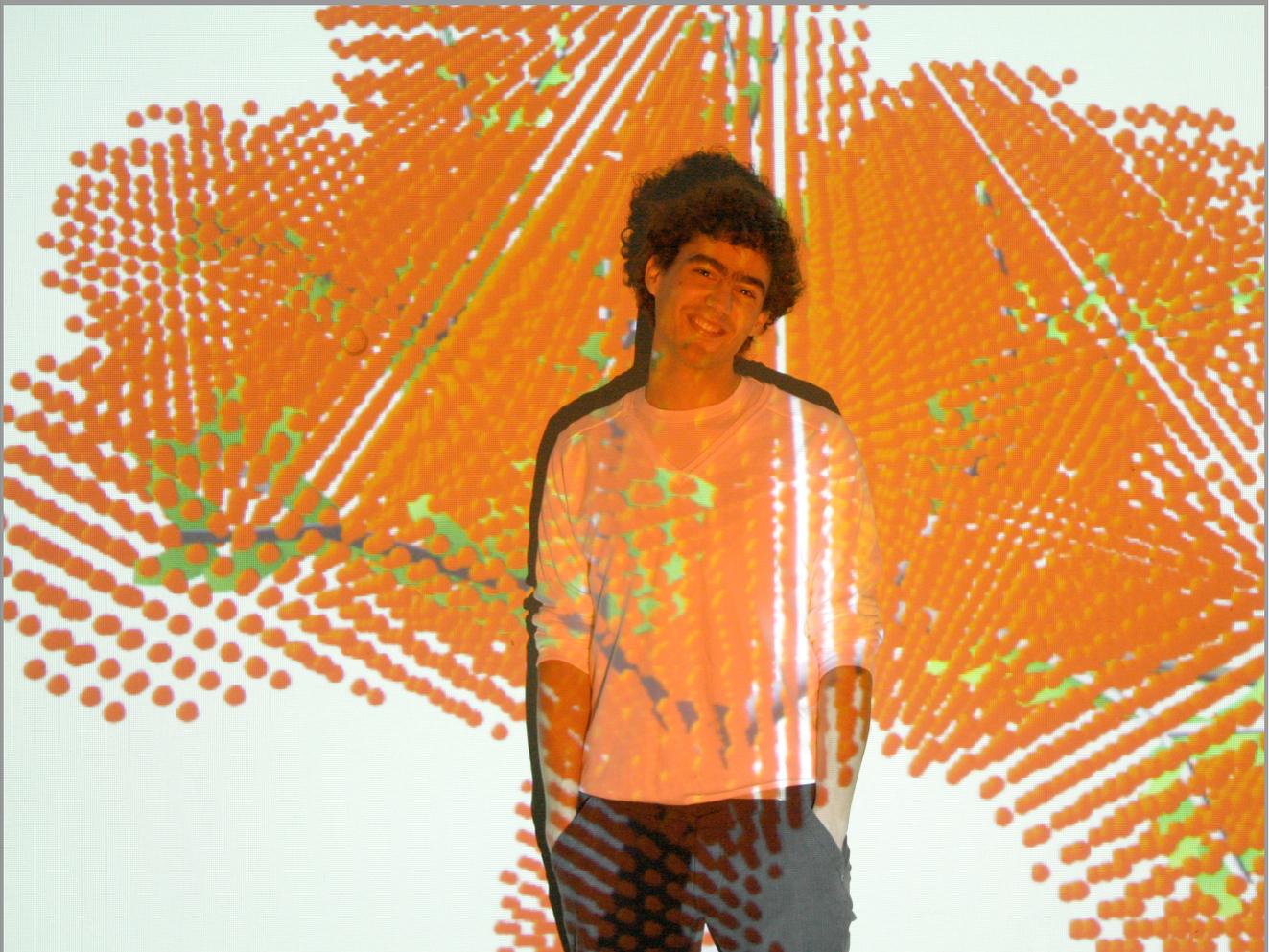


## Modulhandbuch Informatik (M.Sc.)

Wintersemester 2015 / 2016  
Stand: 23.10.2015

Fakultät für Informatik



Herausgeber:

Fakultät für Informatik  
Karlsruher Institut für Technologie (KIT)  
76131 Karlsruhe  
[www.informatik.kit.edu](http://www.informatik.kit.edu)

Foto: KIT

Ansprechpartner:  
[beratung-informatik@informatik.kit.edu](mailto:beratung-informatik@informatik.kit.edu)

## Inhaltsverzeichnis

### Inhalt

<b>Einleitung.....</b>	<b>9</b>
<b>1 Module.....</b>	<b>17</b>
<b>1.1 Masterarbeit.....</b>	<b>17</b>
1.1.1 M-INFO-101892 Modul Masterarbeit.....	17
<b>1.2 Vertiefungsfach 1 und 2.....</b>	<b>19</b>
1.2.1 Theoretische Grundlagen.....	19
1.2.2 Algorithmentechnik.....	35
1.2.3 Kryptographie und Sicherheit.....	47
1.2.4 Betriebssysteme.....	71
1.2.5 Parallelverarbeitung.....	87
1.2.6 Softwaretechnik und Übersetzerbau.....	112
1.2.7 Entwurf eingebetteter Systeme und Rechnerarchitektur.....	136
1.2.8 Telematik.....	163
1.2.9 Informationssysteme.....	215
1.2.10 Computergrafik und Geometrieverarbeitung.....	234
1.2.11 Robotik und Automation.....	254
1.2.12 Anthropomatik und Kognitive Systeme.....	289
<b>1.3 Wahlbereich Informatik.....</b>	<b>347</b>
<b>1.4 Ergänzungsfach.....</b>	<b>348</b>
1.4.1 Recht.....	348
1.4.2 Mathematik.....	358
1.4.3 Physik.....	358
1.4.4 Maschinenbau.....	358
1.4.5 Elektrotechnik.....	358
1.4.6 Genetik.....	358
1.4.7 Eisenbahnwesen.....	358
1.4.8 Wirtschaftswissenschaften.....	358
1.4.9 Soziologie.....	358
1.4.10 Medienkunst.....	358
<b>1.5 Überfachliche Qualifikationen.....</b>	<b>358</b>
<b>2 Teilleistungen.....</b>	<b>358</b>
<b>2.1 Algorithmen für Routenplanung.....</b>	<b>358</b>
<b>2.2 Konzepte und Anwendungen von Workflowsystemen.....</b>	<b>359</b>
<b>2.3 Rekonfigurierbare und Adaptive Systeme.....</b>	<b>360</b>
<b>2.4 Beweisbare Sicherheit in der Kryptographie.....</b>	<b>360</b>
<b>2.5 Asymmetrische Verschlüsselungsverfahren.....</b>	<b>361</b>
<b>2.6 Praktikum: General-Purpose Computation on Graphics Processing Units.....</b>	<b>362</b>
<b>2.7 Gehirn und Zentrales Nervensystem: Struktur, Informationstransfer, Reizverarbeitung, Neurophysiologie und Therapie.....</b>	<b>362</b>
<b>2.8 Data Mining Paradigmen und Methoden für komplexe Datenbestände.....</b>	<b>363</b>
<b>2.9 Kontextsensitive Systeme.....</b>	<b>363</b>
<b>2.10 Mensch-Maschine-Interaktion.....</b>	<b>364</b>
<b>2.11 Photorealistische Bildsynthese.....</b>	<b>365</b>

2.12	Interaktive Computergrafik.....	365
2.13	Web-Anwendungen und Serviceorientierte Architekturen (II).....	366
2.14	Sprachverarbeitung in der Softwaretechnik.....	367
2.15	Einführung in die Bildfolgenauswertung.....	368
2.16	Visualisierung.....	368
2.17	Data and Storage Management.....	369
2.18	Probabilistische Planung.....	369
2.19	Kryptographische Wahlverfahren.....	370
2.20	Digitale Signaturen.....	371
2.21	Formale Systeme II: Anwendung.....	371
2.22	Seminar Hot Topics in Networking.....	372
2.23	Integriertes Netz- und Systemmanagement.....	373
2.24	Kraftwerksleittechnik unter besonderer Berücksichtigung von Sicherheit und Verfügbarkeit.....	373
2.25	Introduction to Bioinformatics for Computer Scientists.....	374
2.26	Regelkonformes Verhalten im Unternehmensbereich.....	375
2.27	Indexstrukturen für effiziente Anfragebearbeitung auf großen Datenbeständen.....	375
2.28	Gestaltungsgrundsätze für interaktive Echtzeitsysteme.....	376
2.29	Bilddatenkompression.....	376
2.30	Mechano-Informatik in der Robotik.....	377
2.31	Graphpartitionierung und Graphenclustern in Theorie und Praxis.....	378
2.32	Eingebettete Systeme für Multimedia und Bildverarbeitung.....	378
2.33	Verteiltes Rechnen.....	379
2.34	Requirements Engineering.....	380
2.35	Assistive Technologien für Sehgeschädigte.....	381
2.36	Datenschutzrecht.....	381
2.37	Gewerblicher Rechtsschutz und Urheberrecht.....	382
2.38	Analysetechniken für große Datenbestände.....	382
2.39	Datenhaltung in der Cloud.....	383
2.40	Internetrecht.....	384
2.41	Urheberrecht.....	384
2.42	Telekommunikationsrecht.....	385
2.43	Patentrecht.....	385
2.44	Öffentliches Medienrecht.....	386
2.45	Europäisches und Internationales Recht.....	386
2.46	Markenrecht.....	387
2.47	Steuerrecht II.....	387

