erarbeitung von Inhalten aus der aktuellen wissenschaftlichen Literatur; Fähigkeit, komplexe Problemlösungsansätze schriftlich und mündlich zu vermitteln. Förderung der wissenschaftliche Neugier und die Ausbildung einer selbstbewussten und forschenden Einstellung zur Technik.		
Sonstige Informationen: Der Arbeitsaufwand für dieses Modul gliedert sich grob wie folgt: <ul style="list-style-type: none"> • Teilnahme an Seminarvorträgen: 15 Stunden • Recherche und Literaturstudium: 25 Stunden • Vorbereitung des Seminarvortrags und schriftliche Ausarbeitung: 50 Stunden 		
Zulassungsvoraussetzung für die Belegung des Moduls: keine		
Empfohlene Vorkenntnisse: Mathematik für Informatiker, Einführung in die Informatik, Rechner- und Betriebssysteme, Grundlagen der Theoretischen Informatik, Englischkenntnisse.		Besondere Bestehensvoraussetzungen:
Angebotshäufigkeit: jährlich nach Bedarf WS oder SS	Empfohlenes Fachsemester:	Minimale Dauer des Moduls: 1 Semester

Lehrveranstaltungen	
Grundlagen der Informatik Lehrformen: Seminar Dozenten: Michael Mendler, N.N. Sprache: Englisch/Deutsch Angebotshäufigkeit: jährlich nach Bedarf WS oder SS	2,00 SWS
Inhalte: Das Gdl-Seminar wird zu semesterweise wechselnden Themen angeboten. Die Lehrsprache wird in der ersten Lehrveranstaltung bekanntgegeben.	
Literatur: Literatur wird bei Ankündigung bzw. zu Beginn des Seminars bekanntgegeben.	
Prüfung Hausarbeit mit Referat / Prüfungsdauer: 30 Minuten Bearbeitungsfrist: 4 Monate Zulassungsvoraussetzung zur Modulprüfung: Regelmäßige Teilnahme an der Lehrveranstaltung	

Beschreibung:

Die Prüfungssprache wird in der ersten Lehrveranstaltung bekanntgegeben.

Modul HCI-DFM-M Design- und Forschungsmethoden der Mensch-Computer-Interaktion		6 ECTS / 180 h
<i>Design and Research Methods of Human-Computer Interaction</i>		
(seit SS24) Modulverantwortliche/r: Prof. Dr. Tom Gross		
Inhalte: Vertiefende methodische Grundlagen zur Analyse und zum Entwurf in der Mensch-Computer-Interaktion.		
Lernziele/Kompetenzen: 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.		
Sonstige Informationen: http://www.uni-bamberg.de/hci/leistungen/studium Der Arbeitsaufwand für dieses Modul gliedert sich grob wie folgt: <ul style="list-style-type: none"> • Teilnahme an Vorlesung und Übung: insgesamt 45 Stunden • Vor- und Nachbereitung der Vorlesung (inkl. Recherche und Studium zusätzlicher Quellen): ca. 30 Stunden • Vor- und Nachbereitung der Übung (inkl. Recherche und Studium zusätzlicher Quellen sowie Bearbeitung der optionalen Studienleistungen): ca. 75 Stunden • Prüfungsvorbereitung: ca. 30 Stunden (basierend auf dem bereits im obigen Sinne erarbeiteten Stoff) Der Unterricht erfolgt grundsätzlich in deutscher und bei Bedarf der Studierenden in englischer Sprache. Sämtliche Unterlagen (inkl. Prüfung) sind in englischer Sprache verfügbar.		
Zulassungsvoraussetzung für die Belegung des Moduls: keine		
Empfohlene Vorkenntnisse: Diese Lehrveranstaltung ist ohne spezielle Vorkenntnisse belegbar.		Besondere Bestehensvoraussetzungen: keine
Angebotshäufigkeit: SS, jährlich	Empfohlenes Fachsemester:	Minimale Dauer des Moduls: 1 Semester

Lehrveranstaltungen	
Design- und Forschungsmethoden der Mensch-Computer-Interaktion Lehrformen: Vorlesung Dozenten: Prof. Dr. Tom Gross Sprache: Deutsch/Englisch Angebotshäufigkeit: SS, jährlich	2,00 SWS
Inhalte: Im Rahmen der Vorlesung werden nach einer Einführung in das Thema die folgenden Themen behandelt: <ul style="list-style-type: none"> • Die Rolle der Designerinnen und Designer • Entwickeln eines Problemverständnisses 	

<ul style="list-style-type: none"> • Quantitative Methoden zur Anforderungserhebung und Systemevaluierung • Qualitative Methoden zur Anforderungserhebung und Systemevaluierung • Dokumentation von Vorgehensweisen und Resultaten 	
<p>Literatur: Die Veranstaltung ist eine Zusammenstellung verschiedener Quellen</p>	
<p>Prüfung mündliche Prüfung</p> <p>Beschreibung: In Abhängigkeit von der Teilnehmerzahl wird die Modulprüfung entweder in Form einer Klausur oder in Form einer mündlichen Prüfung durchgeführt. Die Festlegung erfolgt zu Semesterbeginn und wird im ersten Lehrveranstaltungstermin bekannt gegeben.</p> <p>In der mündlichen Prüfung mit einer Prüfungsdauer von 15 Minuten können 90 Punkte erzielt werden.</p> <p>Es besteht die Möglichkeit, optionale Studienleistungen zu erbringen. Diese umfassen insgesamt 12 Punkte. Die Art der optionalen Studienleistungen sowie deren Bearbeitungsfrist werden zu Beginn der Lehrveranstaltung verbindlich bekannt gegeben. Ist die 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.</p>	

<p>Lehrveranstaltungen</p>	
<p>Übung Design- und Forschungsmethoden der Mensch-Computer-Interaktion</p> <p>Lehrformen: Übung</p> <p>Dozenten: Mitarbeiter Mensch-Computer-Interaktion</p> <p>Sprache: Deutsch/Englisch</p> <p>Angebotshäufigkeit: SS, jährlich</p> <hr/> <p>Inhalte: praktische Aufgaben zum Vorlesungsstoff</p> <hr/> <p>Literatur: siehe Vorlesung</p>	<p>2,00 SWS</p>

<p>Prüfung schriftliche Prüfung (Klausur) / Prüfungsdauer: 90 Minuten</p> <p>Beschreibung: In Abhängigkeit von der Teilnehmerzahl wird die Modulprüfung entweder in Form einer Klausur oder in Form einer mündlichen Prüfung durchgeführt. Die Festlegung erfolgt zu Semesterbeginn und wird im ersten Lehrveranstaltungstermin bekannt gegeben.</p> <p>In der Klausur über 90 min. können 90 Punkte erzielt werden.</p> <p>Es besteht die Möglichkeit, optionale Studienleistungen zu erbringen. Diese umfassen insgesamt 12 Punkte. Die Art der optionalen Studienleistungen sowie</p>	
--	--

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.

Modul HCI-MCI-M Mensch-Computer-Interaktion <i>Human-Computer Interaction</i>		6 ECTS / 180 h
(seit WS21/22) Modulverantwortliche/r: Prof. Dr. Tom Gross		
Inhalte: Vertiefende theoretische, konzeptionelle und praktische Grundlagen der Mensch-Computer-Interaktion.		
Lernziele/Kompetenzen: Ziel ist die Vermittlung fundierter Kenntnisse und Fähigkeiten im Bereich der Mensch-Computer-Interaktion sowie eines breiten theoretischen und 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.		
Sonstige Informationen: http://www.uni-bamberg.de/hci/leistungen/studium Der Arbeitsaufwand für dieses Modul gliedert sich grob wie folgt: <ul style="list-style-type: none"> • Teilnahme an Vorlesung und Übung: insgesamt 45 Stunden • Vor- und Nachbereitung der Vorlesung (inkl. Recherche und Studium zusätzlicher Quellen): ca. 30 Stunden • Vor- und Nachbereitung der Übung (inkl. Recherche und Studium zusätzlicher Quellen sowie Bearbeitung der optionalen Studienleistungen): ca. 75 Stunden • Prüfungsvorbereitung: ca. 30 Stunden (basierend auf dem bereits im obigen Sinne erarbeiteten Stoff) Der Unterricht erfolgt grundsätzlich in deutscher und bei Bedarf der Studierenden in englischer Sprache. Sämtliche Unterlagen (inkl. Prüfung) sind in englischer Sprache verfügbar.		
Zulassungsvoraussetzung für die Belegung des Moduls: keine		
Empfohlene Vorkenntnisse: Diese Lehrveranstaltung ist ohne spezielle Vorkenntnisse belegbar.		Besondere Bestehensvoraussetzungen: keine
Angebotshäufigkeit: WS, jährlich	Empfohlenes Fachsemester:	Minimale Dauer des Moduls: 1 Semester

Lehrveranstaltungen	
Mensch-Computer-Interaktion Lehrformen: Vorlesung Dozenten: Prof. Dr. Tom Gross Sprache: Deutsch/Englisch Angebotshäufigkeit: WS, jährlich	2,00 SWS
Inhalte: Im Rahmen der Vorlesung werden nach einer Einführung in das Thema die folgenden Themen konzeptionell, technisch und methodisch behandelt: <ul style="list-style-type: none"> • Mobile Mensch-Computer-Interaktion • Adaptivität und Adaptierbarkeit • Informationsvisualisierung 	

<ul style="list-style-type: none"> • Tangible User Interaction • Usability Engineering • Gebrauchstauglichkeit und Ökonomie 	
<p>Literatur: Die Veranstaltung ist eine Zusammenstellung verschiedener Quellen; als ergänzende Quelle und zum Nachschlagen wird empfohlen:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Jacko, J.A., ed. Human-Computer Interaction Handbook: Fundamentals, Evolving Technologies, and Emerging Applications. (3rd ed.). Lawrence Erlbaum, Hillsdale, NJ, 2012. • Hammond, J., Gross, T. und Wesson, J., (Hrsg.). Usability: Gaining a Competitive Edge. Kluwer Academic Publishers, Dordrecht, 2002. 	
<p>Prüfung mündliche Prüfung</p> <p>Beschreibung: 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.</p> <p>In der mündlichen Prüfung mit einer Prüfungsdauer von 15 Min. können 90 Punkte erzielt werden.</p> <p>Es besteht die Möglichkeit, optionale Studienleistungen zu erbringen. Diese umfassen insgesamt 12 Punkte. Die Art der optionalen Studienleistungen sowie deren Bearbeitungsfrist werden zu Beginn der Lehrveranstaltung verbindlich bekannt gegeben. Ist die 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.</p>	
<p>Lehrveranstaltungen</p>	
<p>Mensch-Computer-Interaktion Lehrformen: Übung Dozenten: Mitarbeiter Mensch-Computer-Interaktion Sprache: Deutsch/Englisch Angebotshäufigkeit: WS, jährlich</p> <hr/> <p>Inhalte: praktische Aufgaben zum Vorlesungsstoff</p> <hr/> <p>Literatur: siehe Vorlesung</p>	<p>2,00 SWS</p>
<p>Prüfung schriftliche Prüfung (Klausur) / Prüfungsdauer: 90 Minuten</p> <p>Beschreibung: In Abhängigkeit der Teilnehmerzahl wird die Modulprüfung entweder in Form einer Klausur oder in Form einer mündlichen Prüfung durchgeführt.</p>	

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.

Modul HCI-Proj-M Projektpraktikum Mensch-Computer-Interaktion <i>Project Human-Computer Interaction</i>		6 ECTS / 180 h
(seit SS24) Modulverantwortliche/r: Prof. Dr. Tom Gross		
Inhalte: Fortgeschrittene praktische Bearbeitung einer forschungsrelevanten Aufgabenstellung der Mensch-Computer-Interaktion.		
Lernziele/Kompetenzen: Aufbauend auf den in den Vorlesungen und Übungen des Faches Mensch-Computer-Interaktion erworbenen Kenntnissen und Fertigkeiten wird in diesem Praktikum ein kleineres Projekt mit wissenschaftlichem Bezug in einer Gruppe umgesetzt. Dabei 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 (HCI-Proj-B) durch die Komplexität der Aufgabe und den direkten Bezug zu aktuellen wissenschaftlichen Arbeiten des Lehrstuhls.		
Sonstige Informationen: http://www.uni-bamberg.de/hci/leistungen/studium Der Arbeitsaufwand für dieses Modul gliedert sich in folgende Bereiche: <ul style="list-style-type: none"> • Teilnahme an einführenden Präsenzveranstaltungen • Teilnahme an Gruppenbesprechungen • Bearbeitung der Projektaufgabenstellung allein und im Team • Vorbereitung von Projektbesprechungen und -präsentationen • Prüfungsvorbereitung 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. Der Unterricht erfolgt grundsätzlich in deutscher und bei Bedarf der Studierenden in englischer Sprache. Sämtliche Unterlagen (inkl. Prüfung) sind in englischer Sprache verfügbar.		
Zulassungsvoraussetzung für die Belegung des Moduls: keine		
Empfohlene Vorkenntnisse: Modul Mensch-Computer-Interaktion (HCI-MCI-M) Modul Algorithmen und Datenstrukturen (AI-AuD-B) - empfohlen		Besondere Bestehensvoraussetzungen: keine
Angebotshäufigkeit: SS, jährlich	Empfohlenes Fachsemester:	Minimale Dauer des Moduls: 1 Semester
Lehrveranstaltungen		
Mensch-Computer-Interaktion Lehrformen: Projektseminar Dozenten: Prof. Dr. Tom Gross, Mitarbeiter Mensch-Computer-Interaktion Sprache: Deutsch/Englisch		4,00 SWS

<p>Angebotshäufigkeit: SS, jährlich</p> <hr/> <p>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 Praktikum 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.</p>	
<p>Literatur: wird in der Veranstaltung bekannt gegeben</p>	
<p>Prüfung Hausarbeit mit Kolloquium / Prüfungsdauer: 30 Minuten Bearbeitungsfrist: 4 Monate</p> <p>Zulassungsvoraussetzung zur Modulprüfung: Regelmäßige Teilnahme an der Lehrveranstaltung</p> <p>Beschreibung: Dokumentation des Systems und des Entwicklungsprozesses sowie Kolloquium zum System und zum Entwicklungsprozess.</p>	

Modul HCI-Prop-M Propädeutikum Mensch-Computer-Interaktion		3 ECTS / 90 h
<i>Propaedeutic: Human-Computer-Interaction</i>		
(seit WS17/18)		
Modulverantwortliche/r: Prof. Dr. Tom Gross		
Inhalte: Wissenschaftliche Grundlagen des Fachbereichs Mensch-Computer- Interaktion.		
Lernziele/Kompetenzen: Ziel ist die allgemeine Einführung und Vermittlung von grundlegenden Paradigmen und wissenschaftlichen Methoden der Durchführung, der schriftliche Dokumentation und der mündliche Präsentation von Forschungsaktivitäten in der Mensch-Computer-Interaktion. Der primäre Fokus liegt dabei auf der domänenspezifischen Dokumentation und Präsentation von Entwürfen, Prototypen und Benutzerstudien.		
Sonstige Informationen: http://www.uni-bamberg.de/hci/leistungen/studium Der Arbeitsaufwand für dieses Modul gliedert sich typischerweise in folgende Bereiche: <ul style="list-style-type: none"> • Teilnahme an den Präsenzveranstaltungen (theoretische Grundlagen; praktische Fallbeispiele): ca. 30 Stunden • Bearbeitung der Fallbeispiele: ca. 30 Stunden • Vorbereitung der Präsentation: ca. 15 Stunden • Erstellen der schriftlichen Ausarbeitung: ca. 15 Stunden Der Unterricht erfolgt grundsätzlich in deutscher und bei Bedarf der Studierenden in englischer Sprache. Sämtliche Unterlagen (inkl. Prüfung) sind in englischer Sprache verfügbar.		
Zulassungsvoraussetzung für die Belegung des Moduls: keine		
Empfohlene Vorkenntnisse: keine		Besondere Bestehensvoraussetzungen: keine
Angebotshäufigkeit: WS, jährlich	Empfohlenes Fachsemester:	Minimale Dauer des Moduls: 1 Semester

Lehrveranstaltungen	
Propädeutikum Mensch-Computer-Interaktion Lehrformen: Projektseminar Dozenten: Prof. Dr. Tom Gross, Mitarbeiter Mensch-Computer-Interaktion Sprache: Deutsch/Englisch Angebotshäufigkeit: WS, jährlich	3,00 SWS
Inhalte: Im Seminar werden Fragestellungen zu Dokumentation und Präsentation von aktuellen Konzepten, Technologien und Werkzeugen sowie Benutzerstudien der Mensch-Computer-Interaktion behandelt.	
Literatur: Die Veranstaltung ist eine Zusammenstellung verschiedener Quellen; als ergänzende Quellen und zum Nachschlagen wird empfohlen:	

<ul style="list-style-type: none">• Jacko, Julie A., ed. Human-Computer Interaction Handbook: Fundamentals, Evolving Technologies, and Emerging Applications. (3. Auflage). Lawrence Erlbaum, Hillsdale, NJ, 2012.	
<p>Prüfung Hausarbeit mit Referat / Prüfungsdauer: 30 Minuten Bearbeitungsfrist: 4 Monate</p> <p>Beschreibung: schriftliche Ausarbeitung und Vortrag zu den im Seminar von der Teilnehmerin bzw. vom Teilnehmer bearbeiteten Fallbeispielen, inkl. Diskussion</p>	

Modul HCI-Sem-HCC-M Masterseminar Human-Centred Computing <i>Master-Seminar Human-Centred Computing</i>		3 ECTS / 90 h
(seit WS17/18) Modulverantwortliche/r: Prof. Dr. Tom Gross		
Inhalte: Fortgeschrittene aktive wissenschaftliche Bearbeitung eigener aktueller Konzepte, Technologien und Werkzeuge der Mensch-Computer-Interaktion.		
Lernziele/Kompetenzen: Ziel ist das Erlernen des eigenständigen Erarbeitens und Präsentierens von Themengebieten aus dem Fach Mensch-Computer-Interaktion 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.		
Sonstige Informationen: http://www.uni-bamberg.de/hci/leistungen/studium Der Arbeitsaufwand für dieses Modul gliedert sich typischerweise in folgende Bereiche: <ul style="list-style-type: none"> • Teilnahme an den Präsenzveranstaltungen (Themenvergabe, Besprechungen, Präsentationen): ca. 20 Stunden • Literaturrecherche und Einarbeitung: ca. 25 Stunden • Vorbereitung der Präsentation: ca. 15 Stunden • Erstellen der schriftlichen Ausarbeitung: ca. 30 Stunden Der Unterricht erfolgt grundsätzlich in deutscher und bei Bedarf der Studierenden in englischer Sprache. Sämtliche Unterlagen (inkl. Prüfung) sind in englischer Sprache verfügbar.		
Zulassungsvoraussetzung für die Belegung des Moduls: keine		
Empfohlene Vorkenntnisse: Modul Mensch-Computer-Interaktion (HCI-MCI-M)		Besondere Bestehensvoraussetzungen: keine
Angebotshäufigkeit: SS, jährlich	Empfohlenes Fachsemester:	Minimale Dauer des Moduls: 1 Semester

Lehrveranstaltungen	
Human-Centred Computing Lehrformen: Seminar Dozenten: Prof. Dr. Tom Gross, Mitarbeiter Mensch-Computer-Interaktion Sprache: Deutsch/Englisch Angebotshäufigkeit: SS, jährlich	2,00 SWS
Inhalte: Im Seminar werden aktuelle Fragestellungen zu Forschungsmethoden aus den Bereichen Human-Computer Interaction, Computer-Supported Cooperative Work und Ubiquitous Computing bearbeitet.	
Literatur: wird jeweils zu Beginn der Veranstaltung bekannt gegeben	

Prüfung

Hausarbeit mit Referat / Prüfungsdauer: 30 Minuten

Bearbeitungsfrist: 4 Monate

Beschreibung:

Schriftliche Ausarbeitung und Vortrag zu dem im Seminar von der Teilnehmerin bzw. vom Teilnehmer bearbeiteten Thema, inkl. Diskussion

Modul HCI-Sem-M Masterseminar Mensch-Computer-Interaktion		3 ECTS / 90 h
<i>Master-Seminar Human-Computer Interaction</i>		
(seit WS17/18)		
Modulverantwortliche/r: Prof. Dr. Tom Gross		
Inhalte: Fortgeschrittene aktive wissenschaftliche Bearbeitung aktueller Konzepte, Technologien und Werkzeuge der Mensch-Computer-Interaktion.		
Lernziele/Kompetenzen: Ziel ist das Erlernen des eigenständigen Erarbeitens und Präsentierens von Themengebieten aus dem Fach Mensch-Computer-Interaktion 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.		
Sonstige Informationen: http://www.uni-bamberg.de/hci/leistungen/studium Der Arbeitsaufwand für dieses Modul gliedert sich typischerweise in folgende Bereiche: <ul style="list-style-type: none"> • Teilnahme an den Präsenzveranstaltungen (Themenvergabe, Besprechungen, Präsentationen): ca. 20 Stunden • Literaturrecherche und Einarbeitung: ca. 25 Stunden • Vorbereitung der Präsentation: ca. 15 Stunden • Erstellen der schriftlichen Ausarbeitung: ca. 30 Stunden Der Unterricht erfolgt grundsätzlich in deutscher und bei Bedarf der Studierenden in englischer Sprache. Sämtliche Unterlagen (inkl. Prüfung) sind in englischer Sprache verfügbar.		
Zulassungsvoraussetzung für die Belegung des Moduls: keine		
Empfohlene Vorkenntnisse: Modul Mensch-Computer-Interaktion (HCI-MCI-M)		Besondere Bestehensvoraussetzungen: keine
Angebotshäufigkeit: WS, jährlich	Empfohlenes Fachsemester:	Minimale Dauer des Moduls: 1 Semester

Lehrveranstaltungen	
Mensch-Computer-Interaktion Lehrformen: Seminar Dozenten: Prof. Dr. Tom Gross, Mitarbeiter Mensch-Computer-Interaktion Sprache: Deutsch/Englisch Angebotshäufigkeit: WS, jährlich	2,00 SWS
Inhalte: Im Seminar werden Fragestellungen zu aktuellen Konzepten, Technologien und Werkzeugen der Mensch-Computer-Interaktion behandelt.	
Literatur: wird jeweils zu Beginn der Veranstaltung bekannt gegeben	

Prüfung

Hausarbeit mit Referat / Prüfungsdauer: 30 Minuten

Bearbeitungsfrist: 4 Monate

Beschreibung:

Schriftliche Ausarbeitung und Vortrag zu dem im Seminar von der Teilnehmerin bzw. vom Teilnehmer bearbeiteten Thema, inkl. Diskussion

Modul HCI-Usab-M Usability in der Praxis <i>Usability in Practice</i>		6 ECTS / 180 h
(seit WS17/18) Modulverantwortliche/r: Prof. Dr. Tom Gross		
Inhalte: Praktische Bearbeitung einer praxisrelevanten Aufgabenstellung der Mensch-Computer-Interaktion.		
Lernziele/Kompetenzen: 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.		
Sonstige Informationen: http://www.uni-bamberg.de/hci/leistungen/studium Der Arbeitsaufwand für dieses Modul gliedert sich in folgende Bereiche: <ul style="list-style-type: none"> • Teilnahme an einführenden Präsenzveranstaltungen • Teilnahme an Gruppenbesprechungen • Bearbeitung der Aufgabenstellung allein und im Team • Vorbereitung von Besprechungen und Präsentationen • Prüfungsvorbereitung 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. Der Unterricht erfolgt grundsätzlich in deutscher und bei Bedarf der Studierenden in englischer Sprache. Sämtliche Unterlagen (inkl. Prüfung) sind in englischer Sprache verfügbar.		
Zulassungsvoraussetzung für die Belegung des Moduls: keine		
Empfohlene Vorkenntnisse: Modul Mensch-Computer-Interaktion (HCI-MCI-M)		Besondere Bestehensvoraussetzungen: keine
Angebotshäufigkeit: SS, jährlich	Empfohlenes Fachsemester:	Minimale Dauer des Moduls: 1 Semester
Lehrveranstaltungen		
Usability in der Praxis Lehrformen: Übung Dozenten: Prof. Dr. Tom Gross, Mitarbeiter Mensch-Computer-Interaktion Sprache: Deutsch/Englisch Angebotshäufigkeit: SS, jährlich		4,00 SWS
Inhalte:		

<p>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.</p>	
<p>Literatur: wird in der Veranstaltung bekannt gegeben</p>	
<p>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</p>	

Modul KInf-Projekt-M Masterprojekt Kulturinformatik <i>Master Project Computing in the Cultural Sciences</i>		6 ECTS / 180 h 45 h Präsenzzeit 135 h Selbststudium
(seit SS24) Modulverantwortliche/r: Prof. Dr. Christoph Schlieder		
Inhalte: Das Modul behandelt die praktische Anwendung fortgeschrittener Methoden aus dem Bereich der Kulturinformatik im Rahmen eines Softwareentwicklungsprojekts. Der Schwerpunkt liegt auf Methoden der Semantischen Informationsverarbeitung, wobei die behandelten Problemstellungen aus den Anwendungsfeldern der Angewandten Informatik der Kultur-, Geschichts- und Geowissenschaften stammen.		
Lernziele/Kompetenzen: Die Studierenden lernen im Projekt wie man mit Methoden der Kulturinformatik eine Softwarelösung für eine Problemstellung entwickelt. Sie erwerben folgende Kompetenzen: <ul style="list-style-type: none"> • fortgeschrittene Methoden aus dem Bereich der Kulturinformatik, insbesondere Verfahren der Semantischen Informationsverarbeitung, auf eine fachliche Problemstellung anzuwenden • ein Softwareentwicklungsprojekt selbständig zu planen und durchzuführen • eine Softwarelösung zu konzipieren und zu implementieren • einen Lösungsansatz sowohl aus der Fachsicht wie in seinen informatischen Details darzustellen 		
Sonstige Informationen: Der Arbeitsaufwand für dieses Modul gliedert sich grob wie folgt: <ul style="list-style-type: none"> • Teilnahme an Gruppen- und Einzelbesprechungen: 45 Stunden • Vor- und Nachbereitung inkl. Recherche und Studium zusätzlicher Quellen aber ohne Bearbeitung der Projektaufgaben: 30 Stunden • Bearbeiten der Projektaufgaben: 90 Stunden • Kolloquiumsvorbereitung: 15 Stunden 		
Zulassungsvoraussetzung für die Belegung des Moduls: keine		
Empfohlene Vorkenntnisse: Allgemeine Informatik-Kenntnisse in den Bereichen Programmierung und formale Methoden		Besondere Bestehensvoraussetzungen: keine
Angebotshäufigkeit: SS, jährlich	Empfohlenes Fachsemester:	Minimale Dauer des Moduls: 1 Semester

Lehrveranstaltungen	
Masterprojekt Kulturinformatik Lehrformen: Projektseminar Dozenten: Prof. Dr. Christoph Schlieder, Mitarbeiter Angewandte Informatik in den Kultur-, Geschichts- und Geowissenschaften Sprache: Deutsch Angebotshäufigkeit: SS, jährlich <hr/> Inhalte:	4,00 SWS

Das Projekt bietet eine praktische Vertiefung zu Themen der Semantischen Informationsverarbeitung. Anhand wechselnder Themenstellungen wird das selbstständige Entwickeln von Softwarelösungen in diesem Bereich eingeübt. Im Projekt werden alle Phasen des Entwicklungsprozesses, von einer umfassenden Problemanalyse über den Systementwurf bis zur Implementierung durchlaufen. Die bearbeiteten Themenstellungen stammen beispielsweise aus dem Bereich der ontologischen Wissensmodellierung.

Literatur:

Aktuelle Literatur wird in der Lehrveranstaltung vorgestellt.

Prüfung

Hausarbeit mit Kolloquium / Prüfungsdauer: 20 Minuten

Bearbeitungsfrist: 4 Monate

Zulassungsvoraussetzung zur Modulprüfung:

Regelmäßige Teilnahme an der Lehrveranstaltung

Beschreibung:

Im Laufe des Semesters wird eine größere Softwareentwicklungsaufgabe bearbeitet und in Form einer Hausarbeit dokumentiert. Im Kolloquium stellen die Teilnehmer ihren Arbeitsprozess und ihr Arbeitsergebnis vor.

Modul KInf-Seminar-M Masterseminar Kulturinformatik <i>Masterseminar Kulturinformatik</i>		3 ECTS / 90 h 23 h Präsenzzeit 67 h Selbststudium
(seit SS20) Modulverantwortliche/r: Prof. Dr. Christoph Schlieder		
Inhalte: Das Modul führt anhand der Forschungsliteratur in fortgeschrittene Methoden aus dem Bereich der Kulturinformatik ein. Die behandelten Problemstellungen stammen aus den Anwendungsfeldern der Angewandten Informatik der Kultur-, Geschichts- und Geowissenschaften.		
Lernziele/Kompetenzen: Die Studierenden erwerben folgende Kompetenzen: <ul style="list-style-type: none"> • eine wissenschaftliche Fragestellung in einem vorher festgelegten Themenbereich aufzustellen • diese Fragestellung selbstständig zu bearbeiten und eigene Lösungskonzepte zu entwickeln • eigene Arbeiten zu präsentieren • eine wissenschaftliche Arbeit zu verfassen 		
Sonstige Informationen: Der Arbeitsaufwand für dieses Modul gliedert sich grob wie folgt: <ul style="list-style-type: none"> • Teilnahme an Gruppen- und Einzelbesprechungen: 23 Stunden • Bearbeiten der Praktikumsaufgaben: 57 Stunden • Kolloquiumsvorbereitung: 10 Stunden 		
Zulassungsvoraussetzung für die Belegung des Moduls: keine		
Empfohlene Vorkenntnisse: Allgemeine Informatik-Kenntnisse sowie Interesse an kulturinformatischen Fragestellungen.		Besondere Bestehensvoraussetzungen: keine
Angebotshäufigkeit: WS, jährlich	Empfohlenes Fachsemester:	Minimale Dauer des Moduls: 1 Semester

Lehrveranstaltungen	
Masterseminar Kulturinformatik Lehrformen: Seminar Dozenten: Prof. Dr. Christoph Schlieder Sprache: Deutsch Angebotshäufigkeit: WS, jährlich	2,00 SWS
Inhalte: Im Rahmen des Master Seminars Kulturinformatik wird ein jeweils von Semester zu Semester wechselndes Themengebiet aus den Kulturinformatik-Modulen Semantische Informationsverarbeitung, Geoinformationssysteme sowie Digitale Bibliotheken und Social Computing weiter vertieft. Dies geschieht in Rahmen von Vorträgen und Hausarbeiten zu einer im Vorfeld selbst gewählten Fragestellung. Dabei steht die selbstständige wissenschaftliche Arbeit im Vordergrund, sowohl schriftlich als auch in der Programmierung.	
Literatur:	

Aktuelle Literatur wird in der Lehrveranstaltung vorgestellt.	
---	--

Prüfung	
----------------	--

Hausarbeit mit Referat / Prüfungsdauer: 20 Minuten	
--	--

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

Beschreibung:	
----------------------	--

Das Seminarthema wird in Form einer schriftlichen Seminararbeit (Hausarbeit) bearbeitet sowie im Seminar der Arbeitsprozess und das Arbeitsergebnis vorgestellt (Referat).	
--	--

Modul KTR-GIK-M Grundbausteine der Internet-Kommunikation <i>Foundations of Internet Communication</i>	6 ECTS / 180 h 45 h Präsenzzeit 135 h Selbststudium
(seit SS20) Modulverantwortliche/r: Prof. Dr. Udo Krieger	
Inhalte: Die Lehrveranstaltung vermittelt eine Einführung in die theoretischen Grundlagen wichtiger kommunikationstechnischer Problemstellungen zu den Themengebieten Grundlagen der Internet-Kommunikation, Verbindungssegmente und Routing in IP-Netzen, Transportprotokolle in IP-Netzen bzw. fortgeschrittener Module wie Echtzeit-Kommunikation und Sicherheit in IP-Netzen und die eigenständige praktische Umsetzung des erworbenen Wissens durch vorgegebene Laborübungen zur Internet-Kommunikation in Kleingruppen. Dabei werden weitere Hilfsmittel und Anleitungen sowie die Laborumgebung bereitgestellt. Zur Implementierung soll ein Rechnernetz im Labor konfiguriert und getestet werden. Die Betriebssystem-Grundausrüstung und erforderliche Software-Werkzeuge wie Wireshark und Atheris werden bereitgestellt. Grundlagen der Handhabung werden von den Studierenden im Projekt selbst erarbeitet.	
Lernziele/Kompetenzen: Wichtige Fertigkeiten zur Bewertung aktueller Kommunikationstechnologien sind nur durch die Vermittlung praktischer Fähigkeiten und Erfahrungen in teamorientierten Prozessen unter Zeit- und Zielvorgaben industrienah erlernbar. Die Studierenden werden in der Vorlesung Grundbausteine der Internet-Kommunikation und den begleitenden Laborübungen zu eigenverantwortlichem, team-orientierten Arbeiten angeleitet. Ziel ist der Erwerb praktischer Fertigkeiten auf dem Gebiet der IP-gestützten Datenkommunikation und die Fähigkeit, Lösungsvorschläge der modernen Internet-Kommunikation sicher beurteilen zu können. Die Lehrveranstaltung "Grundbausteine der Internet-Kommunikation" hat folgende Zielsetzungen: <ul style="list-style-type: none"> • Fortführung der Vorlesung Datenkommunikation des Bachelorprogrammes als Profilbildungsstudium auf Masterniveau • praktisches Erarbeiten der Grundlagen der Internet- und Multimedia-Kommunikation • Aufbau und Verkehrsanalyse von TCP/IP-basierten Rechnernetzen mit modernen Echtzeit- und Web-Anwendungen • Angebot einer Prüfungsalternative zur Lehrveranstaltung Multimedia-Kommunikation in Hochgeschwindigkeitsnetzen (KTR-MMK-M) oder Mobilkommunikation (KTR-Mobi-M) im Prüfungsfach Kommunikationssysteme und Rechnernetze • Ergänzung der Lehrangebote in Verteilten Systemen und Medieninformatik zur Bildung eines Studienschwerpunktes "Mobile verteilte Systeme" bzw. Next Generation Internet Die Lehrveranstaltung ist für Bachelorstudierende im Profilbildungsstudium zur Stärkung ihrer Arbeitsmarktchancen, für Masterstudierende sowie für Austauschstudenten/innen besonders empfehlenswert.	
Sonstige Informationen: Der Arbeitsaufwand gliedert sich grob wie folgt: <ul style="list-style-type: none"> • Teilnahme an Präsenzveranstaltungen (Vorlesung, Laborübungen, Laborbesprechungen): 45 Stunden • Vorbereitung, Ausführung und Nachbereitung von Vorlesungen und Laborübungen: 100 Stunden • Prüfungsvorbereitung: 35 Stunden 	

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

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

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

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

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

Literatur:

Grundlagen:

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

weitere Literatur zu einzelnen Arbeitspaketen:

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

Eine aktualisierte Liste wird in der Vorlesung bereitgestellt.

Prüfung

Hausarbeit mit Kolloquium / Prüfungsdauer: 30 Minuten

Bearbeitungsfrist: 4 Monate

Beschreibung:

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

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

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

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

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

Angebotshäufigkeit: SS, jährlich	Empfohlenes Fachsemester:	Minimale Dauer des Moduls: 1 Semester
---	----------------------------------	---

Lehrveranstaltungen	
<p>Modellierung und Analyse von Kommunikationsnetzen und Verteilten Systemen</p> <p>Lehrformen: Vorlesung und Übung</p> <p>Dozenten: Prof. Dr. Udo Krieger</p> <p>Sprache: Englisch/Deutsch</p> <p>Angebotshäufigkeit: SS, jährlich</p> <hr/> <p>Inhalte:</p> <p>Gegenstand der Lehrveranstaltung ist die Analyse und Leistungsbewertung komplexer verteilter Systeme, z.B. von Telekommunikationssystemen und Rechnernetzen bzw. komplexen Netzen und Cloud-Computing Systemen, die als Ergebnis eines abstrakten systemtheoretischen Modelles und seiner relevanten Modellparameter durchgeführt wird. Diese Modelle dienen der Systemanalyse und Vorhersage von Leistungsmerkmalen, z.B. von Nutzungsgrad, Durchsatz, Warte-, Antwortzeiten von Nachfrage-, Personen- oder Datenflüssen in verteilten technischen Systemen oder sozialen Netzen. Solche Vorhersagen sind z.B. in wirtschaftlichen und technischen Entscheidungsprozessen der System- und Netzgestaltung eines Future Generation Internet und seiner verteilten Dienste von großer strategischer Bedeutung.</p> <p>Die Lehrveranstaltung beschäftigt sich mit der Modellierung verteilter Systeme und stellt entsprechende Beschreibungsmethoden wie Lastmodelle und Systemmodelle vor. Zur systemtheoretischen Beschreibung und Analyse dieser Modelle und ihrer Betriebsmittelverwaltungs- und -verteilungsprozesse werden anschließend elementare Methoden und Verfahren der Systemtheorie, z.B. Markov-Ketten und algebraische bzw. numerische Lösungsverfahren, bereitgestellt.</p> <p>Die Anwendung der vorgestellten Modelle und Methoden anhand realitätsnaher Systemausschnitte in den Übungen dient dem Erwerben der im heutigen industriellen Umfeld erforderlichen Kenntnisse und Fähigkeiten zur effizienten Systemanalyse, Systemmessung und Systembewertung.</p> <p>Die Bekanntgabe der Lehrsprache erfolgt in der ersten Sitzung der Lehrveranstaltung.</p> <hr/> <p>Literatur:</p> <ul style="list-style-type: none"> • G. Bolch, S. Greiner, H. de Meer, K. S. Trivedi: Queueing Networks and Markov Chains. Wiley, 2nd ed., 2006. • R. Nelson: Probability, Stochastic Processes, and Queueing Theory. Springer, 1995. <p>Weitere Literatur wird in der Vorlesung benannt.</p>	4,00 SWS
<p>Prüfung</p> <p>mündliche Prüfung / Prüfungsdauer: 30 Minuten</p> <p>Beschreibung:</p>	

Die Inhalte der Vorlesung und Übung werden in Form einer mündlichen Prüfung geprüft.

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

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

- Teilnahme an Präsenzveranstaltungen (Vorlesung, Übung, Laborbesprechungen): 45 Stunden
- Vor- und Nachbereitung von Vorlesungen und Übungen: 100 Stunden
- Prüfungsvorbereitung: 35 Stunden

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

Zulassungsvoraussetzung für die Belegung des Moduls:

keine

Empfohlene Vorkenntnisse:

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

Modul Fortgeschrittene Java Programmierung (DSG-AJP-B) - empfohlen

Modul Datenkommunikation (KTR-Datkomm-B) - empfohlen

Besondere

Bestehensvoraussetzungen:

keine

Angebotshäufigkeit: SS, jährlich

Empfohlenes Fachsemester:

Minimale Dauer des Moduls:

1 Semester

Lehrveranstaltungen

Multimedia-Kommunikation in Hochgeschwindigkeitsnetzen

4,00 SWS

Lehrformen: Vorlesung und Übung

Dozenten: Prof. Dr. Udo Krieger

Sprache: Englisch/Deutsch

Angebotshäufigkeit: SS, jährlich

Inhalte:

Ausgehend von den Grundlagen der Datenkommunikation werden in dieser weiterführenden Lehrveranstaltung des Masterprogrammes die Netzwerkarchitektur, der vermittlungstechnische Entwurf, die Protokollstrukturen, die Dienstgütearchitekturen und das Verkehrsmanagement moderner Hochgeschwindigkeitsnetze für neueste Echtzeit- und Multimedia-Anwendungen besprochen. Die zur Abwicklung derartiger Kommunikationsbeziehungen mit ihrer Zusicherung von Dienstgüte-Merkmalen erforderlichen neuen Übermittlungsarchitekturen sowie die Erweiterungen des TCP/IP-Protokollstapels werden in der Veranstaltung vorgestellt.

Im Mittelpunkt stehen neben leistungsfähigen Anschlusstechnologien auf leitungsgebundenen Medien, neue Transport- und Dienstgütearchitekturen im Kernnetz, wie Intserv, Diffserv sowie MPLS und GMPLS. Außerdem werden die Fortentwicklung des IPv4 durch IPv6 sowie die Algorithmen von TCP, Multipath-TCP und SCTP vorgestellt. Ferner werden die schnelle Paketvermittlung in IP-Netzen mit Dienstgüteunterstützung und der Einsatz neuer Betriebsmittel- und Verkehrsmanagementverfahren, z.B. Speicherverwaltungsalgorithmen wie RED, RIO und Schedulingalgorithmen wie WFQ, angesprochen. Ferner werden neueste Architekturansätze für Next Generation Networks (NGN), wie z.B. Software-Definierte Netze und Informationszentrierte Netze, diskutiert.

Darüber hinaus werden typische Anwendungen des Multimedia-Internet der 3. und 4. Generation wie Webanwendungen auf Basis von HTML5 und HTTP 2.0, WebRTC, Voice-over-IP und Medien-Streaming skizziert.

Die Vertiefung durch die Lehrveranstaltung Grundbausteine der Internet-Kommunikation mit ihren praktischen Übungen sowie die Fortführung durch Hauptseminare und Masterarbeiten ist möglich und eine wichtige Zielsetzung dieser Lehrveranstaltung.

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

Literatur:

- Kurose, J., Ross, K.W.: Computernetzwerke – ein Top-Down-Ansatz mit Schwerpunkt Internet, Pearson Studium, München, 2013.
- Kurose, J.F., Ross, K.W.: Computer Networking, A Top-Down Approach Featuring the Internet, Pearson Addison-Wesley, 7th ed., 2017.
- Leon-Garcia, A., Widjaja, I.: Communication Networks, McGraw-Hill, Boston, 2nd ed. 2004.
- Comer, D.: Computernetzwerke und Internets, Pearson Studium, München, 2001.

Weitere Literatur wird in der Vorlesung benannt.