2.48	Steuerrecht I.....	388
2.49	Vertragsgestaltung .....	388
2.50	Datenbankeinsatz.....	389
2.51	Informationsintegration und mobile Web-Anwendungen .....	390
2.52	Netzsicherheit: Architekturen und Protokolle.....	390
2.53	Multimediakommunikation .....	391
2.54	Next Generation Internet.....	392
2.55	Mobilkommunikation .....	392
2.56	IT-Sicherheitsmanagement für vernetzte Systeme .....	393
2.57	Modellierung und Simulation von Netzen und Verteilten Systemen .....	394
2.58	Multikern-Rechner und Rechnerbündel.....	395
2.59	Ubiquitäre Informationstechnologien .....	395
2.60	Innovative Konzepte zur Programmierung von Industrierobotern .....	396
2.61	Arbeitsrecht I.....	397
2.62	Arbeitsrecht II.....	397
2.63	Randomisierte Algorithmen .....	398
2.64	Algorithm Engineering .....	398
2.65	Parallele Algorithmen .....	399
2.66	Algorithmen in Zellularautomaten .....	400
2.67	Empirische Softwaretechnik.....	400
2.68	Formale Systeme .....	401
2.69	Internet of Everything.....	402
2.70	Telematik .....	403
2.71	Softwareentwicklung für moderne, parallele Plattformen .....	403
2.72	Echtzeitsysteme.....	404
2.73	Power Management .....	405
2.74	Microkernel Construction .....	405
2.75	Sprachtechnologie und Compiler.....	406
2.76	Low Power Design .....	407
2.77	Parallelrechner und Parallelprogrammierung .....	407
2.78	Fortgeschrittene Objektorientierung .....	408
2.79	Computer Vision für Mensch-Maschine-Schnittstellen .....	409
2.80	Umweltrecht .....	410
2.81	Netze und Punktwolken.....	410
2.82	Moderne Entwicklungsumgebung am Beispiel von .NET .....	411
2.83	Biologisch Motivierte Robotersysteme .....	411
2.84	Robotik III - Sensoren in der Robotik .....	412

2.85	Robotik II - Lernende und planende Roboter .....	413
2.86	Maschinelles Lernen 1 - Grundverfahren .....	413
2.87	Rechnerstrukturen.....	414
2.88	Kognitive Systeme .....	415
2.89	Robotik in der Medizin.....	415
2.90	Mikroprozessoren II.....	416
2.91	Heterogene parallele Rechensysteme .....	417
2.92	Signale und Codes.....	417
2.93	Mensch-Maschine-Wechselwirkung in der Anthropomatik: Basiswissen .....	418
2.94	Mustererkennung.....	419
2.95	Automatische Sichtprüfung und Bildverarbeitung.....	419
2.96	Einführung in die Informationsfusion .....	420
2.97	Modelle der Parallelverarbeitung.....	421
2.98	Stochastische Informationsverarbeitung .....	421
2.99	Optimierung und Synthese Eingebetteter Systeme (ES1).....	422
2.100	Entwurf und Architekturen für Eingebettete Systeme (ES2).....	423
2.101	Systementwurf und Implementierung .....	423
2.102	Softwaretechnik II.....	424
2.103	Sicherheit .....	425
2.104	Datenschutz und Privatheit in vernetzten Informationssystemen .....	425
2.105	Ausgewählte Kapitel der Kryptographie.....	426
2.106	Kurven und Flächen im CAD I.....	426
2.107	Unscharfe Mengen.....	427
2.108	Lokalisierung mobiler Agenten .....	428
2.109	Formale Systeme II: Theorie .....	429
2.110	Medizinische Simulationssysteme I.....	429
2.111	Medizinische Simulationssysteme II.....	430
2.112	Komponentenbasierte Software-Architektur .....	430
2.113	Semantik von Programmiersprachen .....	431
2.114	Neuronale Netze .....	432
2.115	Grundlagen der Automatischen Spracherkennung .....	432
2.116	Maschinelle Übersetzung .....	433
2.117	Advanced Operating Systems .....	434
2.118	Reliable Computing I.....	434
2.119	Testing Digital Systems I.....	435
2.120	Inhaltsbasierte Bild- und Videoanalyse .....	435
2.121	Symmetrische Verschlüsselungsverfahren .....	436

2.122	Anthropomatik: Humanoide Robotik .....	437
2.123	Maschinelles Lernen 2 - Fortgeschrittene Verfahren.....	438
2.124	Computergrafik.....	438
2.125	Robotik I - Einführung in die Robotik .....	439
2.126	Informationsverarbeitung in Sensornetzwerken .....	440
2.127	Verarbeitung natürlicher Sprache und Dialogmodellierung .....	440
2.128	Praxis der Multikern-Programmierung: Werkzeuge, Modelle, Sprachen .....	441
2.129	Virtuelle Systeme.....	441
2.130	Vertiefung im Privatrecht .....	442
2.131	Kurven und Flächen im CAD III.....	442
2.132	Algorithmen II.....	443
2.133	Vertragsgestaltung im IT-Bereich.....	443
2.134	Kurven und Flächen im CAD II.....	444
2.135	Vertiefungs-Seminar Governance, Risk & Compliance .....	444
2.136	Basispraktikum Protocol Engineering.....	445
2.137	Anziehbare Robotertechnologien .....	445
2.138	Seminar: Zellularautomaten und diskrete komplexe Systeme.....	446
2.139	Seminar: Zellularautomaten und diskrete komplexe Systeme für Fortgeschrittene ...	447
2.140	Seminar: Betriebssysteme für Fortgeschrittene.....	447
2.141	Seminar: Systemaspekte des Cloud Computing .....	448
2.142	Seminar: Betriebssysteme .....	448
2.143	Praktikum Systementwurf und Implementierung.....	448
2.144	Power Management Praktikum .....	449
2.145	Praktikum Kryptographie .....	450
2.146	Praktikum Kryptoanalyse .....	450
2.147	Praktikum Sicherheit.....	451
2.148	Seminar Kryptographie .....	451
2.149	Seminar Sicherheit .....	452
2.150	Praktikum: Visual Computing 1.....	452
2.151	Praktikum: Visual Computing 2.....	453
2.152	Komplexitätstheorie, mit Anwendungen in der Kryptographie .....	453
2.153	Seminar Rekonfigurierbare und Adaptive Systeme.....	454
2.154	Seminar: Zuverlässige On-Chip Systeme.....	454
2.155	Praktikum Entwurf von eingebetteten applikationsspezifischen Prozessoren.....	455
2.156	Seminar: Eingebettete Systeme .....	456
2.157	Praktikum Web-Anwendungen und Serviceorientierte Architekturen (II).....	456
2.158	Seminar Angewandte Geometrie und Geometrisches Geometrisches Design.....	457

2.159	Datenbank-Praktikum .....	457
2.160	Praktikum: Analyse großer Datenbestände .....	458
2.161	Praktikum Geometrisches Modellieren .....	458
2.162	Praktikum: Diskrete Freiformflächen .....	459
2.163	Seminar Service-orientierte Architekturen .....	460
2.164	Seminar Informationssysteme .....	460
2.165	Rationale Splines Vorlesung .....	461
2.166	Rationale Splines Übung.....	461
2.167	Seminar: Ubiquitäre Systeme .....	462
2.168	Praktikum: Sensorbasierte HCI Systeme.....	462
2.169	Praktikum: Kontextsensitive ubiquitäre Systeme .....	463
2.170	Energieinformatik 1 .....	463
2.171	Seminar Big Data Tools.....	464
2.172	Seminar Advanced Topics in Parallel Programming .....	464
2.173	Praktikum Praxis der Telematik .....	465
2.174	Seminar Internet und Gesellschaft - gesellschaftliche Werte und technische Umsetzung 465	
2.175	Projektpraktikum: Software Defined Networking.....	466
2.176	Algorithmische Graphentheorie .....	467
2.177	Masterarbeit.....	468

# 1 Studienplan – Einführung

Der Studienplan definiert über die abstrakten Regelungen der Prüfungsordnung hinausgehende Details des Master-Studiengangs Informatik am Karlsruher Institut für Technologie (KIT). Um Studienanfängern wie auch bereits Studierenden die Studienplanung zu erleichtern, dient der Studienplan als Empfehlung, das Studium optimal zu strukturieren. So können u. a. persönliche Fähigkeiten der Studierenden in Form von Wahlpflichtfächern, Ergänzungsfächern wie auch Schlüssel- und überfachliche Qualifikationen von Anfang an berücksichtigt werden und Pflichtveranstaltungen, abgestimmt auf deren Turnus (WS/SS), in den individuellen Studienplan von Beginn an aufgenommen werden.