Prüfung

mündliche Prüfung / Prüfungsdauer: 30 Minuten

Beschreibung:

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

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

<p>Modul KTR-Mobi-M Mobilkommunikation <i>Mobile Communication</i></p>	<p>6 ECTS / 180 h 45 h Präsenzzeit 135 h Selbststudium</p>
<p>(seit SS20) Modulverantwortliche/r: Prof. Dr. Udo Krieger</p>	
<p>Inhalte: Die Lehrveranstaltung stellt die grundlegenden Techniken der Mobilkommunikation vor. Es werden relevante Standards, Systemarchitekturen und Realisierungen sowie aktuelle Forschungs- und Entwicklungstrends diskutiert.</p> <p>Aufgrund des großen Umfangs des Themengebiets kann die Lehrveranstaltung nur exemplarisch die wichtigsten Aspekte jener drahtlosen mobilen Kommunikationssysteme darlegen, welche derzeit den stärksten Wachstumsmarkt darstellen und in heute alle Gesellschaftsbereiche durchdringen. In der Veranstaltung stehen die Systemaspekte der Netz- und Dienstarchitekturen mobiler Kommunikationssysteme im Vordergrund.</p> <p>Im Detail werden folgende Themen behandelt:</p> <ul style="list-style-type: none"> • technische Grundlagen der drahtlosen Übertragung • Medienzugriffsverfahren • Betriebsmittelzuteilung in Mobilkommunikationsnetzen (Betriebsmittelzuteilungsstrategien auf der Funkebene, Verbindungsübergabe, Fehlersicherungsprotokolle, Schedulingverfahren u.a.) • Mobilitätsunterstützung auf der Vermittlungsschicht durch Mobile IP • Transportprotokolle und ihre Erweiterungen • drahtlose LANs und ihre Erweiterungen (IEEE802.11 Standards, WiMAX u.a.) • drahtlose Weitverkehrsnetze mit TDMA-Technologie (GSM Grundlagen und Protokolle, GPRS) • Datenkommunikation in drahtlosen Weitverkehrsnetzen (UMTS, HSPA, LTE, LTE-A u.a.) • Dienstarchitekturen für Mobilfunknetze 	
<p>Lernziele/Kompetenzen: Die Studierenden sollen zu eigenständigem Arbeiten befähigt werden. Es werden Grundkenntnisse der Mobilkommunikation und die systematische Analyse der verwendeten Algorithmen mit Hilfe eines interaktiven Übungskonzeptes vermittelt. Die Studierenden lernen, gegebene Implementierungen der vorgestellten Kommunikationsverfahren zu analysieren und durch Messungen mit Wireshark und anderen Werkzeugen ihr Leistungsverhalten zu überprüfen. Die Bearbeitung von Aufgaben im Team ist Bestandteil der Ausbildung.</p>	
<p>Sonstige Informationen: Der Arbeitsaufwand gliedert sich grob wie folgt:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Teilnahme an Präsenzveranstaltungen (Vorlesung, Übung, Laborbesprechungen): 45 Stunden • Vor- und Nachbereitung von Vorlesungen und Übungen: 100 Stunden • Prüfungsvorbereitung: 35 Stunden <p>The module can be selected by exchange students and master students speaking only English.</p>	
<p>Zulassungsvoraussetzung für die Belegung des Moduls: keine</p>	

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

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

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

Modul KTR-Proj Projekt Kommunikationsnetze und -dienste		6 ECTS / 180 h
<i>Project Communication Networks and Services</i>		40 h Präsenzzeit
		140 h Selbststudium
(seit SS24)		
Modulverantwortliche/r: Prof. Dr. Udo Krieger		
Inhalte:		
<p>Die Lehrveranstaltung vermittelt Einblicke in die Entwicklung neuer Dienstarchitekturen und Netztechnologien aus dem Bereich des Internets der nächsten Generation. Im Mittelpunkt steht die eigenständige, teamorientierte praktische Umsetzung eines Entwicklungsauftrages unter Verwendung des erworbenen Wissens einzelner Lehrveranstaltungen des Fachgebietes der Professur für Informatik.</p> <p>Die Betriebssystem-Grundausstattung und erforderliche Software-Werkzeuge wie Vyatta-Router, Wireshark, Atheros, RapidStream und andere werden bereitgestellt. Grundlagen der Handhabung werden von den Studierenden im Projekt selbst erarbeitet. Die Organisation der Arbeiten erfolgt in einem industrienahen Projektrahmen aus Definitions-, Vorbereitungs-, Implementierungs- und Präsentationsphasen. Details zu den einzelnen Entwicklungsaufgaben, ihren Zielen und Methoden werden in der Vorbesprechung genannt.</p>		
Lernziele/Kompetenzen:		
<p>Wichtige Fertigkeiten bei der Anwendung neuer Kommunikationstechnologien und zur Entwicklung neuer Kommunikationsdienste sind nur durch die Vermittlung praktischer Fähigkeiten und Erfahrungen in teamorientierten Prozessen unter Zeit- und Zielvorgaben industrienah erlernbar. Die Studierenden werden in der Lehrveranstaltung in einem angeleiteten, aber ansonsten eigenverantwortlich durchgeführten, teamorientierten Arbeitsprozess aktuelle Entwicklungsaufgaben aus dem Forschungsbereich der Professur für Informatik bearbeiten.</p> <p>Ziel ist der Erwerb praktischer Fertigkeiten auf dem Gebiet der IP-gestützten, qualitätsgesicherten Multimediakommunikation und die Fähigkeit, Lösungsvorschläge moderner Dienstarchitekturen im Internet der Zukunft konzipieren, implementieren und sicher beurteilen zu können.</p>		
Sonstige Informationen:		
Der Arbeitsaufwand für dieses Modul gliedert sich grob wie folgt:		
<ul style="list-style-type: none"> • Teilnahme an Gruppen- und Einzelbesprechungen: 40 Stunden • Bearbeiten der Projektaufgabe: 120 Stunden • Kolloquiumsvorbereitung: 20 Stunden 		
The module can be selected by Erasmus or exchange students and master students speaking only English.		
Zulassungsvoraussetzung für die Belegung des Moduls:		
keine		
Empfohlene Vorkenntnisse:		Besondere Bestehensvoraussetzungen:
<ul style="list-style-type: none"> • Kenntnisse der Datenkommunikation im Umfang von KTR-Datkomm-B • solide Kenntnisse in JAVA (oder C++) 		keine
Modul Datenkommunikation (KTR-Datkomm-B) - empfohlen		
Angebotshäufigkeit: WS, jährlich	Empfohlenes Fachsemester:	Minimale Dauer des Moduls:
		1 Semester

Lehrveranstaltungen	
<p>Projekt Kommunikationsnetze und-dienste</p> <p>Lehrformen: Projektseminar</p> <p>Dozenten: Prof. Dr. Udo Krieger</p> <p>Sprache: Englisch/Deutsch</p> <p>Angebotshäufigkeit: WS, jährlich</p> <hr/> <p>Inhalte:</p> <p>Die Lehrveranstaltung vermittelt Einblicke in die Entwicklung neuer Dienstarchitekturen und Netztechnologien aus dem Bereich des Internets der nächsten Generation. Im Mittelpunkt steht die eigenständige, team-orientierte praktische Umsetzung eines Entwicklungsauftrages unter Verwendung des erworbenen Wissens einzelner Lehrveranstaltungen des Fachgebietes der Professur für Informatik.</p> <p>Die Betriebssystem-Grundausstattung und erforderliche Software-Werkzeuge wie Vyatta-Router, Wireshark, Atheris und RapidStream werden bereitgestellt. Grundlagen der Handhabung werden von den Studierenden im Projekt selbst erarbeitet.</p> <p>Die Organisation der Arbeiten erfolgt in einem industrienahen Projektrahmen aus Definitions-, Vorbereitungs-, Implementierungs- und Präsentationsphasen. Dabei soll wie in realen Projekten üblich eine inkrementelle Vorgehensweise durchgeführt werden, d.h:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Unterteilung der Arbeiten in Arbeitspakete (laboratories/work packages), • ihre Untergliederung in Aufgaben (tasks) und Teilaufgaben (subtasks) mit Meilensteinen • und der Darlegung von Zwischenergebnissen bzw. • einem Abschlussbericht mit Abschlusspräsentation <p>Es werden Entwicklungsaufgaben zu aktuellen Forschungsfragen im "Future Generation Internet" bearbeitet. Details werden auf der Webseite der Lehrveranstaltung angekündigt. Eine aktuelle Liste der bearbeiteten Themen der Lehrveranstaltung wird in der Vorlesung bereitgestellt.</p> <p>Die Bekanntgabe der Lehrsprache erfolgt in der ersten Sitzung der Lehrveranstaltung.</p> <hr/> <p>Literatur:</p> <p>Die aktuelle Literatur wird auf der Webseite der Lehrveranstaltung bekanntgegeben.</p>	<p>4,00 SWS</p>
<p>Prüfung</p> <p>Hausarbeit mit Kolloquium / Prüfungsdauer: 30 Minuten</p> <p>Bearbeitungsfrist: 4 Monate</p> <p>Zulassungsvoraussetzung zur Modulprüfung:</p> <p>Regelmäßige Teilnahme an der Lehrveranstaltung</p> <p>Beschreibung:</p> <p>Die Bewertung der Prüfungsleistung erfolgt nach Abschluss der Lehrveranstaltung auf folgender Grundlage:</p>	

- Auswertung des von einem Studierenden individuell erstellten schriftlichen Berichts der bearbeiteten Aufgaben im Rahmen einer Einzelarbeit oder der von einem Studierenden im Rahmen einer Gruppenarbeit individuell bearbeiteten Aufgaben, die im schriftlichen Bericht der bearbeiteten Aufgaben unter Verwendung einer eindeutigen Kennzeichnung der Urheberschaft dokumentiert werden (mit Bearbeitungsdauer von 4 Monaten)
- Vorführung und Erläuterungen der Zusammenhänge einzelner Aufgaben und Ergebnisse im Rahmen einer individuellen Kolloquiumsprüfung im Umfang von 30 Minuten

Die individuelle Gesamtleistung muss mit der Note "ausreichend" bewertet werden, um die Prüfung zu bestehen.

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

Modul KTR-Sem-M Hauptseminar zu Kommunikationssystemen und Rechnernetzen <i>Master Seminar Communication Systems and Computer Networks</i>		3 ECTS / 90 h
(seit SS20) Modulverantwortliche/r: Prof. Dr. Udo Krieger		
Inhalte: Die Studierenden sollen auf eine Masterarbeit bzw. eine anschließende industrielle oder wissenschaftliche Tätigkeit im Bereich Kommunikatinsnetze und verteilte Systeme vorbereitet werden.		
Lernziele/Kompetenzen: Die Studierenden sollen sich auf eine Masterarbeit bzw. eine anschließende industrielle oder wissenschaftliche Tätigkeit im Bereich Kommunikatinsnetze und verteilte Systeme vorbereiten können. Die Fähigkeit zur kritischen Bewertung komplexer technischer Inhalte nach wissenschaftlichen Grundsätzen der Informatik und die Entwicklung neuere wissenschaftlicher Perspektiven auf Grundlage der Fachliteratur stellen wichtige Lernziele dar.		
Sonstige Informationen: Der Arbeitsaufwand gliedert sich grob wie folgt: <ul style="list-style-type: none"> • Präsenzveranstaltungen inkl. Themenvergabe und Besprechungen mit dem Betreuer: 20 Stunden • Bearbeitung des Fachthemas und schriftliche Darstellung: 54 Stunden • Erarbeitung der Präsentation: 16 Stunden 		
Zulassungsvoraussetzung für die Belegung des Moduls: Grundkenntnisse der Lehrveranstaltung Grundbausteine der Internet-Kommunikation (KTR-GIK-M) Modul Grundbausteine der Internet-Kommunikation (KTR-GIK-M) - pflicht		
Empfohlene Vorkenntnisse: <ul style="list-style-type: none"> • erfolgreiche Teilnahme an der Lehrveranstaltung Datenkommunikation (KTR-Datkomm-B) (oder einer Veranstaltung vergleichbaren Inhalts) • weitere fortgeschrittene Kenntnisse aus dem Bereich Kommunikationssysteme und Rechnernetze gemäß der thematischen Spezifikation des Hauptseminars Modul Datenkommunikation (KTR-Datkomm-B) - empfohlen	Besondere Bestehensvoraussetzungen: keine	
Angebotshäufigkeit: jährlich nach Bedarf WS oder SS	Empfohlenes Fachsemester:	Minimale Dauer des Moduls: 1 Semester

Lehrveranstaltungen	
Hauptseminar KTR-Master Lehrformen: Hauptseminar Dozenten: Prof. Dr. Udo Krieger Sprache: Englisch/Deutsch Angebotshäufigkeit: jährlich nach Bedarf WS und SS	2,00 SWS
Lernziele: Die Studierenden sollen auf eine Masterarbeit bzw. eine anschließende industrielle oder wissenschaftliche Tätigkeit im Bereich Kommunikatinsnetze und verteilte Systeme vorbereitet werden. Die Fähigkeit zur kritischen Bewertung	

komplexer technischer Inhalte nach wissenschaftlichen Grundsätzen der Informatik stellt ein wichtiges Lernziel dar.

Inhalte:

Das Hauptseminar wird jeweils aktuelle Fragestellungen aus dem Bereich der stationären und mobilen Kommunikationsnetze und der Kommunikationsdienste sowie des Fog und Cloud Computing, die im World Wide Web oder von Web-Architekturen mit Dienstgütendifferenzierung angeboten werden, behandeln. Die Bereitstellung leistungsfähiger Plattformen zum Transport multimedialer Datenströme haben einen sehr wettbewerbsorientierten Markt für neue TCP/IP-basierte Kommunikationsdienste mit zugesicherter Dienstgüte und neuen Anwendungsarchitekturen hervorgebracht. Besondere Bedeutung hat dabei die Entwicklung einer universellen Architektur für "Future Generation Internet" mit Dienstgütendifferenzierung und Mobilitätsunterstützung. Der Erfolg neuer Dienste hängt in entscheidendem Maße von ihrer Implementierung auf adequate Transport-, Middleware- und Serviceplattformen ab.

Im Seminar sollen die systemtheoretischen Grundlagen dieses schnell wachsenden Gebietes anhand der Fachliteratur erarbeitet werden. Ziel ist das selbständige Erlernen neuer Methoden aus einer Schnittmenge der Kommunikationstechnologie, der Theorie Verteilter Systeme und den Grundlagen der Informatik und die systematische Vorbereitung auf eine industrielle oder wissenschaftliche Tätigkeit.

Die Teilnahme an einem Hauptseminar bildet i.A. eine solide Grundlage zur Anfertigung einer Masterarbeit an der Professur für Informatik oder in Zusammenarbeit mit nationalen oder internationalen externen Partnern, z.B. Siemens, Brose oder IBM Research sowie KMUs.

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

Literatur:

Die aktuelle Literaturliste wird in der Vorbesprechung bereitgestellt.

Prüfung

Hausarbeit mit Referat / Prüfungsdauer: 40 Minuten

Bearbeitungsfrist: 4 Monate

Zulassungsvoraussetzung zur Modulprüfung:

Regelmäßige Teilnahme an der Lehrveranstaltung

Beschreibung:

Die Gesamtnote ergibt sich zu gleichen Teilen aus der Bewertung der schriftlichen Ausarbeitung (mit Bearbeitungsdauer von maximal 4 Monaten) und des Referats und muss mit mindestens ausreichend bewertet sein.

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

Modul KogSys-KogMod-M Kognitive Modellierung <i>Cognitive Modelling</i>		6 ECTS / 180 h
(seit SS24) Modulverantwortliche/r: Prof. Dr. Ute Schmid		
Inhalte: Die Veranstaltung führt in kognitionpsychologischen Grundlagen sowie empirische Forschungsmethoden ein und gibt einen Überblick über Ansätze und Anwendungsgebiete der Simulation kognitiver Prozesse mit Computermodellen.		
Lernziele/Kompetenzen: Die Studierenden können: <ul style="list-style-type: none"> • Forschungsziele im Bereich Kognitionswissenschaft nennen und erläutern • Methoden der kognitiven Modellierung aufzählen und erläutern • einzelne Methoden der kognitiven Modellierung im Detail erörtern und umsetzen • kognitionpsychologische Methoden aufzählen und beschreiben • empirische Forschungsmethoden, insbesondere der experimentellen Kognitionpsychologie, nennen, erläutern und anwenden 		
Sonstige Informationen: Lehrsprache Deutsch (im Bedarfsfall Englisch). Die Folien sowie weitere Materialien sind überwiegend in englischer Sprache. Der Arbeitsaufwand für dieses Modul gliedert sich grob wie folgt: 22.5 h Vorlesung + 30 h Nachbereitung über 15 Wochen 22.5 h Übung + 75 h Praxisanteil über 15 Wochen 30 h Prüfungsvorbereitung		
Zulassungsvoraussetzung für die Belegung des Moduls: keine		
Empfohlene Vorkenntnisse: Kenntnisse entsprechend dem Modul oder AI-KI-B. Entsprechende Vorkenntnisse werden auch in den Modulen KInf-SemInf-M und KogSys-KogInf-Psy vermittelt.		Besondere Bestehensvoraussetzungen: keine
Angebotshäufigkeit: WS, jährlich	Empfohlenes Fachsemester:	Minimale Dauer des Moduls: 1 Semester
Lehrveranstaltungen		
1. Kognitive Modellierung Lehrformen: Vorlesung Dozenten: Prof. Dr. Ute Schmid Sprache: Deutsch/Englisch Angebotshäufigkeit: WS, jährlich Inhalte:		2,00 SWS

<p>Grundkonzepte der kognitiven Modellierung; kognitive Architekturen; psychologische Grundlagen und kognitive Modelle für spezifische Inhaltsbereiche, insbesondere Gedächtnis und Wissensrepräsentation, Lernen, Schließen, Wahrnehmung; Grundlagen empirischer Forschungsmethoden, insbesondere hypothesentestende Experimente; Anwendungsgebiete kognitiver Modelle, insbesondere: Intelligente Tutorsysteme, Nutzeradaptive Systeme.</p> <p>Die Lehrsprache wird in der ersten Lehrveranstaltung bekanntgegeben.</p> <hr/> <p>Literatur: Sun, R. (Ed., 2008). The Cambridge Handbook of Computational Psychology; Müsseler, J. (Ed., 2008). Allgemeine Psychologie (2. Auflage). Bortz, J. (1984). Lehrbuch der empirischen Forschung.</p>	
<p>2. Kognitive Modellierung</p> <p>Lehrformen: Übung</p> <p>Dozenten: Prof. Dr. Ute Schmid, Mitarbeiter Kognitive Systeme</p> <p>Sprache: Deutsch/Englisch</p> <p>Angebotshäufigkeit: WS, jährlich</p> <hr/> <p>Inhalte: Ansätze zur kognitiven Modellierung werden anhand konkreter Modellierungsaufgaben mit ausgewählten Ansätzen praktisch umgesetzt. Empirische Forschungsmethoden werden anhand einer exemplarisch durchgeführten empirischen Studie vertiefend praktisch eingeübt.</p> <p>Die Lehrsprache wird in der ersten Lehrveranstaltung bekanntgegeben.</p> <hr/> <p>Literatur: siehe Vorlesung</p>	2,00 SWS
<p>Prüfung mündliche Prüfung / Prüfungsdauer: 20 Minuten</p> <p>Beschreibung: 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.</p> <p>Die Prüfungssprache wird in der ersten Lehrveranstaltung bekanntgegeben.</p>	

Modul KogSys-Proj-M Master-Projekt Kognitive Systeme		6 ECTS / 180 h
<i>Master Project Cognitive Systems</i>		
(seit SS24)		
Modulverantwortliche/r: Prof. Dr. Ute Schmid		
Inhalte:		
<p>Aufbauend auf den in den Vorlesungen und Übungen des Bereiches Kognitive Systeme erworbenen Kenntnissen und Fertigkeiten wird eine wissenschaftliche Fragestellung in Kleingruppen bearbeitet. Dabei werden Kompetenzen des wissenschaftlichen Arbeitens im Forschungsgebiet Kognitive Systeme sowie Kompetenzen in der Teamarbeit erworben.</p>		
Lernziele/Kompetenzen:		
<p>Die Studierenden können bei einem eng umsteckten Thema mit wenig Unterstützung:</p> <ul style="list-style-type: none"> • konkrete Forschungsfragen in den Stand der Forschung einordnen • Forschungsfragen und Forschungsziele entwerfen und klar formulieren • Forschungsmethoden im Bereich Kognitive Systeme beschreiben, vergleichen und bewerten • Grundlegende Prinzipien der Bewertung und Evaluation von Forschungsergebnissen nennen, erläutern und auf konkrete Forschungsfragen anwenden • in Abhängigkeit des Themas eine Problemlösung bzw. Konzeption implementieren oder eine empirische Studie nach Anleitung durchführen und auswerten oder Algorithmen und Verfahren präzise und formal darstellen • eine wissenschaftliche Fragestellung im Team bearbeiten • Forschungsergebnisse mündlich wie schriftlich präsentieren 		
Sonstige Informationen:		
<p>Lehrsprache Deutsch (im Bedarfsfall Englisch).</p> <p>Der Arbeitsaufwand für dieses Modul gliedert sich grob wie folgt: 20 h persönliche Besprechungstermine mit dem Dozenten 30 h Erarbeitung der Literatur (inkl. Algorithmen, Systeme) 80 h Konkretisierung und Umsetzung der Projektaufgabe 10 h Vorbereitung der Abschluss-Präsentation 40 h Abfassen des Berichts</p>		
Zulassungsvoraussetzung für die Belegung des Moduls:		
keine		
Empfohlene Vorkenntnisse:		Besondere Bestehensvoraussetzungen:
Kenntnisse entsprechend eines der folgenden Module: Modul Kognitive Modellierung (KogSys-KogMod-M) Modul Lernende Systeme (KogSys-ML-M)		keine
Angebotshäufigkeit: WS, SS	Empfohlenes Fachsemester:	Minimale Dauer des Moduls:
		1 Semester
Lehrveranstaltungen		
Projekt Kognitive Systeme		4,00 SWS

<p>Lehrformen: Projektseminar Dozenten: Prof. Dr. Ute Schmid, Mitarbeiter Kognitive Systeme Sprache: Deutsch/Englisch Angebotshäufigkeit: SS, jährlich</p>	
<p>Inhalte: Im Master-Projekt werden wechselnde Themen aus dem Bereich Kognitive Systeme, die in Zusammenhang mit aktuellen Forschungsarbeiten der Gruppe stehen, in Kleingruppen (2-3 Studierende) bearbeitet. Wissenschaftliches Arbeiten im Bereich Kognitive Systeme wird dabei exemplarisch eingeübt: Aufarbeitung der relevanten Literatur zur Verankerung des Themas gemäß des Standes der Forschung, Umsetzung in Form der Implementation eines Algorithmus, der Evaluation von Algorithmen oder Systemen anhand ausgewählter Probleme oder der empirischen Untersuchung einer kognitiven Fragestellung. Darstellung der Ergebnisse in Form einer wissenschaftlichen Publikation, Präsentation und Verteidigung der Arbeit in einem Kolloquium. Die Lehrsprache wird in der ersten Lehrveranstaltung bekanntgegeben.</p>	
<p>Literatur: wird in der Veranstaltung bekanntgegeben</p>	
<p>Prüfung Hausarbeit mit Kolloquium / Prüfungsdauer: 20 Minuten Bearbeitungsfrist: 4 Monate Zulassungsvoraussetzung zur Modulprüfung: Regelmäßige Teilnahme an der Lehrveranstaltung Beschreibung: Umsetzung der Projektaufgabe, Dokumentation in Form einer wissenschaftlichen Publikation als Hausarbeit. Die Prüfungssprache wird in der ersten Lehrveranstaltung bekanntgegeben.</p>	

Modul KogSys-Sem-M1 Master Seminar Kognitive Systeme		3 ECTS / 90 h
<i>Master Seminar Cognitive Systems</i>		
(seit WS20/21)		
Modulverantwortliche/r: Prof. Dr. Ute Schmid		
Inhalte:		
<p>Aufbauend auf den in den Vorlesungen und Übungen des Faches Kognitive Systeme erworbenen Kenntnissen und Fertigkeiten wird im Seminar die eigenständige Erarbeitung und Präsentation eines Themengebiets auf der Basis von wissenschaftlicher Literatur eingeübt. Die Seminarthemen sind aus dem Bereich Künstliche Intelligenz, beispielsweise: Erklärbare Künstliche Intelligenz, Planen und Lernen, Intelligente Tutorssysteme, Erwerb relationaler Konzepte, Analoges Schließen.</p>		
Lernziele/Kompetenzen:		
<ul style="list-style-type: none"> – Vertiefte eigenständige Einarbeitung in eine spezielle Fragestellung aus dem Bereich Künstliche Intelligenz anhand wissenschaftlicher Literatur mit Fokus auf einem spezifischen algorithmischen Ansatz – Eigenständige Suche nach wissenschaftlicher Literatur und Bewertung von deren Qualität und Relevanz – Mündliche Präsentation einer wissenschaftlichen Arbeit – Abfassen einer Forschungspapiers nach vorgegebenem Format entlang einer Forschungsfrage in Englisch – Diskussion von wissenschaftlichen Arbeiten im Seminar 		
Sonstige Informationen:		
<p>Der Arbeitsaufwand für dieses Modul gliedert sich grob wie folgt:</p> <p>22.5 h Präsenz über 15 Wochen</p> <p>2.5 h persönliche Besprechungstermine mit dem Dozenten</p> <p>30 h Erarbeitung der Literatur (inkl. Algorithmen, Systeme)</p> <p>10 h Vorbereitung der Präsentation</p> <p>25 h Abfassen der schriftlichen Ausarbeitung</p>		
Zulassungsvoraussetzung für die Belegung des Moduls:		
keine		
Empfohlene Vorkenntnisse:		Besondere Bestehensvoraussetzungen:
<p>Grundlagenkenntnisse in Methoden der Künstliche Intelligenz, wie sie im BA-Modul Einführung in die Künstliche Intelligenz erworben werden. Vertiefte Kenntnisse in Maschinellem Lernen oder Kognitiver Modellierung wie sie in den MA-Modulen Lernende Systeme und Kognitive Modellierung angeboten werden.</p>		
Angebotshäufigkeit: WS, jährlich	Empfohlenes Fachsemester:	Minimale Dauer des Moduls:
		1 Semester
Lehrveranstaltungen		
Master Seminar Kognitive Systeme		2,00 SWS
Lehrformen: Seminar, Blockseminar		
Dozenten: Prof. Dr. Ute Schmid		
Sprache: Deutsch/Englisch		
Angebotshäufigkeit: WS, jährlich		

Inhalte:

Im Seminar werden grundlegende Aspekte Kognitiver Systeme anhand einer speziellen Schwerpunktsetzung durch Seminarvorträge und schriftliche Ausarbeitung vertiefend erarbeitet.

Die Lehrsprache wird in der ersten Lehrveranstaltung bekanntgegeben.

Literatur:

wird zu Beginn des Semesters bekanntgegeben

Prüfung

Hausarbeit mit Referat / Prüfungsdauer: 30 Minuten

Bearbeitungsfrist: 4 Monate

Beschreibung:

Die Prüfungssprache wird in der ersten Lehrveranstaltung bekanntgegeben.

Modul KogSys-Sem-M2 Reading Club Kognitive Systeme		3 ECTS / 90 h
<i>Reading Club Cognitive Systems</i>		
(seit SS24)		
Modulverantwortliche/r: Prof. Dr. Ute Schmid		
Inhalte:		
<p>Im Seminar wird die eigenständige Erarbeitung und Präsentation eines Themengebiets des maschinellen Lernens auf der Basis von wissenschaftlicher Literatur eingeübt.</p> <p>Die Seminarthemen können beispielsweise entnommen werden aus den Themengebieten Deep Learning, Induktive Logische Programmierung, Zeitreihenanalyse, Statistisches Relationales Lernen, Lernen für autonome Agenten.</p>		
Lernziele/Kompetenzen:		
<ul style="list-style-type: none"> • Vertiefte eigenständige Einarbeitung in eine spezielle Fragestellung aus dem Bereich Maschinelles Lernen anhand wissenschaftlicher Literatur • Eigenständige Suche nach wissenschaftlicher Literatur und Bewertung von deren Qualität und Relevanz • Mündliche Präsentation einer wissenschaftlichen Arbeit • Abfassen eines Forschungspapiers nach vorgegebenem Format entlang einer Forschungsfrage in Englisch • Diskussion von wissenschaftlichen Arbeiten im Seminar 		
Sonstige Informationen:		
<p>Der Arbeitsaufwand für dieses Modul gliedert sich grob wie folgt:</p> <p>22.5 h Präsenz über 15 Wochen</p> <p>2.5 h persönliche Besprechungstermine mit dem Dozenten</p> <p>30 h Erarbeitung der Literatur (inkl. Algorithmen, Systeme)</p> <p>10 h Vorbereitung der Präsentation</p> <p>25 h Abfassen der schriftlichen Ausarbeitung</p>		
Zulassungsvoraussetzung für die Belegung des Moduls:		
keine		
Empfohlene Vorkenntnisse:		Besondere Bestehensvoraussetzungen:
Vorkenntnisse in KI (wie in AI-KI-B) und maschinellem Lernen (wie in KogSys-ML-B) sind empfohlen.		
Angebotshäufigkeit: SS, jährlich	Empfohlenes Fachsemester:	Minimale Dauer des Moduls:
		1 Semester
Lehrveranstaltungen		
Seminar Reading Club Kognitive Systeme		2,00 SWS
Lehrformen: Seminar, Blockseminar		
Dozenten: Mitarbeiter Kognitive Systeme		
Sprache: Deutsch/Englisch		
Angebotshäufigkeit: SS, jährlich		
Inhalte:		

<p>Im Seminar werden vertiefende Aspekte aus dem Bereich Maschinelles Lernen anhand einer speziellen Schwerpunktsetzung durch Seminarvorträge und schriftliche Ausarbeitung vertiefend erarbeitet.</p> <p>Die Lehrsprache wird in der ersten Lehrveranstaltung bekanntgegeben.</p>	
<p>Literatur: wird zu Beginn des Seminars bekanntgegeben</p>	
<p>Prüfung Hausarbeit mit Referat / Prüfungsdauer: 30 Minuten Bearbeitungsfrist: 4 Monate</p> <p>Beschreibung: Die Prüfungssprache wird in der ersten Lehrveranstaltung bekanntgegeben.</p>	

Modul MI-IR-M Information Retrieval (Grundlagen, Modelle und Anwendungen) <i>Information Retrieval (Foundations, Models and Applications)</i>		6 ECTS / 180 h 45 h Präsenzzeit 135 h Selbststudium
(seit SS21) Modulverantwortliche/r: Prof. Dr. Andreas Henrich		
Inhalte: 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.		
Lernziele/Kompetenzen: 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.		
Sonstige Informationen: Die Lehrveranstaltungen werden in Deutsch durchgeführt. Zahlreiche Quellen und Dokumentationen der Systeme sind aber auf Englisch . Der Arbeitsaufwand von insgesamt 180 Std. gliedert sich in etwa in: <ul style="list-style-type: none"> • Vorlesung: 22,5 Stunden (entspricht den 2 SWS Vorlesung) • Vor- und Nachbereitung der Vorlesung (inkl. Recherche und Studium zusätzlicher Quellen): ca. 30 Stunden • Semesterbegleitendes Üben, Bearbeiten alter Klausuraufgaben, ... zum Vorlesungsstoff: ca. 30 Stunden (inkl. 7,5 Stunden [= 1/3] der 2 SWS Übungsbetrieb) • Bearbeiten der 3 Teilleistungen: insgesamt ca. 60 Stunden (inkl. 15 Stunden [= 2/3] der 2 SWS Übungsbetrieb) • Prüfungsvorbereitung und Prüfung: ca. 37,5 Stunden (basierend auf dem bereits im obigen Sinne erarbeiteten Stoff) 		
Zulassungsvoraussetzung für die Belegung des Moduls: keine		
Empfohlene Vorkenntnisse: Gündlegende Kenntnisse in Java, Algorithmen und Datenstrukturen sowie linearer Algebra. Modul Algorithmen und Datenstrukturen (AI-AuD-B) - empfohlen Modul Einführung in Algorithmen, Programmierung und Software (DSG-EiAPS-B) - empfohlen Modul Datenbanksysteme (MOBI-DBS-B) - empfohlen		Besondere Bestehensvoraussetzungen: keine
Angebotshäufigkeit: SS, jährlich	Empfohlenes Fachsemester:	Minimale Dauer des Moduls: 1 Semester
Lehrveranstaltungen		
1. Information Retrieval Lehrformen: Vorlesung		2,00 SWS

<p>Dozenten: Prof. Dr. Andreas Henrich Sprache: Deutsch Angebotshäufigkeit: SS, jährlich</p> <hr/> <p>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.</p> <p>Folgende Bereiche werden betrachtet:</p> <ul style="list-style-type: none"> • 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 	
<p>Literatur: Die Veranstaltung orientiert sich an:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Croft, W Bruce; Metzler, Donald; Strohman, Trevor (2010, erschienen 2009): Search engines. Information retrieval in practice. Boston: Addison-Wesley. <p>Als ergänzende Quelle und zum Nachschlagen wird empfohlen:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Henrich, Andreas: Lehrtext "Information Retrieval 1 (Grundlagen, Modelle und Anwendungen)", http://www.uni-bamberg.de/minf/ir1_buch/ <p>Weitere Bücher zum Thema (z. B.):</p> <ul style="list-style-type: none"> • Baeza-Yates, Ricardo; Ribeiro-Neto, Berthier: Modern Information Retrieval, Addison Wesley; Auflage: 2ed edition, Boston, MA, USA, 2010 	
<p>2. Information Retrieval Lehrformen: Übung Dozenten: Mitarbeiter Medieninformatik Sprache: Deutsch Angebotshäufigkeit: SS, jährlich</p> <hr/> <p>Inhalte: praktische Übungen zum Vorlesungsstoff einschließlich der Programmierung kleiner IR-Systeme</p> <hr/> <p>Literatur: siehe Vorlesung</p>	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.

Modul MI-Proj-M Projekt zur Medieninformatik <i>Media Informatics Project</i>		6 ECTS / 180 h
(seit SS24) Modulverantwortliche/r: Prof. Dr. Andreas Henrich		
Inhalte: Aufbauend auf den in den Vorlesungen und Übungen des Faches Medieninformatik erworbenen Kenntnissen und Fertigkeiten wird in diesem Projekt für ein Anwendungsszenario ein System konzipiert und implementiert. Die Arbeit erfolgt im Team. Die Themen werden den Bereichen Web-Anwendungen bzw. Suchsysteme entnommen.		
Lernziele/Kompetenzen: Im Projekt werden die Kompetenzen im Bereich der Systementwicklung ebenso weiterentwickelt wie die Kompetenzen in der Projektdurchführung und in der Gruppenarbeit. Das Projekt [Master] unterscheidet sich dabei von der Projektarbeit im Bachelorstudiengang (MI-Proj-B) durch die Komplexität der Aufgabe und den direkten Bezug zu aktuellen wissenschaftlichen Arbeiten des Lehrstuhls.		
Sonstige Informationen: Die Lehrveranstaltung wird in Deutsch durchgeführt. Zahlreiche Quellen und Dokumentationen sind aber auf Englisch verfasst. Der Arbeitsaufwand für dieses Modul gliedert sich in folgende Bereiche: <ul style="list-style-type: none"> • Teilnahme an einführenden Präsenzveranstaltungen • Teilnahme an (Gruppen-)Besprechungen und Zwischenpräsentationen • Bearbeitung der Projektaufgabenstellung allein und im Team • Vor- und Nachbereitung von Projektbesprechungen und -präsentationen • Prüfungsvorbereitung und Prüfung Die Aufwände können dabei in Abhängigkeit von der Aufgabenstellung und der in der Gruppe abgestimmten Aufgabenverteilung unter den Gruppenmitgliedern unterscheidlich auf die Bereiche verteilt sein.		
Zulassungsvoraussetzung für die Belegung des Moduls: keine		
Empfohlene Vorkenntnisse: keine Modul Einführung in die Medieninformatik (MI-EMI-B) - empfohlen Modul Information Retrieval 1 (Grundlagen, Modelle und Anwendungen) (MI-IR1-M) - empfohlen Modul Web-Technologien (MI-WebT-B) - empfohlen		Besondere Bestehensvoraussetzungen: keine
Angebotshäufigkeit: SS, jährlich	Empfohlenes Fachsemester:	Minimale Dauer des Moduls: 1 Semester
Lehrveranstaltungen		
Projekt zur Medieninformatik [Master] Lehrformen: Projektseminar Dozenten: Prof. Dr. Andreas Henrich, Mitarbeiter Medieninformatik Sprache: Deutsch Angebotshäufigkeit: SS, jährlich		4,00 SWS

Inhalte:

Im Projekt werden wechselnde Projektthemen zu den Inhalten der Lehrveranstaltungen im Bereich der Medieninformatik 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 dabei 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: 20 Minuten

Bearbeitungsfrist: 4 Monate

Zulassungsvoraussetzung zur Modulprüfung:

Regelmäßige Teilnahme an der Lehrveranstaltung

Beschreibung:

Hausarbeit (Dokumentation und Reflexion des Projektes und des Projektverlaufes) sowie ca. 20 Min. Kolloquium zum Projektergebnis und zum Projektverlauf (in der Regel im Rahmen eines Gruppenkolloquiums)

Modul MI-Sem-M Masterseminar zur Medieninformatik		3 ECTS / 90 h
<i>Media Informatics Seminar [Master]</i>		
(seit SS20) Modulverantwortliche/r: Prof. Dr. Andreas Henrich		
Inhalte: Aufbauend auf den in den Vorlesungen und Übungen des Faches Medieninformatik erworbenen Kenntnissen und Fertigkeiten wird in diesem Seminar die eigenständige Erarbeitung und Präsentation von Themengebieten auf Basis der Literatur verfolgt.		
Lernziele/Kompetenzen: Im Seminar werden die Fähigkeiten im Bereich der kritischen und systematischen Literaturrecherche und -betrachtung ebenso weiterentwickelt wie die Kompetenzen in der Präsentation von Fachthemen (schriftlich und im Vortrag) sowie deren Diskussion. Gegenüber dem Seminar für Bachelor unterscheidet sich das Seminar für Master durch den höheren wissenschaftlichen Anspruch der Themenstellungen und der erwarteten Hausarbeit sowie der Präsentation.		
Sonstige Informationen: Die Lehrveranstaltung wird in Deutsch durchgeführt. Zahlreiche Quellen und Dokumentationen sind aber auf Englisch verfasst. Vorträge und Ausarbeitungen können in Deutsch oder Englisch verfasst werden. Teilnehmerinnen und Teilnehmer müssen an Fachdiskussionen auf Deutsch und Englisch teilnehmen können. Der Arbeitsaufwand für dieses Modul gliedert sich typischerweise in folgende Bereiche: <ul style="list-style-type: none"> • Teilnahme an den Präsenzveranstaltungen (Themenvergabe, Besprechungen, Präsentationen): ca. 20 Stunden • Literaturrecherche ...: ca. 25 Stunden • Vorbereitung der Präsentation: ca. 15 Stunden • Erstellen der schriftlichen Ausarbeitung: ca. 30 Stunden 		
Zulassungsvoraussetzung für die Belegung des Moduls: keine		
Empfohlene Vorkenntnisse: Kenntnisse entsprechend den unten angegebenen Modulen. Die tatsächlich inhaltlich erforderlichen Voraussetzungen richten sich dabei nach dem im aktuellen Semester betrachteten Themenfeld. Modul Bachelor AI Teil-Modulgruppe Wissenschaftliches Arbeiten (AI-WissArb-B) - empfohlen Modul Einführung in die Medieninformatik (MI-EMI-B) - empfohlen Modul Information Retrieval (Grundlagen, Modelle und Anwendungen) (MI-IR-M) - empfohlen Modul Web-Technologien (MI-WebT-B) - empfohlen		Besondere Bestehensvoraussetzungen: keine
Angebotshäufigkeit: WS, jährlich	Empfohlenes Fachsemester:	Minimale Dauer des Moduls: 1 Semester
Lehrveranstaltungen		
Masterseminar Medieninformatik Lehrformen: Blockseminar		2,00 SWS

<p>Dozenten: Prof. Dr. Andreas Henrich, Mitarbeiter Medieninformatik</p> <p>Sprache: Deutsch</p> <p>Angebotshäufigkeit: WS, jährlich</p>	
<p>Inhalte:</p> <p>Im Seminar werden wechselnde aktuelle Forschungsthemen zu den Inhalten der Lehrveranstaltungen bearbeitet. Dabei sind im Regelfall Aspekte mehrerer Lehrveranstaltungen relevant.</p>	
<p>Literatur:</p> <p>wird in der Veranstaltung bekannt gegeben</p>	
<p>Prüfung</p> <p>Hausarbeit mit Referat / Prüfungsdauer: 30 Minuten</p> <p>Beschreibung:</p> <p>Schriftliche Ausarbeitung sowie Vortrag zu dem im Seminar vom Teilnehmer bzw. von der Teilnehmerin bearbeiteten Thema; inkl. Diskussion</p>	

Modul MII-MID-M Multimodal Interaction Design <i>Multimodales Interaktionsdesign</i>		6 ECTS / 180 h
(seit SS24) Modulverantwortliche/r: Prof. Dr. Markus Rickert		
Inhalte: Multimodale Interaktionssysteme setzen auf eine Kommunikation mit mehreren Ein- und Ausgabemodalitäten. Ein großes Anwendungsgebiet ist dabei die Mensch-Roboter-Interaktion. 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.		
Lernziele/Kompetenzen: Studierende lernen grundlegende Konzepte multimodaler Interaktionssysteme und deren Anwendung.		
Zulassungsvoraussetzung für die Belegung des Moduls: keine		
Empfohlene Vorkenntnisse: Kenntnisse in Informatik, Kenntnisse in Mathematik und linearer Algebra, sowie Programmierkenntnisse (C++, Java). Empfohlene Module: Einführung in die Robotik (MII-ROB-B)		Besondere Bestehensvoraussetzungen: keine
Angebotshäufigkeit: SS, jährlich	Empfohlenes Fachsemester:	Minimale Dauer des Moduls: Semester

Lehrveranstaltungen	
1. Multimodal Interaction Design Lehrformen: Vorlesung Dozenten: Prof. Dr. Markus Rickert Sprache: Deutsch Angebotshäufigkeit: SS, jährlich	2,00 SWS
2. Multimodal Interaction Design Lehrformen: Übung Sprache: Deutsch Angebotshäufigkeit: WS, jährlich	2,00 SWS
Inhalte: In der Übung werden die Inhalte der Vorlesung vertieft und deren praktische Anwendung geübt.	