## 1.1 Modularisierung der Informatik-Studiengänge

Wesentliche Merkmale des neuen Systems im Zuge des Bologna-Prozesses ergeben sich in der modularisierten Struktur des Studiengangs. So können mehrere Lehrveranstaltungen zu einem Modul gebündelt werden. Ein Modul kann allerdings auch aus nur einer Lehrveranstaltung bestehen. Module selbst werden wiederum in folgende Fächer eingeordnet:

- Vertiefungsfach 1
- Vertiefungsfach 2
- Wahlbereich Informatik
- Ergänzungsfach
- Schlüssel- und überfachliche Qualifikationen.

Im Master-Studiengang Informatik besteht weiterhin eine Differenzierung zwischen Stamm- und Wahlmodulen. Stammmodule dienen der Grundlagenvermittlung für die Vertiefungsfächer. Wahlmodule sind ihrem Namen entsprechend für Studierende aus dem Angebot des jeweiligen Semesters frei wählbar. Die Vertiefungsfächer 1 und 2 können aus 12 Vertiefungsfächern gewählt werden, siehe Abschnitt 2.

Um die Transparenz bezüglich der durch den Studierenden erbrachten Leistung zu gewährleisten, werden Studien- und Prüfungsleistungen mit Leistungspunkten (LP), den so genannten ECTS-Punkten, bewertet. Diese sind im Modulhandbuch einzelnen Lehrveranstaltungen, Teilleistungen sowie Modulen zugeordnet und weisen durch ihre Höhe einerseits auf die Gewichtung einer Teilleistung in einem Modul und andererseits auf den mit der Veranstaltung verbundenen Arbeitsaufwand hin. Dabei entspricht ein Leistungspunkt einem Aufwand von ca. 30 Arbeitsstunden für einen durchschnittlichen Studierenden. Erhält man durch die belegten Studien- und Prüfungsleistungen in einem Modul mehr LP als dem Modul zugeordnet sind, so werden die überschüssigen LP auf die Modulgröße abgeschnitten. Die Note des Moduls berechnet sich mit Berücksichtigung aller im Modul erbrachten LP. Für die Abschlussnote werden die überschüssigen LP allerdings nicht berücksichtigt. Weitere Details zur Berechnung der Master-Abschlussnote werden auf der Fakultätswebseite (<http://www.informatik.kit.edu/faq-info.php>) veröffentlicht. In den Modulen wird durch diverse Erfolgskontrollen am Ende der Veranstaltung/-en überprüft, ob der Lerninhalt beherrscht wird. Diese Erfolgskontrollen können benotet (Prüfungsleistungen) in schriftlicher oder mündlicher Form, wie auch als Erfolgskontrolle anderer Art oder unbenotet (Studienleistungen) stattfinden (nähere Erläuterungen hierzu finden sich in der Studien- und Prüfungsordnung §4). In jedem Modul werden Teilleistungen definiert. Diese sind abstrakte Beschreibungen der Erfolgskontrolle (Prüfungs- oder Studienleistungen). Die Lehrveranstaltungen, die im Modul geprüft werden, werden mit einer oder mehreren Teilleistungen verknüpft.

Der durch Abschnitt 2 gegebene Studienplan definiert die Struktur des Masterstudiums und gibt Auskunft über die darin zu erreichenden Leistungspunkte in den jeweiligen Fächern. Die daraus resultierenden Möglichkeiten, Module untereinander zu kombinieren, werden somit veranschaulicht. Da die Module sowie deren innere Struktur in Form von einzelnen Lehrveranstaltungen variieren, gibt das Modulhandbuch nähere Auskunft über die Teilleistungen, Prüfungsbedingungen, Inhalte sowie die Gewichtung hinsichtlich der ECTS-Punkte in einem Modul. Der Studienplan hingegen dient der Grobstruktur hinsichtlich des Studienaufbaus. Er ist in seiner Aussage bezüglich der temporalen Ordnung der meisten Module exemplarisch und nicht bindend. Um jedoch die durch die Prüfungsordnung vorgegebenen Fristen einhalten zu können, ist es entscheidend, den Empfehlungen des Plans zu folgen.

### 1.1.1 Versionierung von Modulen

Module sind dynamische Konstrukte, in denen es regelmäßig zu Aktualisierungen und somit Änderungen kommt. In manchen Fällen werden Module nicht mehr angeboten, manchmal ändern sich die darin angebotenen Lehrveranstaltungen und/oder Voraussetzungen/Bedingungen. Wenn auch für die Studierenden immer das Modulhandbuch

des aktuellen Semesters verbindlich ist, so gilt im Änderungsfall grundsätzlich Vertrauensschutz. Ein Studierender hat einen Anspruch darauf, ein Modul in der selben Form abzuschließen, in der er es begonnen hat. Als Beginn gilt dabei das Semester, in dem die ersten Prüfungsleistungen erbracht wurden. Sollte es in diesem Zusammenhang zu Problemen mit der Online-Anmeldung zu Prüfungen kommen, können die Betroffenen sich mit dem Studierendenservice in Verbindung setzen oder die Studienberatung der Fakultät (s. Abschnitt 1.4) aufsuchen. Wenn ein Modul begonnen wurde, aber nicht mehr beendet werden kann, so sollten die Betroffenen die Studienberatung der Fakultät kontaktieren.

### **1.1.2 Leistungsstufen**

Das Masterstudium Informatik besteht aus zwei Studienjahren mit jeweils zwei Semestern. Alle darin prüfbaren Module haben die Leistungsstufe 4, welches die höchste Stufe der Anforderungen im Bachelor-/Masterstudium darstellt. Charakteristisch für das Masterstudium ist, dass keine Pflichtveranstaltungen existieren, sondern für das gesamte Studium eine große Wahlfreiheit besteht.

## **1.2 An-/Abmeldung und Wiederholung von Prüfungen**

Die An- und Abmeldung zu Modul(teil)prüfungen erfolgt in den Bachelor-/Master-Studiengängen online über das Studierendenportal. Die An- und Abmeldefristen werden rechtzeitig in den Lehrveranstaltungen und/oder auf den Webseiten der Prüfer bekanntgegeben. Die Studierenden werden dazu aufgefordert, sich vor dem Prüfungstermin zu vergewissern, dass sie im System tatsächlich den Status "angemeldet" haben (z.B. Ausdruck der Anmeldung). In Zweifelsfällen sollte der Studierendenservice kontaktiert werden. Die Teilnahme an einer Prüfung ohne Online-Anmeldung ist nicht gestattet!

Grundsätzlich kann jede Erfolgskontrolle (mündlicher, schriftlicher oder anderer Art) einmal wiederholt werden. Im Falle einer schriftlichen Prüfung erfolgt nach zweimaligem Nichtbestehen zeitnah (in der Regel im selben Prüfungszeitraum) eine mündliche Nachprüfung. In dieser können nur noch die Noten "ausreichend" (4,0) oder "nicht ausreichend"(5,0) vergeben werden. Ist eine Prüfung endgültig nicht bestanden, so gilt der Prüfungsanspruch im Fach Informatik und für alle artverwandten Studiengänge als verloren. Eine Teilnahme an weiteren Prüfungen ist nicht möglich, solange der Prüfungsanspruch nicht durch Genehmigung eines Antrags auf Zweitwiederholung wieder hergestellt wurde. Der Antrag ist beim Master-Prüfungsausschuss zu stellen. Wurde ein Antrag auf Zweitwiederholung genehmigt, kann der Studierende wieder an Erfolgskontrollen teilnehmen, bekommt diese aber im Erfolgsfall erst angerechnet, wenn die endgültig nicht bestandene Prüfung bestanden wurde. Studienleistungen (unbenotete Erfolgskontrolle) können beliebig wiederholt werden, falls in der Modul- oder Teilleistungsbeschreibung keine weiteren Regelungen vorgesehen sind.