Prüfung

schriftliche Prüfung (Klausur) / Prüfungsdauer: 90 Minuten

Modul MII-ProjCR-M Masterprojekt Kognitive Robotik		6 ECTS / 180 h
<i>Master Project Cognitive Robotics</i>		
(seit SS24)		
Modulverantwortliche/r: Prof. Dr. Markus Rickert		
Inhalte:		
In diesem Projekt werden die Grundlagen im Bereich der kognitiven Robotik anhand einer praktischen Umsetzung an einem Roboter manipulator vermittelt. Dazu gehören das Verständnis der direkten und inversen Kinematik, die Erkennung von Objekten mittels Bildverarbeitung und die Steuerung von Roboter manipulatoren und Endeffektoren durch Middlewares wie z.B. ROS. In Kombination mit kognitiven Fähigkeiten, wie dem Erstellen eines Weltmodells mit Hilfe von Wissensrepräsentation und logischem Denken, besteht die Aufgabe der Studierenden darin, allgemeine Probleme im Bereich der Robotik zu lösen. Die letzte Aufgabe besteht aus einem Wettbewerb zwischen je zwei Gruppen, die an dem Kurs teilnehmen.		
Lernziele/Kompetenzen:		
Studierende erwerben Kenntnisse über reale Roboteranwendungen und lernen, ein integriertes System für eine kognitive Roboterzelle zu entwickeln.		
Zulassungsvoraussetzung für die Belegung des Moduls:		
keine		
Empfohlene Vorkenntnisse:		Besondere Bestehensvoraussetzungen:
Gute Kenntnisse in objektorientierten Programmiersprachen (C++, Python). Kenntnisse in Robotik, kognitiven Systemen, Bildverarbeitung sowie ROS (Robot Operating System) können von Vorteil sein. Empfohlene Module: Einführung in die Robotik (MII-ROB-B)		keine
Angebotshäufigkeit: SS, jährlich	Empfohlenes Fachsemester:	Minimale Dauer des Moduls:
		1 Semester
Lehrveranstaltungen		
Masterprojekt Kognitive Robotik		4,00 SWS
Lehrformen: Seminar		
Sprache: Deutsch/Englisch		
Angebotshäufigkeit: SS, jährlich		
Prüfung		
Hausarbeit mit Kolloquium / Prüfungsdauer: 20 Minuten		
Bearbeitungsfrist: 4 Monate		

Modul MII-SemHRI-M Masterseminar Mensch-Roboter-Interaktion		3 ECTS / 90 h
<i>Master Seminar Human-Robot Interaction</i>		
(seit WS23/24)		
Modulverantwortliche/r: Prof. Dr. Markus Rickert		
Inhalte: Eine große Herausforderung bei der Interaktion zwischen Mensch und Roboter liegt in der gemeinsamen Bearbeitung von komplexen Aufgaben. Ein Robotersystem muss in der Lage sein, die aktuelle Umgebung wahrzunehmen, Intentionen und Ziele vorauszusehen, mittels verschiedener Modalitäten mit seinem Gegenüber zu kommunizieren und physisch mit der Umgebung und dem Menschen zu interagieren. Das Seminar gibt einen allgemeinen Überblick über die Herausforderungen bei dieser Form der Interaktion zwischen Mensch und Roboter.		
Lernziele/Kompetenzen: Studierende lernen, sich ein ausgewähltes Thema anhand aktueller Fachliteratur zu erarbeiten und mündlich wie auch schriftlich zu präsentieren.		
Zulassungsvoraussetzung für die Belegung des Moduls: keine		
Empfohlene Vorkenntnisse: Keine Vorkenntnisse erforderlich; Kenntnisse in Robotik, kognitiven Systemen, Bild- oder Sprachverarbeitung können von Vorteil sein.		Besondere Bestehensvoraussetzungen: keine
Angebotshäufigkeit: WS, jährlich	Empfohlenes Fachsemester:	Minimale Dauer des Moduls: Semester
Lehrveranstaltungen		
Masterseminar Mensch-Roboter-Interaktion		2,00 SWS
Lehrformen: Seminar		
Sprache: Deutsch/Englisch		
Angebotshäufigkeit: WS, jährlich		
Prüfung Referat mit schriftl. Hausarbeit / Prüfungsdauer: 20 Minuten Bearbeitungsfrist: 4 Monate		

Modul MOBI-ADM-M Advanced Data Management <i>Advanced Data Management</i>		6 ECTS / 180 h 45 h Präsenzzeit 135 h Selbststudium
(seit SS21) Modulverantwortliche/r: Prof. Dr. Daniela Nicklas		
Inhalte: 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.		
Lernziele/Kompetenzen: Students understand the design goals, benefits and drawbacks of NOSQL database systems. They are able to decide which database system is appropriate for a given application depending on suitable criteria. They can design database structures for different NOSQL data models. They understand the implementation of internal components and storage structures of selected database systems.		
Zulassungsvoraussetzung für die Belegung des Moduls: keine		
Empfohlene Vorkenntnisse: 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.		Besondere Bestehensvoraussetzungen: keine
Angebotshäufigkeit: SS, jährlich	Empfohlenes Fachsemester:	Minimale Dauer des Moduls: 1 Semester

Lehrveranstaltungen	
1. Advanced Data Management Lehrformen: Vorlesung Dozenten: Prof. Dr. Daniela Nicklas Sprache: Englisch Angebotshäufigkeit: SS, jährlich	2,00 SWS
Inhalte: 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.	
Literatur:	

<p>L. Wiese, Advanced Data Management, For SQL, NoSQL, Cloud and Distributed Databases. Berlin, Boston: De Gruyter, 2015</p>	
<p>2. Advanced Data Management Lehrformen: Übung Dozenten: Prof. Dr. Daniela Nicklas Sprache: Englisch Angebotshäufigkeit: SS, jährlich</p> <hr/> <p>Inhalte: Practical exercises for lecture topics</p>	<p>2,00 SWS</p>

<p>Prüfung schriftliche Prüfung (Klausur) / Prüfungsdauer: 75 Minuten</p> <p>Beschreibung: Central written exam. The examination language is English.</p> <p>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.</p> <p>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.</p> <p>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.</p> <p>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.</p> <p>The grade 1.0 can be achieved without the bonus points.</p>	
--	--

Modul MOBI-DSC-M Data Streams and Complex Event Processing		6 ECTS / 180 h 45 h Präsenzzeit 135 h Selbststudium
<i>Data Streams and Complex Event Processing</i>		
(seit WS20/21)		
Modulverantwortliche/r: Prof. Dr. Daniela Nicklas		
Inhalte:		
The management of data streams and foundations of event processing: Applications, systems, query languages, continuous query processing, and security in distributed data stream management systems.		
The modul covers the following topics: Architectures of data stream management systems; Query languages; Data stream processing; Complex event processing; Security in data stream management systems; Application of data stream management systems.		
Lernziele/Kompetenzen:		
Understand the challenges of data stream management and complex event processing.		
Recognize and link basic building blocks of data stream management tasks in different frameworks and systems.		
Develop and program queries on data streams and event streams in different query languages to process data streams and detect event patterns.		
Understand basic implementation techniques for data stream operators.		
Understand the main security challenges and solutions in data stream management systems.		
Zulassungsvoraussetzung für die Belegung des Moduls:		
keine		
Empfohlene Vorkenntnisse:		Besondere Bestehensvoraussetzungen:
Foundations of relational databases, relational algebra and SQL; e.g. from Modul MOBI-DBS-B: Database Systems		keine
Angebotshäufigkeit: WS, jährlich	Empfohlenes Fachsemester:	Minimale Dauer des Moduls:
		1 Semester

Lehrveranstaltungen	
Data Streams and Complex Event Processing	2,00 SWS
Lehrformen: Vorlesung	
Dozenten: Prof. Dr. Daniela Nicklas	
Sprache: Englisch	
Angebotshäufigkeit: WS, jährlich	
Lernziele:	
Understand the challenges of data stream management and complex event processing.	
Recognize and link basic building blocks of data stream management tasks in different frameworks and systems.	
Develop and program queries on data streams and event streams in different query languages to process data streams and detect event patterns.	
Understand basic implementation techniques for data stream operators.	

<p>Understand the main security challenges and solutions in data stream management systems.</p>	
<p>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</p>	
<p>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.</p>	

<p>Lehrveranstaltungen</p>	
<p>Data Streams and Complex Event Processing Lehrformen: Übung Sprache: Englisch Angebotshäufigkeit: WS, jährlich</p> <hr/> <p>Inhalte: siehe Vorlesung</p>	<p>2,00 SWS</p>

<p>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.</p>	
--	--

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.

Modul MOBI-Proj-M Master Project Mobile Software Systems		6 ECTS / 180 h
<i>Master Project Mobile Software Systems</i>		
(seit SS24)		
Modulverantwortliche/r: Prof. Dr. Daniela Nicklas		
<p>Inhalte:</p> <p>Applications of mobile software systems, which are taken from current research activities in mobile, context-aware systems and data stream management, are carried out in part individually and in part in small teams of students, from conception, via theoretical and/or practical realization, to evaluation. In particular, the project concerns the development of sound concepts pertaining to the task to be addressed under the given project constraints. This requires studying the current research literature and relevant approaches on the project's topic.</p> <p>An example of a project task would be the conceptual development, the prototypic implementation, and the case-study-driven evaluation of a small sensor-based, mobile system, which would require knowledge from the modul MOBI-DSC-M Data streams and event processing.</p> <p>The tasks in the project will be tailored to Master level.</p>		
<p>Lernziele/Kompetenzen:</p> <p>Students will deepen their knowledge regarding the conceptual problems that arise when carrying out theoretical and/or practical research on software projects, and regarding approaches to possible solutions. Since this will be done by means of the intensive conduct of a research topic in Mobile Software Systems, students will gain important experience in carrying out research-oriented projects, from project planning, to the abstract and concrete design, to the realization, to the documentation of results in a scientific project report.</p>		
<p>Zulassungsvoraussetzung für die Belegung des Moduls:</p> <p>keine</p>		
<p>Empfohlene Vorkenntnisse:</p> <p>Programming skills (Java preferred), e.g. from the module "DSG-AJP-B"; Software project management, e.g. from the module "SWT-SWL-B Software Engineering Lab"; Scientific research and writing, e.g. from the module "IAIWAI-B Wissenschaftliches Arbeiten" or SSS-SRW-M Scientific Research on Writing for Master's Students; Relational databases and SQL, e.g. from the module "SEDA-DBS-B Datenbanksysteme".</p>		<p>Besondere Bestehensvoraussetzungen:</p> <p>keine</p>
<p>Angebotshäufigkeit: WS, jährlich</p>	<p>Empfohlenes Fachsemester:</p>	<p>Minimale Dauer des Moduls:</p> <p>1 Semester</p>

Lehrveranstaltungen	
<p>Master project Mobile Software Systems</p> <p>Lehrformen: Projektseminar</p> <p>Dozenten: Prof. Dr. Daniela Nicklas</p> <p>Sprache: Englisch/Deutsch</p> <p>Angebotshäufigkeit: WS, jährlich</p>	<p>4,00 SWS</p>

<p>Inhalte: Conduct of the project, accompanied by regular meetings between students and lecturer.</p>	
<p>Prüfung Hausarbeit mit Kolloquium Zulassungsvoraussetzung zur Modulprüfung: Regelmäßige Teilnahme an der Lehrveranstaltung Beschreibung: Als Prüfungsleistung ist eine Hausarbeit sowie ein Kolloquium zu erbringen. Die Bearbeitungsfrist der Hausarbeit und die Prüfungsdauer des Kolloquiums werden zu Beginn einer jeden Lehrveranstaltung von der Projektleiterin bzw. dem Projektleiter bekannt gegeben. Production of a written report on the software project carried out (Assignment/Hausarbeit). Discussion of this project report and of the developed artefacts in the context of the wider project topic (Colloquium/Kolloquium). The term of the project report and of the colloquium will be announced at the beginning of each course by the project leader.</p>	

Modul MOBI-SEM-M Master-Seminar Mobile Software Systems		3 ECTS / 90 h
<i>Master-Seminar Mobile Software Systems</i>		
(seit WS17/18)		
Modulverantwortliche/r: Prof. Dr. Daniela Nicklas		
Inhalte: Independent study and presentation of a topic from Mobile Software Systems / Mobility. The overarching theme of the seminar and some starting literature will be presented at the beginning of the seminar. The participants will define an individual topic within that theme and will contribute to the seminar with presentations and discussions.		
Lernziele/Kompetenzen: Students are able to write and present scientific results and discussions. They understand and can assess results and discussions of selected topics.		
Zulassungsvoraussetzung für die Belegung des Moduls: keine		
Empfohlene Vorkenntnisse: Scientific research and writing, e.g. from the module "IAIWAI-B Wissenschaftliches Arbeiten" or "SSS-SRW-M Scientific Research on Writing for Master´s Students".		Besondere Bestehensvoraussetzungen: keine
Angebotshäufigkeit: WS, jährlich	Empfohlenes Fachsemester:	Minimale Dauer des Moduls: 1 Semester

Lehrveranstaltungen	
Mobile Software Systems Lehrformen: Seminar Dozenten: Prof. Dr. Daniela Nicklas Sprache: Englisch Angebotshäufigkeit: WS, jährlich	2,00 SWS
Inhalte: Prüfung Hausarbeit mit Referat Beschreibung: Als Prüfungsleistung ist eine Hausarbeit sowie ein Referat zu erbringen. Die Bearbeitungsfrist der Hausarbeit und die Prüfungsdauer des Referates werden zu Beginn einer jeden Lehrveranstaltung von der Projektleiterin bzw. dem Projektleiter bekannt gegeben. Production of a written report on the seminar topic (Assignment/Hausarbeit). Discussion of this seminar report in the context of the wider seminar topic (presentation/Referat). The term of the seminar report and of the presentation will be announced at the beginning of each course by the project leader.	

Modul PSI-AdvaSP-M Advanced Security and Privacy <i>Advanced Security and Privacy</i>	6 ECTS / 180 h 45 h Präsenzzeit 135 h Selbststudium
(seit SS24) Modulverantwortliche/r: Prof. Dr. Dominik Herrmann	
<p>Inhalte:</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>Lernziele/Kompetenzen:</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>Sonstige Informationen:</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"> • Lecture: 22.5 hours (2 hours per week) • Tutorials: 22.5 hours (2 hours per week) • Preparation and studying during the semester: 30 hours • Assignments: 67.5 hours • Preparation for the exam (including the exam itself): 37.5 hours 	
<p>Zulassungsvoraussetzung für die Belegung des Moduls: keine</p>	
<p>Empfohlene Vorkenntnisse:</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>Besondere Bestehensvoraussetzungen: keine</p>

<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.</p> <p>Modul Introduction to Security and Privacy (PSI-IntroSP-B) - empfohlen</p>		
<p>Angebotshäufigkeit: SS, jährlich</p>	<p>Empfohlenes Fachsemester:</p>	<p>Minimale Dauer des Moduls: 1 Semester</p>

Lehrveranstaltungen	
<p>1. Advanced Security and Privacy Lehrformen: Vorlesung Sprache: Englisch/Deutsch Angebotshäufigkeit: SS, jährlich</p> <hr/> <p>Lernziele: cf. module description</p> <hr/> <p>Inhalte: Selected topics:</p> <ul style="list-style-type: none"> • 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 <p>Some parts of the lecture are aligned with current events and recently published research. The selected topics are therefore subject to change.</p> <hr/> <p>Literatur: Selected books:</p> <ul style="list-style-type: none"> • 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 	<p>2,00 SWS</p>
<p>2. Tutorials for Advanced Security and Privacy Lehrformen: Übung Sprache: Englisch/Deutsch</p>	<p>2,00 SWS</p>

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 all assignments correctly can collect up to 10 bonus points. Details regarding 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.

Modul PSI-ProjectSP-M Project Security and Privacy		6 ECTS / 180 h
<i>Project Security and Privacy</i>		
(seit SS24)		
Modulverantwortliche/r: Prof. Dr. Dominik Herrmann		
Inhalte:		
In this project participants work independently on problems related to current research activities of the Privacy and Security in Information Systems Group. Instructors will provide guidance and supervision.		
Lernziele/Kompetenzen:		
Successful students will be able to independently work on research problems in security and privacy. They will also be able to implement tools and/or analyze data in order to answer a research question. Finally, they will be able to present their work in a talk and document their approach and results in a written report.		
Sonstige Informationen:		
This project is taught in English unless all participants are fluent in German. The workload of this project is equivalent to 270 hours.		
Workload breakdown:		
<ul style="list-style-type: none"> • 60 hrs: Getting familiar with the problem and preliminaries: reading related work, and understanding potentially existing source code • 20 hrs: Preparing the talk (including time for attendance of other talks) • 110 hrs: Implementing tools and/or analyzing data • 80 hrs: Writing final report with approach and methods 		
Zulassungsvoraussetzung für die Belegung des Moduls:		
keine		
Empfohlene Vorkenntnisse:		Besondere Bestehensvoraussetzungen:
Participants should have advanced knowledge and practical skills in information security and privacy, which can be acquired, for instance, in the module PSI-IntroSP-B and a security-related seminar or project. Depending on the actual topic participants may be expected to be familiar with commonly used security terminology, common types of malware and attacks, buffer overflows and related attacks, cryptography, network security, web security, and concepts of privacy.		keine
Moreover, participants should have practical experience with at least one scripting or programming language such as Python or Java. Alternatively, participants should have strong skills in empirical data collection and data analytics (statistics and/or machine learning).		
Experience with Linux environments, web technologies, and network protocols is recommended.		
Angebotshäufigkeit: WS, SS	Empfohlenes Fachsemester:	Minimale Dauer des Moduls:
		1 Semester
Lehrveranstaltungen		
Project Security and Privacy		6,00 SWS
Lehrformen: Projektseminar		
Sprache: Englisch/Deutsch		

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

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

Modul PSI-Sem-M Seminar Research Topics in Security and Privacy <i>Seminar Research Topics in Security and Privacy</i>		3 ECTS / 90 h
(seit SS24) Modulverantwortliche/r: Prof. Dr. Dominik Herrmann		
Inhalte: This seminar provides in-depth coverage of advanced topics in one of the fields of information security and privacy. Participants learn to review, analyze, and discuss scientific sources (books and essays). While participants are expected to perform the actual research independently and mostly on their own, the instructors provide extensive support throughout the seminar. The instructors will provide guidance on scientific methods, e.g., how to approach a topic, how to find relevant literature, how to read a paper efficiently, how to write a seminar report, and how to give a good talk. Participants will be asked to deliver manageable chunks of work throughout the semester (such as summarizing literature in a survey, reviewing the work of others, writing a draft of the term paper, reviewing the draft of other students, etc.). They will receive feedback by their peers and by the instructors. The actual topics are subject to change. A list of available topics is made available before the first session via UnivIS or VC.		
Lernziele/Kompetenzen: The participants learn to find, read, and summarize scientific texts. They also learn to assess statements and to discuss them critically. Finally, they learn to write scientific texts and to present their results in a talk. Students who participate in the optional peer review process will also learn techniques to give useful feedback to others as well as how to accept feedback for one's own work.		
Sonstige Informationen: The default language in this seminar is English, unless all participants are fluent in German.		
Zulassungsvoraussetzung für die Belegung des Moduls: keine		
Empfohlene Vorkenntnisse: Participants should have basic knowledge in software engineering, foundations of computing, operating systems, and networks. Knowledge in information security and privacy (obtained, e.g., in PSI-IntroSP-B and by having completed a seminar or thesis in the field of information security) is strongly recommended.		Besondere Bestehensvoraussetzungen: keine
Angebotshäufigkeit: WS, jährlich	Empfohlenes Fachsemester:	Minimale Dauer des Moduls: 1 Semester
Lehrveranstaltungen		
Seminar Research Topics in Security and Privacy Lehrformen: Seminar Sprache: Englisch/Deutsch Angebotshäufigkeit: WS, jährlich Inhalte:		2,00 SWS

cf. module description

Literatur:

- Alley: The Craft of Scientific Writing
- Anderson: Security Engineering
- Pfleeger et al.: Security in Computing
- Stallings & Brown: Computer Security: Principles and Practice
- Strunk & White: The Elements of Style

Other relevant literature is presented in the first session.

Prüfung

Referat mit schriftl. Hausarbeit / Prüfungsdauer: 30 Minuten

Bearbeitungsfrist: 3 Monate

Zulassungsvoraussetzung zur Modulprüfung:

Continuous attendance in the seminar sessions is mandatory, cf. §9 (10) APO.

Beschreibung:

The module examination consists of two parts, a term paper (in English) and a talk (in English; in German if all participants are fluent in German). The maximum number of points that can be achieved in the module examination is 100. Details regarding the number of points that can be achieved in the talk and in the report will be announced in the first session of the project.

Optionally, participants can submit intermediary results (in English) such as surveys, written reviews for the work of other participants, and a draft of the term paper. Participants can thereby earn 20 bonus points. If the module examination is passed on its own (generally, this is the case when at least 50 points are obtained), the bonus points will be added to the points achieved in the module examination. The grade 1.0 can be achieved without the bonus points.