### **1.3 Zusatzleistungen**

Im Master-Studiengang Informatik können bis zu 30 Leistungspunkte an Zusatzleistungen erbracht werden. Diese zählen, was den Umfang und die Note betrifft, nicht zum Master-Abschluss. Zusatzleistungen können auf Antrag beim zuständigen Prüfungsausschuss in Form von Modulen im Zeugnis aufgeführt werden.

### **1.4 Studienberatung**

Hilfe bei Problemen mit dem Studium, Anträgen aller Art oder auch einfach bei Fragen zur Studienplanung wird von der Fakultät für Informatik durch den Informatik Studiengangservice (ISS) (E-Mail: [beratung-informatik@informatik.kit.edu](mailto:beratung-informatik@informatik.kit.edu)) angeboten. Der ISS ist offizieller Ansprechpartner und erteilt verbindliche Auskünfte. Aber auch die Fachschaft der Fakultät für Informatik bietet eine qualifizierte Beratung an. Hier können beispielsweise Detailfragen zur Formulierung von Härtefallanträgen geklärt werden. Darüber hinaus können bei der Fachschaft alte Klausuren und Prüfungsprotokolle erworben werden.

## 2 Studienplan und Struktur des Master-Studiengangs

Im Laufe des 4-semesterigen Studiums müssen für den erfolgreichen Abschluss insgesamt 120 Leistungspunkte erbracht werden. Die Leistungspunkte werden überwiegend in den verschiedenen Modulen der einzelnen Fächer erzielt, aber auch in der am Ende des Studiums angefertigten Masterarbeit, die mit 30 Leistungspunkten angerechnet wird. Hier sei noch angemerkt, dass die Verteilung der zu erwerbenden Leistungspunkte gleichmäßig auf die einzelnen Semester erfolgen sollte.

Im Folgenden wird ein Überblick über das Masterstudium gegeben (s. Abbildung 1). Die Module des Masterstudiengangs sind Stammmodule, vertiefende Module, Ergänzungsfachmodule und überfachliche Module (Schlüsselqualifikationen). Alle Stammmodule und vertiefenden Module können entweder einem Vertiefungsfach oder dem Wahlbereich zugeordnet werden. Stammmodule vermitteln erweiterte Grundlagen aus sehr spezifischen Bereichen der Informatik. Mindestens vier davon müssen im Rahmen des Masterstudiums absolviert werden (Für SPO 2008 gilt weiterhin, dass nur drei Stammmodule belegt werden müssen). Zu den vertiefenden Modulen zählen alle weiterführenden Veranstaltungen der Fakultät für Informatik. Hierzu gehören auch Seminare und Praktika.

Das Studium soll so geplant werden, dass über alle Fächer 120 LP erreicht werden. Die variablen Leistungspunkte in den einzelnen Fächern dienen der Flexibilisierung des Studiums und nicht der Erbringung von Mehrleistungen. Dafür stehen die Zusatzleistungen zur Verfügung.

Sem.	Vertiefungsfach I 15 – 52 LP	Wahlbereich 12 – 49 LP	Vertiefungsfach II 15 – 52 LP	Ergänzungsfach 9 – 18 LP	Schlüssel- qualifikationen 2 – 6 LP
1		Stammmodul I 6 LP		Module aus einem der Fächer Recht, Mathematik, Physik, Maschinenbau, Elektrotechnik, Genetik, Eisenbahnwesen, Wirtschafts- wissenschaften, Soziologie, Medienkunst u.a	
2	Pflichtprüfung 10 – 15 LP	Stammmodul II 6 LP	Pflichtprüfung 10 – 15 LP	Module aus einem der Fächer Recht, Mathematik, Physik, Maschinenbau, Elektrotechnik, Genetik, Eisenbahnwesen, Wirtschafts- wissenschaften, Soziologie, Medienkunst u.a	Module aus den Bereichen Studium Generale, Fremdsprachen, Soft Skills
3		Stammmodul III 6 LP			
3		Stammmodul IV 6 LP			
3		Seminar- und Praktikamodule mind. 12 LP			
3		weitere Wahlmodule max. 24 LP			
4	Masterarbeit 30 LP				

Abbildung 1: Struktur Masterstudium (SPO 2015)

### 2.1 Studiengangs- und Qualifikationsprofil

Im Masterstudium Informatik werden die im Bachelorstudium erworbenen wissenschaftlichen Qualifikationen weiter vertieft und ergänzt; die Studierenden erwerben die Befähigung zur wissenschaftlichen Arbeit. Der Studiengang zeichnet sich durch eine große Vielfalt des Lehrangebots aus. Er verbindet eine fundierte und zugleich breit angelegte Ausbildung mit einer Spezialisierung in mindestens zwei der vielen Gebiete der Informatik (z.B. Theoretische Informatik, Algorithmentechnik, Betriebssysteme, Telematik, Parallelverarbeitung, Computergaphik, Kryptographie und Sicherheit, Softwaretechnik und Übersetzerbau, Kognitive Systeme, Anthropomatik, Robotik und Automation, Prozessautomatisierung).

Den Kern des Studiums bilden zwei Vertiefungsfächer. Der Umfang eines Vertiefungsfachs, in dem eine Spezialisierung in einem Gebiet der Informatik stattfindet, ist nicht begrenzt. Für die Breite der Ausbildung sorgt eine Vielfalt an Wahlmodulen. Das Studium wird ergänzt durch Inhalte aus einem anderen Fachgebiet (Ergänzungsfach) sowie durch die Vermittlung sozialer Kompetenz und Teamfähigkeit (als Schlüssel- und überfachliche Qualifikationen).

Absolventinnen/Absolventen des Masterstudiengangs Informatik verfügen insbesondere über die folgenden Kompetenzen:

- **Methoden der Informatik (Kernkompetenz)**  
 Sie sind in der Lage, die wissenschaftlichen Erkenntnisse und Methoden der Informatik selbstständig anzuwenden und fortzuentwickeln, sowie ihre Bedeutung und Reichweite für die Lösung komplexer wissenschaftlicher und gesellschaftlicher Problemstellungen zu bewerten. Sie können sowohl innerhalb der Informatik wie auch in benachbarten Fachgebieten komplexe anwendungsbezogene und forschungsorientierte Aufgaben erfolgreich bewältigen.
- **Kommunikation**  
 Sie können Themen der Informatik in Wort und Schrift darstellen, vermitteln und mit Informatikern wie Fachfremden überzeugend diskutieren.
- **Team- und Projektarbeit**  
 Sie können in Teams interdisziplinär arbeiten sowie Team- und Projektarbeit planen und organisieren.
- **Gesellschaftliche Bedeutung (zivilgesellschaftliches Engagement)**  
 Sie kennen die gesellschaftliche Relevanz von Informatik und können entsprechend verantwortungsvoll handeln.
- **Fortbildung (Persönlichkeitsentwicklung)**  
 Sie können sich auf neue Technologien einstellen und ihr Wissen auf zukünftige Entwicklungen übertragen.

Modul-ID	Modul	Koordinator	LP	Turnus
IN4INCG	Computergraphik	Dachsbacher	6	WS
IN4INEZS	Echtzeitsysteme	Wörn	6	SS
IN4INFS	Formale Systeme	Beckert, Schmitt	6	WS
IN4INKS	Kognitive Systeme	Dillmann, Waibel	6	SS
IN4INRS	Rechnerstrukturen	Karl	6	SS
IN4INSICH	Sicherheit	Müller-Quade	6	SS
IN4INSWT2	Softwaretechnik II	Reussner, Tichy	6	WS
IN4INTM	Telematik	Zitterbart	6	WS
IN3INALG2	Algorithmen II	Prautzsch	6	WS
	Robotik I	Asfour	6	WS
	Mensch-Maschine Interaktion	Beigl	6	SS

Tabelle 1: Liste der Stammmodule

## 2.2 Stammmodule

Stammmodule bestehen aus weiterführenden Veranstaltungen, die inhaltlich wichtige Basisthemen der Informatik abdecken. Aus diesem Grund sind die Stammmodule sowohl im Bachelor- als auch im Masterstudium angesiedelt. Während im Bachelorstudium die Stammmodule für das dritte Studienjahr empfohlen werden, sind sie im Masterstudium als Orientierungshilfe bei der Entscheidung für die Vertiefungsfächer gedacht und somit für das erste Studienjahr empfohlen. Es ist zu beachten, dass im Masterstudiengang Informatik mindestens vier Stammmodule erbracht werden müssen, die noch nicht im Rahmen des Bachelorstudiums geprüft wurden. Dies gilt auch für Studienanfänger, die ihren Bachelorabschluss an einer anderen Universität gemacht haben. Ausschlaggebend ist hier die inhaltliche Äquivalenz. Studierende, die nach der SPO 2008 studieren, müssen weiterhin mindestens drei Stammmodule belegen.

Grundsätzlich werden Stammmodule wie Wahlmodule behandelt und können in den Vertiefungsfächern oder dem Wahlbereich angerechnet werden. Dabei ist auf die jeweilige Zuordnung zum Vertiefungsgebiet im Modulhandbuch zu achten. Für Studierende garantieren Stammmodule die Kontinuität eines jährlichen Turnus: Alle Stammmodule werden entweder jedes Winter- oder jedes Sommersemester angeboten. Dies kann im Allgemeinen für vertiefende Veranstaltungen nicht garantiert werden.

Die hier abgebildete Tabelle 1 gibt einen Überblick über alle Stammmodule.

## 2.3 Wahlmodule

Wahlmodule enthalten weiterführende Veranstaltungen. Hierzu zählen nicht nur Vorlesungen, sondern auch Seminare und Praktika. Vertiefungsmodule werden i.d.R. atomar aufgebaut werden, das heißt, es wird lediglich eine Lehrveranstaltung darin angeboten. Es kommt jedoch auch vor, dass über ein Modul ein Praktikum an die Teilnahme an einer inhaltlich passenden Vorlesung gekoppelt wird. Grundsätzlich können Wahlmodule immer entweder dem Wahlbereich oder einem Vertiefungsfach zugeordnet werden. Die Fächer sowie die Randbedingungen für den Vertiefungs- und Wahlbereich werden in den folgenden Abschnitten erläutert.

## 2.4 Vertiefungsfächer

Im Masterstudium müssen zwei Vertiefungsfächer mit jeweils mindestens 15 Leistungspunkten erbracht werden. Grundsätzlich ist die Anrechnung eines Moduls für ein bestimmtes Vertiefungsfach nur möglich, wenn im Modulhandbuch die entsprechende Zuordnung des Moduls zu dem Fach gegeben ist. Einen Überblick über die Vertiefungsfächer gibt Tabelle ??.

Vertiefungsfach	Koordinatoren
VF 1: Theoretische Grundlagen	Prof. B. Beckert, Prof. P. Sanders, Prof. D. Wagner
VF 2: Algorithmentechnik	Prof. P. Sanders, Prof. D. Wagner
VF 3: Kryptographie und Sicherheit	Prof. J. Müller-Quade
VF 4: Betriebssysteme	Prof. F. Bellosa
VF 5: Parallelverarbeitung	Prof. W. Tichy
VF 6: Softwaretechnik und Übersetzerbau	Prof. R. Reussner, Prof. G. Snelting, Prof. W. Tichy
VF 7: Entwurf eingebetteter Systeme und Rechnerarchitekturen	Prof. J. Henkel, Prof. W. Karl
VF 8: Telematik	Prof. S. Abeck, Prof. H. Hartenstein, Prof. M. Zitterbart
VF 9: Informationssysteme	Prof. K. Böhm
VF 10: Computergraphik und Geometrieverarbeitung	Prof. C. Dachsbacher, Prof. H. Prautzsch
VF 11: Robotik und Automation	Prof. T. Asfour
VF 12: Anthropomatik und kognitive Systeme	Prof. R. Stiefelhagen

Tabelle 2: Vertiefungsfächer

Ein Vertiefungsfach ist automatisch gewählt, sobald die erste Prüfung in einem Modul des Vertiefungsfaches abgelegt wurde.

Wie zuvor erwähnt, zählen auch Praktikums- und Seminarmodule zu den Modulen, die in Vertiefungsfächern angerechnet werden können.

Für Studierende, die nach der SPO 2008 studieren, gilt außerdem: Laut §16 Abs. 6 SPO muss aber jedes Vertiefungsfach mindestens fünf Leistungspunkte aus mündlichen oder schriftlichen Prüfungen enthalten. Weiterhin müssen die Regelungen aus Abschnitt 2.4.2 berücksichtigt werden.

Für Studierende, die nach der SPO 2015 studieren, gilt außerdem: In jedem Vertiefungsfach muss i.d.R. eine Pflichtprüfung über 10-15 LP abgelegt werden. Die Pflichtprüfung dient u.a. dazu die Anzahl der Prüfungen im Masterstudium zu reduzieren. In einer Pflichtprüfung werden zwei oder mehrere Vorlesungen (keine Stammmodule, Seminare oder Praktika) geprüft. Die Struktur (welche Vorlesungen in der Pflichtprüfung geprüft werden können) der Pflichtprüfung kann von den Vertiefungsfach zu Vertiefungsfach unterschiedlich sein. In den VF 1, 2, 3, 4, 5, 6, 9, 10 können in der Pflichtprüfung alle Vorlesungen außer den Stammmodulen gewählt werden. Weitere details werden als Ergänzung zum Modulhandbuch veröffentlicht.

Zusätzlich zu den Pflichtprüfungen können im Vertiefungsfach Einzelprüfungen (in atomaren Modulen verankert) erbracht werden. Insgesamt können in einem Vertiefungsfach bis zu 52 LP erbracht werden, jedoch können insgesamt im Studium nicht mehr als 120 LP absolviert werden.

Der zweite Teil des Modulhandbuchs gibt eine Zuordnung der Module zu den Vertiefungsfächer.

### 2.4.1 Wahlbereich Informatik

Im Rahmen des Masterstudiums ist ein Wahlbereich zu absolvieren. Die Leistungspunkte des Wahlbereichs sind variabel und hängen davon ab, wie viele Leistungspunkte in den anderen Fächern erbracht wurden. Maximal stehen

für den Wahlbereich (SPO 2008) 39 Leistungspunkte und für den Wahlbereich (SPO 2015) 49 LP zur Verfügung (120 abzüglich der Pflichtleistungen in den anderen Fächern sowie der Masterarbeit). Alle Module aus den Vertiefungsfächern können im Wahlbereich gewählt werden. Bei der Auswahl sollte allerdings darauf geachtet werden, dass für die gewünschten Vertiefungsfächer noch ausreichend viele Module im Angebot sind. Die Fachzuordnung geschieht bei Anmeldung zur Modul(teil)prüfung und kann nicht ohne Weiteres nachträglich geändert werden.

### 2.4.2 Randbedingungen

In §16 der Studien- und Prüfungsordnung 2008 werden für das Masterstudium verschiedene Randbedingungen formuliert:

- Es müssen insgesamt mindestens 12 Leistungspunkte durch Seminare und Praktika erbracht werden.
- Es müssen davon mindestens 3 Leistungspunkte aus Seminaren stammen.
- Es müssen davon mindestens 6 Leistungspunkte aus Praktika stammen.

Diese Leistungen können sowohl in Vertiefungsfächern als auch im Wahlfach angerechnet werden. Für Studierende, die nach der SPO 2015 studieren, gilt: Es dürfen insgesamt 18 LP aus Praktika und Seminaren in den Vertiefungsfächern und dem Wahlbereich erbracht werden.

Ergänzungsfach	Koordinator
Genetik	Cato
Elektro- und Informationstechnik	Jondral, Bolz, Müller-Glaser, Krebs
Maschinenbau (Informationsmanagement im Ingenieurwesen)	Schwarz
Mathematik	Kühnlein
Physik	Busch
Recht	Dreier
Soziologie	Haupt
Betriebswirtschaftslehre	Hilser
Volkswirtschaftslehre	Hilser
Operations Research	Hilser
Medienkunst	Bielicky
Eisenbahnwesen	Weigel
Verkehrswesen	Vortisch

Tabelle 3: Liste der Ergänzungsfächer

## 2.5 Ergänzungsfachmodule

Das Ergänzungsfach soll Kenntnisse in einem der vielen Anwendungsgebiete der Informatik vermitteln. Die Informatik auch außerhalb des Kernbereichs gelernt zu haben, ist für die weitere berufliche Entwicklung von eminenter Bedeutung.

Im Master-Studiengang werden im Rahmen des Ergänzungsfachs Module von fast allen Fakultäten des KIT angeboten. Somit ist gewährleistet, dass für fast jede denkbare Informatikanwendung ein passendes Ergänzungsfach zur Verfügung steht.