Modul SWT-ASV-M Applied Software Verification <i>Applied Software Verification</i>		6 ECTS / 180 h
(seit WS19/20) Modulverantwortliche/r: Prof. Dr. Gerald Lüttgen		
Inhalte: This module focuses on the increasingly important field of automated software verification, which aims at increasing the quality of today's complex computer systems. Students will be introduced to modern automated software verification and, in particular, to software model checking, and will be familiarised with a variety of important formal verification concepts, techniques and algorithms, as well as with state-of-the-art verification tools.		
Lernziele/Kompetenzen: On completion of this module, students will be able to thoroughly analyse software using modern software verification tools and understand the state-of-the-art techniques and algorithms that drive cutting-edge development environments offered by major software companies.		
Sonstige Informationen: The main language of instruction is English. The lectures and practicals may be delivered in German if all participating students are fluent in German. The total workload of 180 hrs. is split approximately as follows: <ul style="list-style-type: none"> • 30 hrs. attending lectures (Vorlesungen) • 30 hrs. attending practicals (Übungen) • 60 hrs. preparing and reviewing the lectures and practicals, including researching literature, studying material from additional sources and applying software tools • 30 hrs. working on the assignment (Hausarbeit) • 30 hrs. preparing for the colloquium (Kolloquium) 		
Zulassungsvoraussetzung für die Belegung des Moduls: keine		
Empfohlene Vorkenntnisse: Basic knowledge in algorithms and data structures, mathematical logic and theoretical computer science. Knowledge of the module "Foundations of Software Analysis" (SWT-FSA-B) - or equivalent - is desirable.		Besondere Bestehensvoraussetzungen: keine
Angebotshäufigkeit: SS, jährlich	Empfohlenes Fachsemester:	Minimale Dauer des Moduls: 1 Semester

Lehrveranstaltungen	
1. Applied Software Verification Lehrformen: Vorlesung Dozenten: Prof. Dr. Gerald Lüttgen Sprache: Englisch Angebotshäufigkeit: SS, jährlich	2,00 SWS
Inhalte: The lectures (Vorlesungen) will address the following topics in automated software verification: (i) state machines, assertions and algorithms for state	

space exploration; (ii) temporal logics for specifying program properties; (iii) model checking using binary decision diagrams; (iv) SAT-based bounded model checking; (v) software model checking based on decision procedures; (vi) abstraction-based software model checking. In addition, state-of-the-art software verification tools will be introduced.

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

2,00 SWS**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 -

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).

Modul SWT-PR1-M Masterprojekt Softwaretechnik und Programmiersprachen <i>Masters Project in Software Engineering and Programming Languages</i>		6 ECTS / 180 h
(seit SS24) Modulverantwortliche/r: Prof. Dr. Gerald Lüttgen		
Inhalte: Überschaubare Themen der Softwaretechnik und Programmiersprachen werden in individuell oder in einer arbeitsteilig arbeitenden Gruppe von Studierenden von der Konzeption bis zur theoretischen und/oder praktischen Umsetzung durchgeführt. Dabei geht es insbesondere auch um die Entwicklung tragfähiger und mit den vorgegebenen Rahmenbedingungen kompatibler Konzepte zur Lösung der gestellten Aufgabe. In der Regel ist dazu das Studium akademischer Literatur und für das Thema relevanter Technologien und Ansätze notwendig. Ein Beispiel für eine solche Aufgabe wäre die konzeptionelle Weiterentwicklung, prototypische Implementierung und auf Fallbeispielen basierende Evaluierung von Werkzeugen zur Softwareverifikation. Für eine derartige Aufgabe sind Kenntnisse aus dem Modul "Automated Software Verification" (SWT-ASV-M) bzw. vergleichbare Kenntnisse erforderlich.		
Lernziele/Kompetenzen: Studierende sollen ein vertieftes Verständnis der bei der Durchführung von wissenschaftlichen Projekten zu Themen der Softwaretechnik und Programmiersprachen auftretenden konzeptionellen Problemen wie auch von erfolgversprechenden Lösungsansätzen erhalten. Die Studierenden gewinnen zudem wichtige Erfahrungen mit der Durchführung solcher Projekte von der Grobkonzeption über die Detailplanung bis hin zur Umsetzung und Dokumentation der Ergebnisse in einem wissenschaftlich ausgerichteten Arbeitsbericht.		
Sonstige Informationen: Der Arbeitsaufwand beträgt 180 Std., welche sich grob wie folgt gliedern: <ul style="list-style-type: none"> • 10 Std. Einführung, Tutorials, Vorstellung von Werkzeugen und Vorträge zum Projektstand • 20 Std. Bearbeitung von Übungsaufgaben für Bonuspunkte • 115 Std. Recherchen zu und Einarbeitung in das Projektthema (inkl. Vorbereitung von Kurzvorträgen) und Projektarbeit • 35 Std. Erstellung des Projektberichts (Hausarbeit) und Vorbereitung auf das Kolloquium Die regelmäßige Teilnahme an den Projekttreffen ist erforderlich.		
Zulassungsvoraussetzung für die Belegung des Moduls: keine		
Empfohlene Vorkenntnisse: Kenntnisse in Softwaretechnik und Programmiersprachen, Kenntnisse in den Grundlagen des im Projekt behandelten Themengebiets.		Besondere Bestehensvoraussetzungen: keine
Angebotshäufigkeit: WS, SS	Empfohlenes Fachsemester:	Minimale Dauer des Moduls: 1 Semester
Lehrveranstaltungen		
Masterprojekt Softwaretechnik und Programmiersprachen Lehrformen: Projektseminar		4,00 SWS

<p>Dozenten: Prof. Dr. Gerald Lüttgen, Mitarbeiter Praktische Informatik, insbesondere Softwaretechnik und Programmiersprachen</p> <p>Sprache: Englisch/Deutsch</p> <p>Angebotshäufigkeit: WS, SS</p> <hr/> <p>Lernziele: Werden zu Beginn des Projekts bekannt gegeben.</p> <hr/> <p>Inhalte: Durchführung des Projekts, begleitet von Tutorials und regelmäßigen Projekttreffen.</p> <hr/> <p>Literatur: Je nach Problematik; wird zu Beginn des Projekts bekannt gegeben.</p>	
--	--

<p>Prüfung Hausarbeit mit Kolloquium / Prüfungsdauer: 20 Minuten Bearbeitungsfrist: 12 Wochen</p> <p>Zulassungsvoraussetzung zur Modulprüfung: Regelmäßige Teilnahme an den zugehörigen Lehrveranstaltungen</p> <p>Beschreibung: Anfertigen eines schriftlichen Berichts über das durchgeführte Projekt (Hausarbeit). Diskussion des vorliegenden Projektberichts sowie der erstellten Artefakte vor dem Hintergrund des allgemeinen Themas der Projektarbeit (Kolloquium).</p> <p>Der Bericht und das Kolloquium können nach Wahl des Studierenden in englischer oder deutscher Sprache verfasst bzw. abgehalten werden.</p>	
--	--

Modul SWT-SEM-M Seminar Software Engineering and Programming Languages (Master) <i>Seminar in Software Engineering and Programming Languages (Master)</i>		3 ECTS / 90 h
(seit WS17/18) Modulverantwortliche/r: Prof. Dr. Gerald Lüttgen		
Inhalte: Current topics in software engineering and programming languages. This may comprise the full spectrum of research topics in these fields, from the analysis, comparison and evaluation of current software technologies and tools, to the discussion and evaluation of novel research proposals.		
Lernziele/Kompetenzen: Students will compile and acquire current topics in software engineering and programming languages by independently carrying out and documenting a literature survey, and by preparing and delivering a coherent, comprehensible presentation to their peers. Students will also be able to scientifically discuss topics in software engineering and programming languages with their peers.		
Sonstige Informationen: The main language of instruction is English. The seminar may be delivered in German if all participating students are fluent in German. Regular participation in the presentations is required. The total workload of 90 hrs. is split approximately as follows: <ul style="list-style-type: none"> • 5 hrs. introductory tutorials on the seminar's topic and on scientific methods • 20 hrs. consultations and presentations (Referate), including discussions • 25 hrs. literature research and familiarization and evaluation of literature • 40 hrs. working on the assignment (Hausarbeit) and preparation for the presentation (Referat) 		
Zulassungsvoraussetzung für die Belegung des Moduls: keine		
Empfohlene Vorkenntnisse: Basic knowledge in software engineering, in programming languages and in the subject matter of the seminar. Additionally, basic knowledge of scientific methods is expected.		Besondere Bestehensvoraussetzungen: keine
Angebotshäufigkeit: WS, SS	Empfohlenes Fachsemester:	Minimale Dauer des Moduls: 1 Semester

Lehrveranstaltungen	
Software Engineering and Programming Languages (Master) Lehrformen: Seminar Dozenten: Prof. Dr. Gerald Lüttgen, Mitarbeiter Praktische Informatik, insbesondere Softwaretechnik und Programmiersprachen Sprache: Englisch/Deutsch Angebotshäufigkeit: WS, SS	2,00 SWS
Inhalte: Various current topics in software engineering and programming languages, which complement and/or extend the technical and methodological aspects of the degree programme's modules related to these fields.	

Literatur:

Literature will be allocated according to the topics to be discussed.

Prüfung

Hausarbeit mit Referat / Prüfungsdauer: 40 Minuten

Bearbeitungsfrist: 8 Wochen

Zulassungsvoraussetzung zur Modulprüfung:

Regular participation in the seminar.

Beschreibung:

Assignment (Hausarbeit) consisting of a written report on the topic assigned to the student.

Presentation (Referat) on the topic assigned to the student, including a discussion.

Modul SWT-SWQ-M Software Quality <i>Software Quality</i>		6 ECTS / 180 h
(seit WS21/22) Modulverantwortliche/r: Prof. Dr. Gerald Lüttgen		
Inhalte: Software quality is fundamental for a software product's reliable, safe and secure operation, for its maintainability and reusability, and for user and customer satisfaction. Engineering high-quality software products and managing their development involves the application of advanced techniques, methods and tools for software quality assurance. This module focuses, in particular, on model-based testing, software inspection, software measurement, and static analysis, which are indispensable in today's agile software engineering practice.		
Lernziele/Kompetenzen: On completion of this module, students will be familiar with important concepts and techniques of software quality and their role in modern software engineering. In particular, students will be able to apply state-of-the-art methods and tools for achieving and monitoring software quality, and devise strategies for software quality assurance in different product and organizational contexts.		
Sonstige Informationen: The language of instruction is English. The total workload of 180 hrs. is split approximately as follows: <ul style="list-style-type: none"> • 30 hrs. attending lectures (Vorlesungen) • 30 hrs. attending practicals (Übungen) • 90 hrs. preparing and reviewing lectures and practicals, researching literature and studying material from additional sources • 30 hrs. preparing for the written exam (Klausur) 		
Zulassungsvoraussetzung für die Belegung des Moduls: keine		
Empfohlene Vorkenntnisse: Basic knowledge in Software Engineering, such as gained, e.g., in the module "Foundations of Software Engineering" (SWT-FSE-B). In particular, good knowledge of the Unified Modeling Language (UML) is expected.		Besondere Bestehensvoraussetzungen: keine
Angebotshäufigkeit: WS, jährlich	Empfohlenes Fachsemester:	Minimale Dauer des Moduls: Semester

Lehrveranstaltungen	
1. Software Quality Lehrformen: Vorlesung Dozenten: Prof. Dr. Gerald Lüttgen, Alexander Kraas Sprache: Englisch Angebotshäufigkeit: WS, jährlich	2,00 SWS
Lernziele: – see the module's learning outcomes/competences (Lernziele/Kompetenzen) listed above –	

<p>Inhalte: The following topics will be covered in this module:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Software quality within agile software engineering • Fundamental testing concepts and techniques • Automated, model-based testing • Inspections and reviews • Software measurement • Static analysis • Software quality management <hr/> <p>Literatur:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Goericke, S. (editor). The Future of Software Quality Assurance. Springer, 2020. • Kramer, A. and Legeard, B. Model-Based Testing Essentials. Wiley, 2016. • Meyers, G. J. et al. The Art of Software Testing, 3rd ed. Wiley, 2012. • O'Reagan, G. Concise Guide to Software Testing. Springer, 2019. • O'Reagan, G. Introduction to Software Quality. Springer, 2014. • Utting, M. and Legeard, B. Practical Model-Based Testing – A Tools Approach. Morgan Kaufmann, 2007. • Walkinshaw, N. Software Quality Assurance. Springer, 2017. 	
<p>2. Software Quality Lehrformen: Übung Dozenten: Mitarbeiter Praktische Informatik, insbesondere Softwaretechnik und Programmiersprachen Sprache: Englisch Angebotshäufigkeit: WS, jährlich</p> <hr/> <p>Lernziele: – see the module's learning outcomes/competences (Lernziele/Kompetenzen) listed above –</p> <hr/> <p>Literatur: – see the corresponding lectures –</p>	2,00 SWS
<p>Prüfung schriftliche Prüfung (Klausur) / Prüfungsdauer: 90 Minuten Beschreibung: Written exam (Klausur) consisting of questions that relate to the contents of the lectures (Vorlesungen) and practicals (Übungen) of this module. The exam is passed if at least 50% of the available points are reached.</p>	

<p>Modul SYSNAP-OSE-M Operating Systems Engineering <i>Operating Systems Engineering</i></p>	<p>6 ECTS / 180 h</p>
<p>(seit SS22) Modulverantwortliche/r: Prof. Dr. Michael Engel</p>	
<p>Inhalte: 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 a 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>Lernziele/Kompetenzen: 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>Zulassungsvoraussetzung für die Belegung des Moduls: keine</p>	
<p>Empfohlene Vorkenntnisse: Participants should be familiar with basic concepts of operating systems and computer architecture, e.g. as acquired by taking the</p>	<p>Besondere Bestehensvoraussetzungen: -</p>

module "Einführung in Rechner- und Betriebssysteme" (PSI-EiRBS-B). In addition, knowledge of C programming, debugging using gdb, using the Unix command line, and software construction tools (e.g. make) are useful.		
Angebotshäufigkeit: SS, jährlich	Empfohlenes Fachsemester:	Minimale Dauer des Moduls: 1 Semester

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

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.

Modul SYSNAP-PMAP-M Processor Microarchitecture and Performance		6 ECTS / 180 h
<i>Processor Microarchitecture and Performance</i>		
Modulverantwortliche/r: Prof. Dr. Michael Engel Weitere Verantwortliche: Werner Haas		
Inhalte: 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. 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.		
Lernziele/Kompetenzen: 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. 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.		
Zulassungsvoraussetzung für die Belegung des Moduls: verpflichtende Nachweise de		
Empfohlene Vorkenntnisse: Fundamentals of computer architecture and operating systems, e.g. module PSI-EiRBS-B Operating Systems Engineering (SYSNAP-OSE-M) and/or Virtualization (SYSNAP-Virt-M)		Besondere Bestehensvoraussetzungen: keine
Angebotshäufigkeit: SS, jährlich	Empfohlenes Fachsemester:	Minimale Dauer des Moduls: 1 Semester
Lehrveranstaltungen		
1. Lecture Processor Microarchitecture and Performance Lehrformen: Vorlesung Dozenten: Prof. Dr. Michael Engel		2,00 SWS

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

Modul SYSNAP-Project-M Projekt Systemnahe Programmierung <i>Project Systems Programming</i>		6 ECTS / 180 h
(seit SS24) Modulverantwortliche/r: Prof. Dr. Michael Engel		
<p>Inhalte: Students work (in groups) on a small yet realistic project to develop a standalone piece of system software that is not solvable in acceptable time by a single student. Hence, besides</p> <ul style="list-style-type: none"> • basic literature research to find approaches to solve the problem(s) at hand and to get used to the state-of-the-art technology required, • analyzing, designing, architecting, programming and testing the practical solution, <p>skills such as planning, delegating and organizing work in groups are practiced. Note: The topics of this master project are - compared to bachelor projects - more advanced and lead to advanced skills in the development of operating systems, machine-level and assembler programming as well as debugging.</p>		
<p>Lernziele/Kompetenzen: Students learn how to</p> <ul style="list-style-type: none"> • work independently and in groups on selected problems using the knowledge and skills provided by other modules, • work with state-of-the-art tools and refer to recent scientific literature to look for problem solutions, • architect and implement an operating system kernel interacting with emulators and real hardware, • read, understand and apply data sheets as well as processor and peripheral user manuals • document and present their work in an understandable manner to others, • interact with others to discuss pros and cons of different solution approaches, • organize work in groups, esp., how to delegate work, to fix interfaces and work under time constraints. 		
<p>Zulassungsvoraussetzung für die Belegung des Moduls: keine</p>		
<p>Empfohlene Vorkenntnisse: Modules SYSNAP-OSE and/or SYSNAP-Virt</p>		<p>Besondere Bestehensvoraussetzungen: keine</p>
<p>Angebotshäufigkeit: WS, SS</p>	<p>Empfohlenes Fachsemester:</p>	<p>Minimale Dauer des Moduls: 1 Semester</p>
<p>Lehrveranstaltungen</p>		
<p>Projekt Systemnahe Programmierung Lehrformen: Projektseminar Dozenten: Prof. Dr. Michael Engel Sprache: Deutsch/Englisch Angebotshäufigkeit: WS, SS</p>		<p>4,00 SWS</p>
<p>Lernziele: see module description</p>		
<p>Inhalte:</p>		

<p>see module description</p>	
<p>Literatur: Based on the concrete project topics literature will be provided at the start of the semester.</p>	
<p>Prüfung Hausarbeit mit Kolloquium / Prüfungsdauer: 30 Minuten Bearbeitungsfrist: 3 Monate Zulassungsvoraussetzung zur Modulprüfung: As this is a project in groups and the topic of the examination is the project work of each student, each student has to declare which part of the project and report is due to his own work. Beschreibung: A project report written in the style of a scientific publication is required. Master students are also expected to write reviews of their fellow students' papers in a round of peer review. In addition, delivery of the developed software based on the project work indicating which are the on achievements during the project. Oral examination concerning the technologies used in the project as well as the work of the group a student belongs to with an emphasis on her or his own work.</p>	

Modul SYSNAP-SEM-M Seminar System Software <i>Seminar System Software</i>		3 ECTS / 90 h
(seit SS24) Modulverantwortliche/r: Prof. Dr. Michael Engel		
Inhalte: Current topics in system software, including operating systems, hypervisors, just-in-time compilation and hardware-software interfacing. Topics cover the full spectrum of research topics in these fields, from the analysis, design, implementation and evaluation of current system software, to the discussion and evaluation of novel research proposals.		
Lernziele/Kompetenzen: Students will compile and acquire current topics in operating systems by independently carrying out and documenting a literature survey, and by preparing and delivering a coherent, comprehensible presentation to their peers. Students will also be able to scientifically discuss topics in system software with their peers.		
Zulassungsvoraussetzung für die Belegung des Moduls: keine		
Empfohlene Vorkenntnisse: Basic knowledge in system software, machine-level programming and computer architecture and in the subject matter of the seminar. Additionally, basic knowledge of scientific methods is expected.		Besondere Bestehensvoraussetzungen: keine
Angebotshäufigkeit: WS, SS	Empfohlenes Fachsemester:	Minimale Dauer des Moduls: 1 Semester

Lehrveranstaltungen	
Seminar Lehrformen: Seminar Dozenten: Prof. Dr. Michael Engel Sprache: Deutsch/Englisch Angebotshäufigkeit: WS, SS	2,00 SWS
Lernziele: cf. module description	
Inhalte: cf. module description	
Literatur: Recent papers on system software related to the respective focus of the seminar, announced at the start of the semester.	
Prüfung Referat mit schriftl. Hausarbeit / Prüfungsdauer: 30 Minuten Bearbeitungsfrist: 4 Monate Zulassungsvoraussetzung zur Modulprüfung: Regular participation in the group meetings Beschreibung: Review of a written elaboration on the most important aspects of the topic, including a correct list of references.	