Das Ergänzungsfach kann aus einem oder mehreren Modulen bestehen. Es sind Module im Umfang von insgesamt 15–18 Leistungspunkten (SPO 2008) bzw. 9–18 LP (SPO 2015) zu wählen. Die variable Anzahl von Leistungspunkten ermöglicht dem Studierenden eine möglichst verschnittne Auswahl seiner Ergänzungsfachmodule. Eine Liste der Ergänzungsfächer finden Sie in Tabelle 3. Die genauen Ausprägungen der Ergänzungsfachrichtung und die Zuordnung der jeweiligen Module zu Teilbereichen des jeweiligen Faches sind zunächst aus dem Modulhandbuch für SS 2015 zu entnehmen. Je nach Ausprägung des Ergänzungsfaches, kann es vorkommen, dass die Mindestanzahl der Leistungspunkte, die erreicht werden kann bzw. muss über 9 LP liegt. Auskunft hierüber erteilt der ISS (beratung-informatik@informatik.kit.edu).

## 2.6 Schlüsselqualifikationen

Teil des Studiums ist auch der Erwerb von *Schlüsselqualifikationen* im Umfang von 6 Leistungspunkten (SPO 2008) bzw. 2–6 Leistungspunkten (SPO 2015). Zu diesem Bereich zählen überfachliche Veranstaltungen zu gesellschaftlichen Themen, fachwissenschaftliche Ergänzungsangebote, welche die Anwendung des Fachwissens im Arbeitsalltag vermitteln, Kompetenztrainings zur gezielten Schulung von Soft Skills sowie Fremdsprachentrainings. Im Modul "Schlüsselqualifikationen" können alle Veranstaltungen des House of Competence (HoC), des Zentrums für angewandte Kulturwissenschaften (ZAK) (mit Ausnahme der Informatikveranstaltungen und Veranstaltungen aus dem Ergänzungsfach) und des Sprachenzentrums (SpZ), aber auch spezielle fakultätsinterne Angebote belegt werden. In dem hier integrierten Modulhandbuch werden deswegen im Gegensatz zu den fakultätsinternen Lehrveranstaltungen die einzelnen Lehrveranstaltungen des HoC, ZAK und SpZ nicht aufgeführt. Alle Schlüsselqualifikationen werden im Masterstudiengang unbenotet verbucht. Teilnahmebescheinigungen können nicht angerechnet werden. Um die Leistungen anrechnen zu können, muss eine Erfolgskontrolle durchgeführt und deren Ergebnis bescheinigt werden.



## 1 Module

### 1.1 Masterarbeit

#### 1.1.1 M-INFO-101892 Modul Masterarbeit

<b>Leistungspunkte:</b>	30	<b>Modulturnus:</b>	
<b>Moduldauer:</b>		<b>Unterrichtssprache:</b>	Deutsch
<b>Auslaufend:</b>	Nein	<b>Gültig bis:</b>	
<b>Curriculare Verankerung:</b>	Pflicht		
<b>Modulverantwortliche:</b>	Bernhard Beckert		

#### Teilleistungen

Pflichtbestandteile	LP	Verantwortliche
Masterarbeit(S.468)	30,00	Bernhard Beckert

#### Voraussetzungen

Siehe Teilleistung.

#### Erfolgskontrolle

Siehe Teilleistung.

#### Lernziele

- Die Studierenden bearbeiten in der Masterarbeit ein Thema der Informatik selbständig, wissenschaftlich auf dem Stand der Forschung.
- Die Studierenden zeigen dabei ein umfassendes Verständnis für die das Thema betreffenden wissenschaftlichen Methoden und Verfahren.
- Die Studierenden wählen geeignete Methoden aus und setzen diese korrekt ein. Wenn notwendig, passen sie diese entsprechend an oder entwickelt sie weiter.
- Die Studierenden vergleichen ihre Ergebnisse kritisch mit anderen Ansätzen und evaluieren ihre Ergebnisse.
- Die Studierenden kommunizieren ihre Ergebnisse klar und in akademisch angemessener Form in ihrer Arbeit.

#### Inhalt

- Die Masterarbeit soll zeigen, dass die Studierenden in der Lage sind, ein Problem aus ihrem Fach selbständig und in begrenzter Zeit nach wissenschaftlichen Methoden, die dem Stand der Forschung entsprechen zu bearbeiten.
- Die Bearbeitungszeit beträgt sechs Monate. Auf begründeten Antrag der Studierenden kann der Prüfungsausschuss die Bearbeitungszeit um höchstens drei Monate verlängern. Die Masterarbeit kann im Einvernehmen mit dem Betreuer auch auf Englisch geschrieben werden.
- Soll die Masterarbeit außerhalb der Fakultät angefertigt werden, bedarf dies der Genehmigung des Prüfungsausschusses.
- Die Masterarbeit kann auch in Form einer Gruppenarbeit zugelassen werden, wenn der als Prüfungsleistung zu bewertende Beitrag der einzelnen Studierenden deutlich unterscheidbar ist.
- Bei Abgabe der Masterarbeit haben die Studierenden schriftlich zu versichern, dass sie die Arbeit selbständig verfasst haben und keine anderen, als die von ihnen angegebenen Quellen und Hilfsmittel benutzt haben, die wörtlich oder inhaltlich übernommenen Stellen als solche kenntlich gemacht und die Satzung des Karlsruher Institut für Technologie (KIT) zur Sicherung guter wissenschaftlicher Praxis in der jeweils gültigen Fassung beachtet haben.
- Der Zeitpunkt der Ausgabe des Themas und der Zeitpunkt der Abgabe der Masterarbeit sind aktenkundig zu machen.

## **Empfehlungen**

## 1.2 Vertiefungsfach 1

### 1.2.1 Theoretische Grundlagen

#### 1.2.1.1 Pflichtmodule

#### 1.2.1.2 Wahlpflichtmodule

##### 1.2.1.2.1 M-INFO-100744 Formale Systeme II: Anwendung

<b>Leistungspunkte:</b>	05,00	<b>Modulturnus:</b>
<b>Moduldauer:</b>	1 Semester	<b>Unterrichtssprache:</b>
<b>Auslaufend:</b>	Nein	<b>Gültig bis:</b>
<b>Curriculare Verankerung:</b>	Wahlpflicht in Wahlpflichtmodule	
<b>Modulverantwortliche:</b>	Bernhard Beckert	

### Teilleistungen

Pflichtbestandteile	LP	Verantwortliche
Formale Systeme II: Anwendung(S.371)	05,00	Bernhard Beckert

#### Voraussetzungen

Siehe Teilleistung

#### Erfolgskontrolle

Siehe Teilleistung

#### Lernziele

Nach Abschluss des Moduls verfügen Studierende über folgende Kompetenzen. Sie ...

- haben einen Überblick über typische in der formalen Programmentwicklung eingesetzte Spezifikations- und Verifikationsmethoden und -werkzeuge.

- beherrschen Theorien und Praxis der formalen Methoden und Werkzeuge, die repräsentativ in der Veranstaltung vorgestellt werden,
- können die vorgestellten Methoden und Werkzeuge erfolgreich zur Lösung praktischer Aufgaben einsetzen,
- verstehen die charakteristischen Eigenschaften der vorgestellten Methoden und Werkzeuge, können deren Vor- und Nachteile gegeneinander abwägen und können ein passendes Verifikationswerkzeug für ein gegebenes Anwendungsszenario auswählen.

## Inhalt

Methoden für die formale Spezifikation und Verifikation – zumeist auf der Basis von Logik und Deduktion – haben einen hohen Entwicklungsstand erreicht. Es ist zu erwarten, dass sie zukünftig traditionelle Softwareentwicklungsmethoden ergänzen und teilweise ersetzen werden. Die logischen Grundlagen – wie sie im Stammmodul „Formale Systeme“ vermittelt werden – ähneln sich für verschiedene formale Systeme. Zum erfolgreichen praktischen Einsatz müssen die Methoden und Werkzeuge aber auf die jeweiligen Anwendungen und deren charakteristische Eigenschaften abgestimmt sein. Dies betrifft sowohl die Formalismen zur Spezifikation als auch die zur Verifikation verwendeten Techniken. Auch stellt sich bei der praktischen Anwendung die Frage nach der Skalierbarkeit, Effizienz

In der Lehrveranstaltung werden etwa fünf typische Spezifikations- und Verifikationsmethoden und -werkzeuge und die für sie jeweils typischen Anwendungsszenarien vorgestellt. Die den Methoden zugrundeliegenden theoretischen Konzepte werden vorgestellt. Ein wesentliches Element der Lehrveranstaltung ist, dass die Studierenden mit Hilfe kleiner Anwendungsfälle lernen, die Methoden und Werkzeuge praktisch anzuwenden.

Beispiele für Methoden und Werkzeuge, die vorgestellt werden können, sind:

ñ Verifikation funktionaler Eigenschaften imperativer und objekt-orientierter Programme (KeY-System),

ñ Nachweis temporallogische Eigenschaften endlicher Strukturen (Model Checker SPIN),

ñ deduktive Verifikation nebenläufiger Programme (Rely-Guarantee, Isabelle/HOL),

ñ Systemmodellierung durch Verfeinerung (Event-B mit Rodin),

ñ Verifikation Hybrider Systeme (HieroMate),

ñ Verifikation von Echtzeiteigenschaften (UPPAAL),

ñ Verifikation der Eigenschaften von Datenstrukturen (TVLA),

ñ Programm-/Protokollverifikation durch Rewriting (Maude),

ñ Spezifikation und Verifikation von Sicherheitseigenschaften (KeY, JIF).

Module / Vertiefungsfach 1 / Theoretische Grundlagen / Pflichtmodule / Wahlpflichtmodule /

### **Empfehlungen**

Siehe Teilleistung.

### 1.2.1.2.2 M-INFO-100749 Introduction to Bioinformatics for Computer Scientists

<b>Leistungspunkte:</b>	03,00	<b>Modulturnus:</b>
<b>Moduldauer:</b>	1 Semester	<b>Unterrichtssprache:</b>
<b>Auslaufend:</b>	Nein	<b>Gültig bis:</b>
<b>Curriculare Verankerung:</b>	Wahlpflicht in Wahlpflichtmodule	
<b>Modulverantwortliche:</b>	Alexandros Stamatakis	

#### Teilleistungen

Pflichtbestandteile	LP	Verantwortliche
Introduction to Bioinformatics for Computer Scientists(S.374)	03,00	Alexandros Stamatakis

#### Voraussetzungen

Siehe Teilleistung

#### Erfolgskontrolle

Siehe Teilleistung

#### Lernziele

Die Studierenden haben eine umfassende Kenntnis der Standardmethoden, Algorithmen, theoretischen Grundlagen und der offenen Probleme im Bereich der sequenzbasierten Bioinformatik (biologische Grundlagen, sequence assembly, paarweises Sequenzalignment, multiples Sequenzalignment, Stammbaumrekonstruktion unter Parsimony, Likelihood, und Bayesianischen Modellen, Coalescent Inference in der Populationsgenetik).

Sie können Algorithmen sowie Probleme einordnen und bewerten.

Sie können für eine gegebene Problemstellung geeignete Modelle und Verfahren auswählen und deren Wahl begründen. Die Teilnehmer können Analysepipelines zur biologischen Datenanalyse entwerfen.

#### Inhalt

Zunächst werden einige grundlegende Begriffe und Mechanismen der Biologie eingeführt. Im Anschluss werden Algorithmen und Modelle aus den Bereichen der Sequenzanalyse (sequenzalignment, dynamische programmierung, sequence assembly), der Populationsgenetik (coalescent theory), und diskrete sowie numerische Algorithmen zur Berechnung molekularer Stammbäume (parsimony, likelihood, Bayesian inference) behandelt. Weiterhin werden diskrete Operationen auf Bäumen behandelt (topologische Distanzen zwischen Bäumen, Consensus-Baum Algorithmen). Ein wichtiger Bestandteil der Vorstellung aller Themengebiete wird auch die Parallelisierung und Optimierung der jeweiligen Verfahren sein

#### Empfehlungen

Module / Vertiefungsfach 1 / Theoretische Grundlagen / Pflichtmodule / Wahlpflichtmodule /

Siehe Teilleistung

### 1.2.1.2.3 M-INFO-100794 Randomisierte Algorithmen

<b>Leistungspunkte:</b>	05,00	<b>Modulturnus:</b>
<b>Moduldauer:</b>	1 Semester	<b>Unterrichtssprache:</b>
<b>Auslaufend:</b>	Nein	<b>Gültig bis:</b>
<b>Curriculare Verankerung:</b>	Wahlpflicht in Wahlpflichtmodule	
<b>Modulverantwortliche:</b>	Thomas Worsch	

#### Teilleistungen

Pflichtbestandteile	LP	Verantwortliche
Randomisierte Algorithmen(S.398)	05,00	Thomas Worsch

#### Voraussetzungen

Siehe Teilleistung

#### Erfolgskontrolle

Siehe Teilleistung

#### Lernziele

Die Studierenden kennen grundlegende Ansätze und Techniken für den Einsatz von Randomisierung in Algorithmen sowie Werkzeuge für deren Analyse.

Sie sind in der Lage, selbst typische Schwachstellen deterministischer Algorithmen zu identifizieren und randomisierte Ansätze zu deren Behebung zu entwickeln und zu beurteilen.

#### Inhalt

Randomisierte Algorithmen sind nicht deterministisch. Ihr Verhalten hängt vom Ausgang von Zufallsexperimenten ab. Diese Idee wurde erstmals von Rabin durch einen randomisierten Primzahltest bekannt. Inzwischen gibt es für eine Vielzahl von Problemen randomisierte Algorithmen, die (in dem einen oder anderen Sinne) schneller sind als deterministische Verfahren. Außerdem sind randomisierte Algorithmen mitunter einfacher zu verstehen und zu implementieren als „normale“ (deterministische) Algorithmen.

Im Rahmen der Vorlesung werden nicht nur verschiedene „Arten“ randomisierter Algorithmen (Las Vegas, Monte Carlo, ...) vorgestellt, sondern auch die für die Analyse ihrer Laufzeit notwendigen wahrscheinlichkeitstheoretischen Grundlagen weitgehend erarbeitet und grundlegende Konzepte wie Markov-Ketten behandelt. Da stochastische Methoden in immer mehr Informatikbereichen von Bedeutung sind, ist diese Vorlesung daher auch über das eigentliche Thema hinaus von Nutzen.

Module / Vertiefungsfach 1 / Theoretische Grundlagen / Pflichtmodule / Wahlpflichtmodule /

Themen: probabilistische Komplexitätsklassen, Routing in Hyperwürfeln, Spieltheorie, Random Walks, randomisierte Graphalgorithmen, randomisiertes Hashing, randomisierte Online-Algorithmen

### **Empfehlungen**

Siehe Teilleistung

### 1.2.1.2.4 M-INFO-100797 Algorithmen in Zellularautomaten

<b>Leistungspunkte:</b>	05,00	<b>Modulturnus:</b>
<b>Moduldauer:</b>	1 Semester	<b>Unterrichtssprache:</b>
<b>Auslaufend:</b>	Nein	<b>Gültig bis:</b>
<b>Curriculare Verankerung:</b>	Wahlpflicht in Wahlpflichtmodule	
<b>Modulverantwortliche:</b>	Thomas Worsch	

#### Teilleistungen

Pflichtbestandteile	LP	Verantwortliche
Algorithmen in Zellularautomaten(S.400)	05,00	Thomas Worsch

#### Voraussetzungen

Siehe Teilleistung

#### Erfolgskontrolle

Siehe Teilleistung

#### Lernziele

Die Studierenden kennen grundlegende Ansätze und Techniken für die Realisierung feinkörniger paralleler Algorithmen.

Sie sind in der Lage, selbst einfache Zellularautomaten-Algorithmen zu entwickeln, die auf solchen Techniken beruhen, und sie zu beurteilen.

#### Inhalt

Zellularautomaten sind ein wichtiges Modell für feinkörnigen Parallelismus, das ursprünglich von John von Neumann auf Vorschlag S. Ulams entwickelt wurde.

Im Rahmen der Vorlesung werden wichtige Grundalgorithmen (z.B. für Synchronisation) und Techniken für den Entwurf effizienter feinkörniger Algorithmen vorgestellt. Die Anwendung solcher Algorithmen in verschiedenen Problembereichen wird vorgestellt. Dazu gehören neben von Neumanns Motivation „Selbstreproduktion“ Mustertransformationen, Problemstellung wie Sortieren, die aus dem Sequenziellen bekannt sind, typisch parallele Aufgabenstellungen wie Anführerauswahl und Modellierung realer Phänomene.