Participation in peer reviewing the other participants; free holding of a a presentation based on presentation documents including discussion of the contents with the seminar participants.	
--	--

Modul SYSNAP-Virt-M Virtualisierung <i>Virtualization</i>		6 ECTS / 180 h
(seit WS22/23) Modulverantwortliche/r: Prof. Dr. Michael Engel		
Inhalte: 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. 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.		
Lernziele/Kompetenzen: 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. 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.		
Zulassungsvoraussetzung für die Belegung des Moduls: keine		
Empfohlene Vorkenntnisse: Participants should be familiar with basic concepts of operating systems and computer architecture, e.g. as acquired by taking the module "Einführung in Rechner- und Betriebssysteme" (PSI-EiRBS-B). In addition, knowledge of C programming, debugging using gdb, using the Unix command line, and software construction tools (e.g. make) are useful.		Besondere Bestehensvoraussetzungen: -
Angebotshäufigkeit: WS, jährlich	Empfohlenes Fachsemester:	Minimale Dauer des Moduls: 1 Semester

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

<p>c.f. module description</p> <hr/> <p>Literatur:</p> <ul style="list-style-type: none"> • 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 <p>Additional selected papers will be provided as required.</p>	
<p>2. Übung Virtualisierung Lehrformen: Übung/Tutorium Dozenten: Prof. Dr. Michael Engel Sprache: Deutsch/Englisch Angebotshäufigkeit: WS, jährlich</p> <hr/> <p>Lernziele: c.f. module description</p> <hr/> <p>Inhalte: c.f. module description</p>	<p>2,00 SWS</p>

<p>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).</p>	
--	--

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

Modul UxD-Proj-M: Masterprojekt User Experience and Design		6 ECTS / 180 h
<i>UxD-Proj-M: Master Project User Experience and Design</i>		
(seit SS23)		
Modulverantwortliche/r: Prof. Dr. Patrick Tobias Fischer		
<p>Inhalte:</p> <p>Am Lehrstuhl User Experience and Design werden Projekte meist in Teamarbeit durchgeführt. Dabei orientiert sich die Vorgehensweise methodologisch am Research-through-Design oder bisweilen auch am Research-for-Design. Mittels praktischer Arbeit werden systematisch wissenschaftliche Erkenntnisse in Form neuer Konzepte, Muster, Methoden, Werkzeuge, Techniken, Heuristiken und Theorien erarbeitet. Ein wesentlicher Bestandteil hierbei ist das Prototyping neuer Interaktionstechniken und Benutzerschnittstellen. Der Prozess beinhaltet typischerweise die Stufen der Recherche, Ideation, Implementierung und Evaluation.</p> <p>Die spezifischen Themen werden je angebotener Lehrveranstaltung neu festgelegt.</p>		
<p>Lernziele/Kompetenzen:</p> <p>Teamfähigkeit, Eigenverantwortung, Schöpferische Fähigkeit, Einsatzbereitschaft, Entscheidungsfähigkeit, Gestaltungsfähigkeit, Tatkraft, Hilfsbereitschaft, Zuverlässigkeit, Beurteilungsvermögen, Kooperationsfähigkeit, Ausbau eigener Expertise, Fachübergreifendes Verständnis, ...</p>		
<p>Zulassungsvoraussetzung für die Belegung des Moduls:</p> <p>keine</p>		
<p>Empfohlene Vorkenntnisse:</p> <p>HCI, Interaction Design, Soft- und Hardwareentwicklung</p>		<p>Besondere Bestehensvoraussetzungen:</p> <p>keine</p>
<p>Angebotshäufigkeit: jährlich nach Bedarf WS oder SS</p>	<p>Empfohlenes Fachsemester:</p>	<p>Minimale Dauer des Moduls:</p> <p>1 Semester</p>
<p>Lehrveranstaltungen</p>		
<p>Projekt</p> <p>Dozenten: Prof. Dr. Patrick Tobias Fischer</p> <p>Sprache: Deutsch</p> <p>Angebotshäufigkeit: jährlich nach Bedarf WS oder SS</p>		<p>4,00 SWS</p>
<p>Prüfung</p> <p>Hausarbeit mit Kolloquium / Prüfungsdauer: 30 Minuten</p>		

Modul UxD-Sem-M: Masterseminar User Experience and Design		3 ECTS / 90 h
<i>UxD-Sem-M: Master Seminar User Experience and Design</i>		
(seit SS23)		
Modulverantwortliche/r: Prof. Dr. Patrick Tobias Fischer		
Inhalte:		
Seminare am Lehrstuhl User Experience and Design orientieren sich an aktuellen Themen folgender wissenschaftlicher Konferenzen:		
<ul style="list-style-type: none"> • CHI (Conference on Human Factors in Computing Systems) • DIS (Conference on Designing Interactive Systems) • MAB (Media Architecture Biennale Confernece) • TEI (Conference on Tangible, Embedded and Embodied Interaction) • MuC (Mensch und Computer) • ... 		
Der Fokus eines Seminarthemas wird für eine Lehrveranstaltung jeweils neu definiert. Beispielhafte Themen sind:		
<ul style="list-style-type: none"> • KI im Gestaltungsprozess • Mixed Initiative / Co-Activity • Urban HCI / Urban Interaction Design • Values of Public Interfaces • Untersuchung von Evaluationsmethoden für öffentliche Installationen • Designforschung • ... 		
Der Arbeitsaufwand für diese Modul gliedert sich typischerweise wie folg:		
<ul style="list-style-type: none"> • Teilnahme an den Präsenzterminen (Themenvergabe, Besprechungen, Präsentationen): ca. 20 Stunden • Literaturrecherche und Einarbeitung: ca. 25 Stunden • Vorbereiten und Verfassen der Präsentation: ca. 10 Stunden • Erstellen der schriftlichen Ausarbeitung: ca. 35 Stunden 		
Lernziele/Kompetenzen:		
Vertiefung eigener Expertisen, Fachliche Anerkennung, Wissensorientierung, analytische Fähigkeiten, Sachlichkeit, Beurteilungsvermögen, Kommunikationsfähigkeit, Literaturarbeit, erkennen und angemessenes Verwenden fachlicher Konzepte, ...		
Zulassungsvoraussetzung für die Belegung des Moduls:		
keine		
Empfohlene Vorkenntnisse:		Besondere Bestehensvoraussetzungen:
wissenschaftliches Arbeiten		keine
Angebotshäufigkeit: jährlich nach Bedarf WS oder SS	Empfohlenes Fachsemester:	Minimale Dauer des Moduls:
		1 Semester
Lehrveranstaltungen		
Seminar		2,00 SWS

Dozenten: Prof. Dr. Patrick Tobias Fischer Sprache: Deutsch Angebotshäufigkeit: jährlich nach Bedarf WS oder SS	
--	--

Prüfung Referat mit schriftl. Hausarbeit / Prüfungsdauer: 20 Minuten	
--	--

Modul VIS-IVVA-M Advanced Information Visualization and Visual Analytics		6 ECTS / 180 h
<i>Advanced Information Visualization and Visual Analytics</i>		
(seit WS23/24)		
Modulverantwortliche/r: Prof. Dr. Fabian Beck		
Inhalte:		
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.		
Lernziele/Kompetenzen:		
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.		
Sonstige Informationen:		
The workload for this module typically is as follows:		
<ul style="list-style-type: none"> • Lecture and exercise sessions: 45h • Preparation and review of the lecture: 30h • Work on exercises and assignments: 75h • Preparation for the exam: 30h 		
Zulassungsvoraussetzung für die Belegung des Moduls:		
none		
Empfohlene Vorkenntnisse:		Besondere Bestehensvoraussetzungen:
Basic knowledge in information visualization and programming; knowledge in algorithms and data structures, human-computer-interaction, and machine learning and data science can be beneficial.		keine
Angebotshäufigkeit: WS, jährlich	Empfohlenes Fachsemester:	Minimale Dauer des Moduls:
		1 Semester

Lehrveranstaltungen	
1. Advanced Information Visualization and Visual Analytics	2,00 SWS
Lehrformen: Vorlesung	
Dozenten: Prof. Dr. Fabian Beck	
Sprache: Englisch	
Angebotshäufigkeit: WS, jährlich	
Inhalte:	
See module description	
Literatur:	

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

<p>Prüfung schriftliche Prüfung (Klausur) / Prüfungsdauer: 90 Minuten</p> <p>Beschreibung: 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.</p>	
--	--

Modul VIS-Proj-M Masterprojekt Informationsvisualisierung <i>Master Project Information Visualization</i>		6 ECTS / 180 h
(seit SS24) Modulverantwortliche/r: Prof. Dr. Fabian Beck		
Inhalte: In the project, students explore and apply different state-of-the-art approaches of applied computer science as a practical exercise. For a given scenario, an advanced interactive visualization application is to be developed in a group effort.		
Lernziele/Kompetenzen: Students learn to work independently on a research-oriented problem and to coordinate this with group members. They design an interactive application that meets the requirements of a given scenario, while understanding the possibilities offered by visual and algorithmic methods. They implement a software system as a team, recognize the challenges of such collaboration, and jointly find solutions.		
Sonstige Informationen: The workload for this module typically is as follows: <ul style="list-style-type: none"> • Sessions and group meetings: 45h • Background research and reading: 15h • Implementation: 90h • Documentation and presentation: 30h 		
Zulassungsvoraussetzung für die Belegung des Moduls: none		
Empfohlene Vorkenntnisse: Advanced programming skills; basic knowledge in visualization, human-computer-interaction, or machine learning and data science can be beneficial.		Besondere Bestehensvoraussetzungen: keine
Angebotshäufigkeit: 1	Empfohlenes Fachsemester:	Minimale Dauer des Moduls: 1 Semester

Lehrveranstaltungen	
Masterprojekt Informationsvisualisierung Lehrformen: Projektseminar Dozenten: Prof. Dr. Fabian Beck, N.N. Sprache: Englisch/Deutsch Angebotshäufigkeit: SS, jährlich	4,00 SWS
Inhalte: See module description	
Literatur: Further material and reading will be announced in the course.	

Prüfung Hausarbeit mit Kolloquium / Bearbeitungsfrist: 4 Monate	
---	--

Zulassungsvoraussetzung zur Modulprüfung:

Regular participation in the course

Beschreibung:

The language of the course and exam will be announced in the first session of the course.

Modul VIS-Sem-M Masterseminar Informationsvisualisierung <i>Master Seminar Information Visualization</i>		3 ECTS / 90 h
(seit SS22) Modulverantwortliche/r: Prof. Dr. Fabian Beck		
Inhalte: The seminar investigates current trends in a subarea of visualization research. Based on an extensive literature review, different visualization approaches will be compared and evaluated. All participants work on individually assigned topics that contribute different facets to an overarching seminar topic.		
Lernziele/Kompetenzen: Students learn to independently research and find the latest research results regarding a given research topic in applied computer science. They discuss and evaluate state-of-the-art research results and develop a deep understanding of the individual topic, its potential use and application as well as limitations. They practice methods of scientific communication in oral and written form.		
Sonstige Informationen: The workload for this module typically is as follows: <ul style="list-style-type: none"> • Sessions: 20h • Literature search and reading: 25h • Preparation of presentation: 15h • Report writing: 30h 		
Zulassungsvoraussetzung für die Belegung des Moduls: none		
Empfohlene Vorkenntnisse: None required, but basic knowledge in visualization, human-computer-interaction, or machine learning and data science can be beneficial.		Besondere Bestehensvoraussetzungen: none
Angebotshäufigkeit: WS, SS	Empfohlenes Fachsemester:	Minimale Dauer des Moduls: 1 Semester

Lehrveranstaltungen	
Masterseminar Informationsvisualisierung Lehrformen: Seminar Dozenten: Prof. Dr. Fabian Beck, N.N. Sprache: Englisch/Deutsch Angebotshäufigkeit: WS, SS	2,00 SWS
Inhalte: See module description	
Literatur: Further material and reading will be announced in the course.	

Prüfung Hausarbeit mit Referat / Prüfungsdauer: 30 Minuten Bearbeitungsfrist: 4 Monate	
---	--

Zulassungsvoraussetzung zur Modulprüfung:

Regular participation in the course

Beschreibung:

The language of the course and exam will be announced in the first session of the course.

Modul WI-Seminar1-M Masterseminar aus der Fächergruppe Wirtschaftsinformatik <i>Master Seminar in Information Systems</i>		3 ECTS / 90 h
(seit WS19/20) Modulverantwortliche/r: Prof. Dr. Sven Overhage		
Inhalte: Eigenständige Erarbeitung und Präsentation eines Themas aus einem Fachgebiet der Wirtschaftsinformatik mit wissenschaftlichen Methoden.		
Lernziele/Kompetenzen: Kompetenzerwerb in den Bereichen kritische und systematische Literaturanalyse, Strukturierung komplexer Sachverhalte, bewertender Vergleich konkurrierender Ansätze. Professionelle Präsentation von Fachthemen. Vertiefen des Verfassens wissenschaftlicher Arbeiten.		
Sonstige Informationen: Es ist ein Masterseminar aus dem Fachgebiet der Wirtschaftsinformatik zu wählen. Die Seminarthemen werden über die jeweiligen Homepages der Lehrstühle bekannt gegeben.		
Zulassungsvoraussetzung für die Belegung des Moduls: keine		
Empfohlene Vorkenntnisse: keine		Besondere Bestehensvoraussetzungen: keine
Angebotshäufigkeit: WS, SS	Empfohlenes Fachsemester:	Minimale Dauer des Moduls: 1 Semester

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

Prüfung Hausarbeit mit Referat Zulassungsvoraussetzung zur Modulprüfung: Regelmäßige Teilnahme an der Lehrveranstaltung. Beschreibung: Als Prüfungsleistung ist eine Hausarbeit sowie ein Referat zu erbringen. Die Bearbeitungsfrist der Hausarbeit und die Prüfungsdauer des Referats werden zu Beginn einer jeden Lehrveranstaltung von der Seminarleiterin bzw. dem Seminarleiter bekannt gegeben.	
--	--

Modul xAI-DL-M Deep Learning <i>Deep Learning</i>		6 ECTS / 180 h
(seit WS23/24) Modulverantwortliche/r: Prof. Dr. Christian Ledig		
Inhalte: 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.		
Lernziele/Kompetenzen: 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. 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.		
Sonstige Informationen: The lecture is conducted in English. The workload of this module is expected to be roughly as follows: <ul style="list-style-type: none"> • Lecture: 22.5h (equals the 2 SWS) • Preparation of lectures and analysis of further sources: 30h (over the 15 weeks term) • Exercise classes accompanying lecture: 22.5h (equals the 2 SWS) • Work on the actual assignments: 75h (over the 15 weeks term) • Preparation for exam: 30h 		
Zulassungsvoraussetzung für die Belegung des Moduls: none		
Empfohlene Vorkenntnisse: Strongly recommended: Good working knowledge of programming (in particular Python), Mathematics for Machine Learning [xAI-MML-M] Further recommended: Bachelorproject Erklärbares Maschinelles Lernen [xAI-Proj-B], Lernende Systeme / Machine Learning [KogSys-ML-B], Einführung in die Künstliche Intelligenz / Introduction to AI [AI-KI-B], Mathematik für Informatik 2 (Lineare Algebra) [KTR-Mfl-2], Algorithmen und Datenstrukturen [AI-AuD-B]		Besondere Bestehensvoraussetzungen: keine
Angebotshäufigkeit: WS, jährlich	Empfohlenes Fachsemester:	Minimale Dauer des Moduls: 1 Semester
Lehrveranstaltungen		
1. Deep Learning		2,00 SWS

<p>Lehrformen: Vorlesung Dozenten: Prof. Dr. Christian Ledig Sprache: Englisch/Deutsch Angebotshäufigkeit: WS, jährlich</p> <hr/> <p>Lernziele: c.f. module description</p> <hr/> <p>Inhalte: 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"> • Relevant concepts in linear algebra, probability and information theory • Deep feedforward networks • Convolutional Neural Networks • Regularization, Batch Normalization • Optimization (Backpropagation, Stochastic Gradient Decent) and Cost Functions • Classification (binary, multiclass, multilabel) • Object Detection & Segmentation • Generative Modelling • Attention mechanisms & Transformer Networks • Evaluation of ML approaches <hr/> <p>Literatur:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Ian Goodfellow, Yoshua Bengio, and Aaron Courville: Deep Learning, MIT Press, 2016 • Zhang, Lipton, et al.: Dive into Deep Learning (https://d2l.ai/) <p>Further literature will be announced at the beginning of the course.</p>	
<p>2. Deep Learning</p> <p>Lehrformen: Übung Dozenten: N.N. Sprache: Englisch/Deutsch Angebotshäufigkeit: WS, jährlich</p> <hr/> <p>Lernziele: see module description</p> <hr/> <p>Inhalte: 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>Literatur: see lecture description</p>	2,00 SWS
<p>Prüfung schriftliche Prüfung (Klausur) / Prüfungsdauer: 90 Minuten</p> <p>Beschreibung: 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.

Modul xAI-MML-M Mathematics for Machine Learning <i>Mathematics for Machine Learning</i>		6 ECTS / 180 h
(seit SS23) Modulverantwortliche/r: Prof. Dr. Christian Ledig		
Inhalte: The course aims to establish a common mathematical foundation for the further study of advanced machine learning techniques. The content is selected specifically to be most relevant for students interested in machine learning problems and covers a broad range of concepts from, e.g., linear algebra, vector calculus, probability theory, statistics, and optimization.		
Lernziele/Kompetenzen: In this course students will learn fundamental mathematical concepts that are important prerequisites for the deeper understanding of the field of machine learning. The overarching goal of this course is to build a mathematical foundation by selectively covering the most essential mathematical concepts from a broad range of mathematical disciplines. Dependent on previous background, students will get the chance to learn critical ML-relevant mathematics for the first time or consolidate concepts that have been partially covered in their previous curriculum. The lecture is accompanied by exercises and assignments that will help participants develop both theoretical and practical experience. In those exercises students will get the opportunity to learn how to apply and prove theoretical concepts as well as implement some concrete algorithms in Python and its respective commonly used libraries.		
Sonstige Informationen: The lecture is conducted in English. The workload of this module is expected to be roughly as follows: <ul style="list-style-type: none"> • Lecture: 22.5h (equals the 2 SWS) • Preparation of lectures and analysis of further sources: 30h (over the 15 weeks term) • Exercise classes accompanying lecture: 22.5h (equals the 2 SWS) • Work on the actual assignments: 75h (over the 15 weeks term) • Preparation for exam: 30h 		
Zulassungsvoraussetzung für die Belegung des Moduls: none		
Empfohlene Vorkenntnisse: No specific prior knowledge is required, but the following will be helpful. <ul style="list-style-type: none"> • Working knowledge of programming (e.g., in Python). • Completion of mathematical courses addressing concepts of linear algebra (e.g., KTR-Mfl-2), calculus (e.g., WiMa-B-002), or statistics (e.g., Stat-B). 		Besondere Bestehensvoraussetzungen: keine
Angebotshäufigkeit: SS, jährlich	Empfohlenes Fachsemester:	Minimale Dauer des Moduls: 1 Semester
Lehrveranstaltungen		
1. Mathematics for Machine Learning Lehrformen: Vorlesung Dozenten: Prof. Dr. Christian Ledig		2,00 SWS

<p>Sprache: Englisch/Deutsch Angebotshäufigkeit: SS, jährlich</p> <hr/> <p>Lernziele: c.f. module description</p> <hr/> <p>Inhalte: 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"> • Linear Algebra (e.g., vector spaces, span, basis, rank) • Analytic Geometry (e.g., norms, inner product, projections) • Matrix decompositions (e.g., Eigenvectors, SVD) • Vector calculus (e.g., derivatives, Taylor series) • Information Theory (e.g., entropy, KL divergence) • Probability theory and distributions • Statistics (e.g., estimators, tests) • Optimization (e.g., gradient based) • Machine Learning Problems (e.g., Density estimation, Dimensionality Reduction) <hr/> <p>Literatur:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Marc. Peter Deisenroth, A. Aldo Faisal, Cheng Soon Ong: Mathematics for Machine Learning, Cambridge University Press, 2020 <p>Further literature will be announced at the beginning of the course.</p>	
<p>2. Mathematics for Machine Learning</p> <p>Lehrformen: Übung Dozenten: N.N. Sprache: Englisch/Deutsch Angebotshäufigkeit: SS, jährlich</p> <hr/> <p>Lernziele: see module description</p> <hr/> <p>Inhalte: Further exploration of concepts discussed in the lecture by specific assignments and some programming exercises implemented predominantly in Python.</p> <hr/> <p>Literatur: see lecture description</p>	<p>2,00 SWS</p>

<p>Prüfung schriftliche Prüfung (Klausur) / Prüfungsdauer: 90 Minuten</p> <p>Beschreibung: 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> <p>Participants can collect bonus points by working on and solving the assignments discussed during the exercises/tutorials. Details regarding the number of</p>	
--	--

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.

Modul xAI-Proj-M Masterprojekt Erklärbares Maschinelles Lernen <i>Master Project Explainable Machine Learning</i>		6 ECTS / 180 h
(seit SS24) Modulverantwortliche/r: Prof. Dr. Christian Ledig		
Inhalte: The course provides to students the opportunity to work in small groups (ca. 2-3) in a hands-on fashion on selected state-of-the-art methodologies that are critical when bringing robust algorithms into practice. The project builds on and adds practical experience to the knowledge from corresponding lectures and exercises in the area of machine learning.		
Lernziele/Kompetenzen: Students will familiarize themselves with a specific aspect of robust, explainable machine learning systems. Participants will learn to tackle a research-oriented question or problem independently, with little guidance. This will often involve the critical tasks: literature review, preparation and examination of datasets, implementation and comparison of prototypes, quantitative and qualitative evaluation of approaches. Within small groups, participants will learn to coordinate their project in a team and get comfortable with best practices of software development (e.g., testing, VCS). Documentation and presentation of the project will help to develop both oral (presentation) and written (technical project report) communication skills in a scientific environment. In comparison to the Bachelor Project this Master Project is more ambitious in terms of complexity of selected topics as well as expectations with respect to deliverables and presentations.		
Sonstige Informationen: The workload of this module is expected to be roughly as follows: <ul style="list-style-type: none"> • Attendance of project meetings / presentation: 35h • Literature review and familiarization with topic (individual and within the team): 20h • Implementation of selected algorithm / methodology: 70h • Preparation of presentation: 15h • Written documentation and report: 40h 		
Zulassungsvoraussetzung für die Belegung des Moduls: none		
Empfohlene Vorkenntnisse: Recommended completion of modules "Lernende System / Machine Learning", "Einführung in die KI / Introduction into AI" and „Deep Learning“.		Besondere Bestehensvoraussetzungen: keine
Angebotshäufigkeit: WS, jährlich	Empfohlenes Fachsemester:	Minimale Dauer des Moduls: 1 Semester

Lehrveranstaltungen	
xAI-Proj-M: Masterprojekt Erklärbares Maschinelles Lernen Lehrformen: Projektseminar Dozenten: Prof. Dr. Christian Ledig, N.N. Sprache: Englisch/Deutsch Angebotshäufigkeit: WS, jährlich Inhalte:	4,00 SWS

see module description

Literatur:

Will be announced at the beginning of the course.

Prüfung

Hausarbeit mit Kolloquium / Prüfungsdauer: 20 Minuten

Bearbeitungsfrist: 4 Monate

Zulassungsvoraussetzung zur Modulprüfung:

Regular attendance of project and other presentations.

Beschreibung:

The default language of the course is English.

Modul xAI-Sem-M1 Masterseminar Erklärbares Maschinelles Lernen <i>Master Seminar Explainable Machine Learning</i>		3 ECTS / 90 h
(seit SS22) Modulverantwortliche/r: Prof. Dr. Christian Ledig		
Inhalte: Machine Learning holds great promise to transform a variety of industries including healthcare. However, there are key challenges when translating AI technology reliably into practice. In this seminar students will learn about a selected subarea of machine learning often in the context of a particular application. The seminar will enable students to apply knowledge from corresponding lectures and exercises and independently explore a particular research-oriented topic based on published literature. The seminar focuses on a wide spectrum of aspects not limited to pure technical questions.		
Lernziele/Kompetenzen: Students will learn about the potential as well as current challenges when translating AI systems into practice. Participants will learn to independently research their specific topic by deep diving into and structuring published literature. Within the seminar students learn to present and communicate state-of-the-art research results in both oral (presentation) and written form (technical report). Seminar participants will further learn about and critically discuss scientific questions with their peers. In comparison to the Bachelor Seminar this Master Seminar is more ambitious in terms of complexity of selected topics as well as expectations with respect to delivered reports and presentations.		
Sonstige Informationen: This seminar is generally conducted in English. The workload of this module is expected to be roughly as follows: <ul style="list-style-type: none"> • Attendance of seminar / presentation: 20h • Literature review and familiarization with topic: 25h • Preparation of presentation: 15h • Written report: 30h 		
Zulassungsvoraussetzung für die Belegung des Moduls: none		
Empfohlene Vorkenntnisse: Recommended completion of module "Lernende System / Machine Learning" or "Einführung in die KI / Introduction into AI" or „Deep Learning“		Besondere Bestehensvoraussetzungen: keine
Angebotshäufigkeit: WS, SS	Empfohlenes Fachsemester:	Minimale Dauer des Moduls: 1 Semester

Lehrveranstaltungen	
Master Seminar Explainable Machine Learning Lehrformen: Seminar Dozenten: Prof. Dr. Christian Ledig Sprache: Englisch/Deutsch Angebotshäufigkeit: WS, SS	2,00 SWS
Inhalte: see module description	

Literatur:

Will be announced at the beginning of the course.

Prüfung

Hausarbeit mit Referat / Prüfungsdauer: 30 Minuten

Bearbeitungsfrist: 4 Monate

Zulassungsvoraussetzung zur Modulprüfung:

Regular attendance of seminar and other presentations.

Beschreibung:

The seminar will be held in English including the report and presentations.

Modultabelle

ID	Modul	Semester	ECTS	SWS	Prüfung
A1 Angewandte Informatik			24 - 54		
Fach: Erklärbares Maschinelles Lernen					
xAI-DL-M	Deep Learning	WS, jährlich(1)	6	2 Vorlesung 2 Übung	schriftliche Prüfung (Klausur) 90 Minuten
xAI-MML-M	Mathematics for Machine Learning	SS, jährlich(1)	6	2 Vorlesung 2 Übung	schriftliche Prüfung (Klausur) 90 Minuten
Fach: Computergrafik					
CG-VRAR-M	Virtual Reality / Augmented Reality	SS, jährlich	6	2 Vorlesung 2 Übung	schriftliche Prüfung (Klausur)
Fach: Informationsvisualisierung					
VIS-IVVA-M	Advanced Information Visualization and Visual Analytics	WS, jährlich(1)	6	2 Vorlesung 2 Übung	schriftliche Prüfung (Klausur) 90 Minuten
Fach: KI-Systementwicklung					
AISE-Auto	Automation of First- and Higher-Order Logic	SS, jährlich(1)	6	6	mündliche Prüfung 30 Minuten
AISE-ETH	Ethics and Epistemology of AI	SS, jährlich(1)	6	2 Vorlesung 2 Übung	Portfolio
AISE-PLM-V	Computational Metaphysics -- Mechanizing Principia Logico-Metaphysica	jährlich(1)	3	2	mündliche Prüfung 30 Minuten
AISE-UL	Universelle Logik & Universelles Schließen	WS, jährlich(1)	6	2 Vorlesung und Übung 2 Übung	schriftliche Prüfung (Klausur) (AISE-UL: Universal Logic & Universal Reasoning (Universelle Logik & Universelles Schließen))
Fach: Kognitive Systeme					
KogSys-KogMod-M	Kognitive Modellierung	WS, jährlich	6	2 Vorlesung 2 Übung	mündliche Prüfung 20 Minuten
Fach: Kulturinformatik					

Modultabelle

Fach: Medieninformatik					
MI-IR-M	Information Retrieval (Grundlagen, Modelle und Anwendungen)	SS, jährlich	6	2 Vorlesung 2 Übung	schriftliche Prüfung (Klausur) 105 Minuten
Fach: Mensch-Computer-Interaktion					
HCI-DFM-M	Design- und Forschungsmethoden der Mensch-Computer-Interaktion	SS, jährlich	6	2 Vorlesung 2 Übung	mündliche Prüfung schriftliche Prüfung (Klausur) 90 Minuten
HCI-Usab-M	Usability in der Praxis	SS, jährlich	6	4 Übung	Hausarbeit mit Kolloquium 4 Monate 30 Minuten
HCI-MCI-M	Mensch-Computer-Interaktion	WS, jährlich	6	2 Vorlesung 2 Übung	mündliche Prüfung schriftliche Prüfung (Klausur) 90 Minuten
Fach: Multimodal Intelligent Interaction					
MII-MID-M	Multimodal Interaction Design	SS, jährlich(1)	6	2 Vorlesung 2 Übung	schriftliche Prüfung (Klausur) 90 Minuten
Fach: Sprachgenerierung und Dialogsysteme					
DS-ConvAI-M	Advanced Dialogue Systems and Conversational AI	SS, jährlich(1)	6	2 Vorlesung 2 Übung	mündliche Prüfung 30 Minuten
DS-IDS-M	Einführung in die Dialogsysteme	WS, jährlich(1)	6	2 Vorlesung 2 Übung	mündliche Modulprüfung 30 Minuten

Modultabelle

ID	Modul	Semester	ECTS	SWS	Prüfung
A2 Informatik			12 - 30		
Fach: Algorithmen und Komplexitätstheorie					
AlgoK-TAG	Tree decompositions, algorithms and games	WS, jährlich(1)	6	4 Vorlesung und Übung	Sonstiges 90 Minuten
Fach: Verteilte Systeme					
DSG-DistrSys-M	Distributed Systems	SS, jährlich(2020)	6	2 Vorlesung 2 Übung	Hausarbeit mit Kolloquium 3 Monate 15 Minuten
DSG-DSAM-M	Distributed Systems Architecture and Middleware	WS, jährlich	6	2 Vorlesung 2 Übung	Hausarbeit mit Kolloquium 3 Monate 15 Minuten
DSG-SOA-M	Service-Oriented Architecture and Web Services	SS, jährlich	6	2 Vorlesung 2 Übung	Hausarbeit mit Kolloquium 3 Monate 15 Minuten
DSG-Proj-6-M	Masterprojekt Verteilte Systeme 6 ECTS	WS, SS	6	6 Projektseminar	Hausarbeit mit Kolloquium 3 Monate 15 Minuten
Fach: Data Engineering					
DT-CPP-M	Fortgeschrittene Systemprogrammierung in C++ (Master)	WS, jährlich(1)	6	6 Vorlesung und Übung	Kolloquium, schr. Hausarbeit 4 Monate 30 Minuten
DT-DBCPU-M	Datenbanksysteme für moderne CPU	SS, jährlich(1)	6	6 Vorlesung und Übung	Einzelprüfung mündlich 20 Minuten
Fach: Kommunikationssysteme und Rechnernetze					
KTR-GIK-M	Grundbausteine der Internet-Kommunikation	SS, jährlich(on demand also WS)	6	4 Vorlesung und Übung	Hausarbeit mit Kolloquium 4 Monate 30 Minuten
KTR-MMK-M	Multimedia-Kommunikation in Hochgeschwindigkeitsnetzen	SS, jährlich	6	4 Vorlesung und Übung	mündliche Prüfung

Modultabelle

KTR-Mobi-M	Mobilkommunikation	WS, jährlich	6	4 Vorlesung und Übung	30 Minuten mündliche Prüfung 30 Minuten
KTR-MAKV-M	Modellierung und Analyse von Kommunikationsnetzen und Verteilten Systemen	SS, jährlich	6	4 Vorlesung und Übung	mündliche Prüfung 30 Minuten
KTR-Proj	Projekt Kommunikationsnetze und -dienste	WS, jährlich(nach Bedarf auch SS)	6	4 Projektseminar	Hausarbeit mit Kolloquium 4 Monate 30 Minuten
Fach: Mobile Software Systems / Mobilität					
MOBI-ADM-M	Advanced Data Management	SS, jährlich(1)	6	2 Vorlesung 2 Übung	schriftliche Prüfung (Klausur) 75 Minuten
MOBI-DSC-M	Data Streams and Complex Event Processing	WS, jährlich(1)	6	2 Vorlesung 2 Übung	mündliche Prüfung 15 Minuten schriftliche Prüfung (Klausur) 60 Minuten
MOBI-Proj-M	Master Project Mobile Software Systems	WS, jährlich(1)	6	4 Projektseminar	Hausarbeit mit Kolloquium
Fach: Systemnahe Programmierung					
SYSNAP-OSE-M	Operating Systems Engineering	SS, jährlich(1)	6	2 Vorlesung 2 Praktikum, Übung	Hausarbeit mit Kolloquium 3 Monate 30 Minuten
SYSNAP-PMAP-M	Processor Microarchitecture and Performance	SS, jährlich(1)	6	2 Vorlesung 2 Übung/Tutorium	Portfolio 3 Monate
SYSNAP-Project-M	Projekt Systemnahe Programmierung	WS, SS(1)	6	4 Projektseminar	Hausarbeit mit Kolloquium 3 Monate 30 Minuten
SYSNAP-Virt-M	Virtualisierung	WS, jährlich(1)	6	2 Vorlesung 2 Übung/Tutorium	Hausarbeit mit Kolloquium 3 Monate 30 Minuten

Modultabelle

Fach: Softwaretechnik und Programmiersprachen					
SWT-SWQ-M	Software Quality	WS, jährlich(1)	6	2 Vorlesung 2 Übung	schriftliche Prüfung (Klausur) 90 Minuten
SWT-ASV-M	Applied Software Verification	SS, jährlich	6	2 Vorlesung 2 Übung	Hausarbeit mit Kolloquium 3 Wochen 20 Minuten
SWT-PR1-M	Masterprojekt Softwaretechnik und Programmiersprachen	WS, SS	6	4 Projektseminar	Hausarbeit mit Kolloquium 12 Wochen 20 Minuten
Fach: Grundlagen der Informatik					
Gdl-FPRS-M	Functional Programming of Reactive Systems	SS, jährlich	6	2 Vorlesung 2 Übung	schriftliche Prüfung (Klausur) 90 Minuten mündliche Prüfung 30 Minuten
Gdl-Proj-M	Masterprojekt Grundlagen der Informatik	WS, SS	6	4 Projektseminar	Hausarbeit mit Kolloquium 4 Monate 20 Minuten
Fach: Privatsphäre und Sicherheit in Informationssystemen					
PSI-AdvaSP-M	Advanced Security and Privacy	SS, jährlich(1)	6	2 Vorlesung 2 Übung	schriftliche Prüfung (E-Prüfung) 110 Minuten
PSI-ProjectSP-M	Project Security and Privacy	WS, SS(1)	6	6 Projektseminar	Hausarbeit mit Kolloquium 3 Monate 30 Minuten

Modultabelle

ID	Modul	Semester	ECTS	SWS	Prüfung
	A3 Anwendungsfächer sowie Wirtschaftsinformatik		0 - 18		
	<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 erbracht werden können“ zu entnehmen.</p>				

Modultabelle

ID	Modul	Semester	ECTS	SWS	Prüfung
A4 Projekte			15 - 30		
<p>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. Ein Projektmodul von 6 ECTS-Punkten kann aus dem Fachbereich der Informatik gewählt werden, alle anderen Projektmodule müssen der Angewandten Informatik entstammen.</p>					
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
AISE-Proj-M	Masterprojekt KI-Systementwicklung; AI & Ethics	WS, jährlich(1)	6	4 Projektseminar	Kolloquium, schr. Hausarbeit 30 Minuten
CG-ProjCGA-M	Masterprojekt Computergrafik	SS, jährlich(1)	6	4 Projekt	Hausarbeit mit Kolloquium
CG-ProjVRAR-M	Project Virtual Reality / Augmented Reality	WS, jährlich(1)	6	4 Projekt	Hausarbeit mit Kolloquium 30 Minuten
DS-Proj-M	Project Dialogue Systems	WS, SS(1)	6	4 Projektseminar	Hausarbeit mit Kolloquium 45 Minuten
DSG-Proj-6-M	Masterprojekt Verteilte Systeme 6 ECTS	WS, SS	6	6 Projektseminar	Hausarbeit mit Kolloquium 3 Monate 15 Minuten
Gdl-Proj-M	Masterprojekt Grundlagen der Informatik	WS, SS	6	4 Projektseminar	Hausarbeit mit Kolloquium 4 Monate 20 Minuten
HCI-Proj-M	Projektpraktikum Mensch-Computer-Interaktion	SS, jährlich	6	4 Projektseminar	Hausarbeit mit Kolloquium 4 Monate 30 Minuten
KInf-Projekt-M	Masterprojekt Kulturinformatik	SS, jährlich	6	4 Projektseminar	Hausarbeit mit Kolloquium 4 Monate 20 Minuten
KTR-Proj	Projekt Kommunikationsnetze und -dienste		6	4 Projektseminar	Hausarbeit mit Kolloquium

Modultabelle

		WS, jährlich(nach Bedarf auch SS)			4 Monate 30 Minuten
KogSys-Proj-M	Master-Projekt Kognitive Systeme	WS, SS	6	4 Projektseminar	Hausarbeit mit Kolloquium 4 Monate 20 Minuten
MI-Proj-M	Projekt zur Medieninformatik	SS, jährlich	6	4 Projektseminar	Hausarbeit mit Kolloquium 4 Monate 20 Minuten
MII-ProjCR-M	Masterprojekt Kognitive Robotik	SS, jährlich(1)	6	4 Seminar	Hausarbeit mit Kolloquium 4 Monate 20 Minuten
MOBI-Proj-M	Master Project Mobile Software Systems	WS, jährlich(1)	6	4 Projektseminar	Hausarbeit mit Kolloquium
PSI-ProjectSP-M	Project Security and Privacy	WS, SS(1)	6	6 Projektseminar	Hausarbeit mit Kolloquium 3 Monate 30 Minuten
SWT-PR1-M	Masterprojekt Softwaretechnik und Programmiersprachen	WS, SS	6	4 Projektseminar	Hausarbeit mit Kolloquium 12 Wochen 20 Minuten
SYSNAP-Project-M	Projekt Systemnahe Programmierung	WS, SS(1)	6	4 Projektseminar	Hausarbeit mit Kolloquium 3 Monate 30 Minuten
UxD-Proj-M:	Masterprojekt User Experience and Design	jährlich nach Bedarf WS oder SS(1)	6	4	Hausarbeit mit Kolloquium 30 Minuten
VIS-Proj-M	Masterprojekt Informationsvisualisierung	keine Angabe(1)	6	4 Projektseminar	Hausarbeit mit Kolloquium 4 Monate
xAI-Proj-M	Masterprojekt Erklärbares Maschinelles Lernen	WS, jährlich(1)	6	4 Projektseminar	Hausarbeit mit Kolloquium 4 Monate

Modultabelle

20 Minuten

Modultabelle

ID	Modul	Semester	ECTS	SWS	Prüfung
A5 Seminare			6 - 9		
Es sind zwei oder drei Module zu wählen, von denen höchstens eines den Fächern der Informatik bzw. Wirtschaftsinformatik entstammen darf.					
Fach: Seminar(e) in Angewandter Informatik			3 - 9		
AISE-Sem-M	Masterseminar zu KI-Systementwicklung (Oberseminar)	WS, SS(1)	3	2 Seminar	Referat mit schriftl. Hausarbeit 3 Monate 30 Minuten
CG-SemCGA-M	Seminar Grundlagen der Computergrafik und Animation	WS, jährlich(1)	3	2 Seminar	Referat mit schriftl. Hausarbeit 2 Monate 20 Minuten
CG-SemVRAR-M	Seminar Virtual Reality / Augmented Reality	WS, jährlich(1)	3	2 Seminar	Referat mit schriftl. Hausarbeit 2 Monate 20 Minuten
DS-Sem-M	Master Seminar Conversational AI	WS, SS(1)	3	2 Seminar	Hausarbeit mit Referat 45 Minuten
HCI-Prop-M	Propädeutikum Mensch-Computer-Interaktion	WS, jährlich(1)	3	3 Projektseminar	Hausarbeit mit Referat 4 Monate 30 Minuten
HCI-Sem-HCC-M	Masterseminar Human-Centred Computing	SS, jährlich	3	2 Seminar	Hausarbeit mit Referat 4 Monate 30 Minuten
HCI-Sem-M	Masterseminar Mensch-Computer-Interaktion	WS, jährlich	3	2 Seminar	Hausarbeit mit Referat 4 Monate 30 Minuten
KInf-Seminar-M	Masterseminar Kulturinformatik	WS, jährlich	3	2 Seminar	Hausarbeit mit Referat 4 Monate 20 Minuten
KogSys-Sem-M1	Master Seminar Kognitive Systeme	WS, jährlich	3	2 Seminar, Blockseminar	Hausarbeit mit Referat 4 Monate 30 Minuten

Modultabelle

KogSys-Sem-M2	Reading Club Kognitive Systeme	SS, jährlich	3	2 Seminar, Blockseminar	Hausarbeit mit Referat 4 Monate 30 Minuten
MI-Sem-M	Masterseminar zur Medieninformatik	WS, jährlich	3	2 Blockseminar	Hausarbeit mit Referat 30 Minuten
MII-SemHRI-M	Masterseminar Mensch-Roboter-Interaktion	WS, jährlich(1)	3	2 Seminar	Referat mit schriftl. Hausarbeit 4 Monate 20 Minuten
UxD-Sem-M:	Masterseminar User Experience and Design	jährlich nach Bedarf WS oder SS(1)	3	2	Referat mit schriftl. Hausarbeit 20 Minuten
VIS-Sem-M	Masterseminar Informationsvisualisierung	WS, SS(1)	3	2 Seminar	Hausarbeit mit Referat 4 Monate 30 Minuten
xAI-Sem-M1	Masterseminar Erklärbares Maschinelles Lernen	WS, SS(1)	3	2 Seminar	Hausarbeit mit Referat 4 Monate 30 Minuten
Fach: Seminar in Informatik oder Wirtschaftsinformatik			0 - 3		
AlgoK-Sem-M	Masterseminar Algorithmen und Komplexitätstheorie	jährlich nach Bedarf WS und SS(1)	3	2 Seminar	Referat mit schriftl. Hausarbeit 4 Monate 30 Minuten
DSG-Sem-M	Masterseminar zu Verteilten Systemen	WS, SS	3	2 Seminar	Referat mit schriftl. Hausarbeit 4 Monate 30 Minuten
DT-DB42-M	Datenbanksysteme - Die Frage zu oder die bessere Antwort auf 42?	jährlich nach Bedarf WS und SS(1)	3	2 Seminar	Referat mit schriftl. Hausarbeit 14 Tage 30 Minuten
Gdl-Sem-M	Masterseminar Grundlagen der Informatik	jährlich nach Bedarf WS oder SS	3	2 Seminar	Hausarbeit mit Referat 4 Monate 30 Minuten

Modultabelle

KTR-Sem-M	Hauptseminar zu Kommunikationssystemen und Rechnernetzen	jährlich nach Bedarf WS oder SS(Regelturnus: WS)	3	2 Hauptseminar	Hausarbeit mit Referat 4 Monate 40 Minuten
MOBI-SEM-M	Master-Seminar Mobile Software Systems	WS, jährlich(1)	3	2 Seminar	Hausarbeit mit Referat
PSI-Sem-M	Seminar Research Topics in Security and Privacy	WS, jährlich(1)	3	2 Seminar	Referat mit schriftl. Hausarbeit 3 Monate 30 Minuten
SWT-SEM-M	Seminar Software Engineering and Programming Languages (Master)	WS, SS	3	2 Seminar	Hausarbeit mit Referat 8 Wochen 40 Minuten
SYSNAP-SEM-M	Seminar System Software	WS, SS(1)	3	2 Seminar	Referat mit schriftl. Hausarbeit 4 Monate 30 Minuten
WI-Seminar1-M	Masterseminar aus der Fächergruppe Wirtschaftsinformatik	WS, SS	3	2 Seminar	Hausarbeit mit Referat

Modultabelle

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