Inhalt:

- Berechnungsmächtigkeit

- Mustererkennung
- Selbstreproduktion
- Sortieren
- Synchronisation
- Anführerauswahl
- Diskretisierung kontinuierlicher Systeme
- Sandhaufenmodell

### **Empfehlungen**

Siehe Teilleistung

### 1.2.1.2.5 M-INFO-100799 Formale Systeme

<b>Leistungspunkte:</b>	06,00	<b>Modulturnus:</b>
<b>Moduldauer:</b>	1 Semester	<b>Unterrichtssprache:</b>
<b>Auslaufend:</b>	Nein	<b>Gültig bis:</b>
<b>Curriculare Verankerung:</b>	Wahlpflicht in Wahlpflichtmodule	
<b>Modulverantwortliche:</b>	Bernhard Beckert	

#### Teilleistungen

Pflichtbestandteile	LP	Verantwortliche
Formale Systeme(S.401)	06,00	Bernhard Beckert

#### Voraussetzungen

Siehe Teilleistung.

#### Erfolgskontrolle

Siehe Teilleistung.

#### Lernziele

Nach Abschluss des Moduls verfügen Studierende über folgende Kompetenzen. Sie ...

- kennen und verstehen die vorgestellten logischen Grundkonzepte und Begriffe, insbesondere den Modellbegriff und die Unterscheidung von Syntax und Semantik,
- können natürlichsprachlich gegebene Sachverhalte in verschiedenen Logiken formalisieren sowie logische Formeln verstehen und ihre Bedeutung in natürliche Sprache übersetzen,
- können die vorgestellten Kalküle und Analyseverfahren auf gegebene Fragestellungen bzw. Probleme sowohl manuell als auch mittels interaktiver und automatischer Werkzeugunterstützung anwenden,
- kennen die grundlegenden Konzepte und Methoden der formalen Modellierung und Verifikation,
- können Programmeigenschaften in formalen Spezifikationssprachen formulieren, und kleine Beispiele mit Unterstützung von Softwarewerkzeugen verifizieren.
- können beurteilen, welcher logische Formalismus und welcher Kalkül sich zur Formalisierung und zum Beweis eines Sachverhalts eignet,

#### Inhalt

Logikbasierte Methoden spielen in der Informatik in zwei Bereichen eine wesentliche Rolle: (1) zur Entwicklung, Beschreibung und Analyse von IT-Systemen und (2) als Komponente von IT-Systemen, die diesen die Fähigkeit verleiht, die umgebende Welt zu analysieren und Wissen darüber abzuleiten.

Dieses Modul

- führt in die Grundlagen formaler Logik ein und
- behandelt die Anwendung logikbasierter Methoden
  - zur Modellierung und Formalisierung
  - zur Ableitung (Deduktion),
  - zum Beweisen und Analysieren

von Systemen und Strukturen bzw. deren Eigenschaften.

Mehrere verschiedene Logiken werden vorgestellt, ihre Syntax und Semantik besprochen sowie dazugehörige Kalküle und andere Analyseverfahren eingeführt. Zu den behandelten Logiken zählen insbesondere die klassische Aussagen- und Prädikatenlogik sowie Temporallogiken wie LTL oder CTL.

Die Frage der praktischen Anwendbarkeit der vorgestellten Logiken und Kalküle auf Probleme der Informatik spielt in dieser Vorlesung eine wichtige Rolle. Der Praxisbezug wird insbesondere auch durch praktische Übungen (Praxisaufgaben) hergestellt, im Rahmen derer Studierende die Anwendung aktueller Werkzeuge (z.B. des interaktiven Beweisers KeY) auf praxisrelevante Problemstellungen (z.B. den Nachweis von Programmeigenschaften) erproben können.

### **Empfehlungen**

Siehe Teilleistungen.

### 1.2.1.2.6 M-INFO-100828 Modelle der Parallelverarbeitung

<b>Leistungspunkte:</b>	05,00	<b>Modulturnus:</b>
<b>Moduldauer:</b>	1 Semester	<b>Unterrichtssprache:</b>
<b>Auslaufend:</b>	Nein	<b>Gültig bis:</b>
<b>Curriculare Verankerung:</b>	Wahlpflicht in Wahlpflichtmodule	
<b>Modulverantwortliche:</b>	Thomas Worsch	

#### Teilleistungen

Pflichtbestandteile	LP	Verantwortliche
Modelle der Parallelverarbeitung(S.421)	05,00	Thomas Worsch

#### Voraussetzungen

Siehe Teilleistung

#### Erfolgskontrolle

Siehe Teilleistung

#### Lernziele

#### Inhalt

#### Empfehlungen

Siehe Teilleistung

### 1.2.1.2.7 M-INFO-100841 Formale Systeme II: Theorie

<b>Leistungspunkte:</b>	05,00	<b>Modulturnus:</b>
<b>Moduldauer:</b>	1 Semester	<b>Unterrichtssprache:</b>
<b>Auslaufend:</b>	Nein	<b>Gültig bis:</b>
<b>Curriculare Verankerung:</b>	Wahlpflicht in Wahlpflichtmodule	
<b>Modulverantwortliche:</b>	Bernhard Beckert	

#### Teilleistungen

Pflichtbestandteile	LP	Verantwortliche
Formale Systeme II: Theorie(S.429)	05,00	Bernhard Beckert

#### Voraussetzungen

Siehe Teilleistung

#### Erfolgskontrolle

Siehe Teilleistung

#### Lernziele

Nach Abschluss des Moduls verfügen Studierende über folgende Kompetenzen. Sie ...

- kennen und verstehen die vorgestellten Konzept
- können die vorgestellten Methoden und Kalküle anwenden,
- kennen die Relevanz der vorgestellten Konzepte und Methoden für Anwendungen der Informatik und können einen Bezug zu praktischen Fragestellungen herstellen,
- können aus den theoretischen Grenzen der Entscheidbarkeit bzw. Axiomatisierbarkeit Schlüsse auch für praktische Fragestellungen ziehen.

#### Inhalt

Diese Modul vermittelt weitergehenden und vertiefte Kenntnisse und Kompetenzen im Bereich der Formalen Logik; es baut auf dem Stammmodul „Formale Systeme“ auf. Den Fokus des Moduls „Formale Systeme II – Theorie“ bilden dabei theoretische Konzepte und Methoden (während sich das Modul „Formale Systeme II – Anwendung“ auf deren Anwendung konzentriert.

Thema sind theoretische Konzepte und Methoden (bspw. Kalküle) aus Teilbereichen der Formalen Logik, wie beispielsweise:

- Dynamische Logik (Entscheidbarkeit der Propositional Dynamic Logic, relative Vollständigkeit der First-order Dynamic Logic),

- Separation Logic
- Theorieschließen
- Hybride Modelle
- Mengenlehre (Zermelo-Fraenkel-Mengenlehre und ihre Grenzen)
- Drei- und mehrwertige Logik
- Nicht-Axiomatisierbarkeit der Arithmetik, Gödelscher Unvollständigkeitssatz

### **Empfehlungen**

Siehe Teilleistung

### 1.2.1.2.8 M-INFO-101515 Seminar: Zellularautomaten und diskrete komplexe Systeme

<b>Leistungspunkte:</b>	03,00	<b>Modulturnus:</b>	
<b>Moduldauer:</b>	1 Semester	<b>Unterrichtssprache:</b>	Deutsch
<b>Auslaufend:</b>	Nein	<b>Gültig bis:</b>	
<b>Curriculare Verankerung:</b>	Wahlpflicht in Wahlpflichtmodule		
<b>Modulverantwortliche:</b>			

#### Teilleistungen

Pflichtbestandteile	LP	Verantwortliche
Seminar: Zellularautomaten und diskrete komplexe Systeme(S.446)	03,00	Thomas Worsch

#### Voraussetzungen

Siehe Teilleistung

#### Erfolgskontrolle

Siehe Teilleistung

#### Lernziele

#### Inhalt

#### Empfehlungen

### 1.2.1.2.9 M-INFO-101516 Seminar: Zellularautomaten und diskrete komplexe Systeme für Fortgeschrittene

<b>Leistungspunkte:</b>	4,0	<b>Modulturnus:</b>	
<b>Moduldauer:</b>	1 Semester	<b>Unterrichtssprache:</b>	Deutsch
<b>Auslaufend:</b>	Nein	<b>Gültig bis:</b>	
<b>Curriculare Verankerung:</b>	Wahlpflicht in Wahlpflichtmodule		
<b>Modulverantwortliche:</b>			

#### Teilleistungen

Pflichtbestandteile	LP	Verantwortliche
Seminar: Zellularautomaten und diskrete komplexe Systeme für Fortgeschrittene(S.447)	4,0	Thomas Worsch

#### Voraussetzungen

Siehe Teilleistung

#### Erfolgskontrolle

Siehe Teilleistung

#### Lernziele

#### Inhalt

#### Empfehlungen

## 1.2.2 Algorithmentechnik

### 1.2.2.1 Pflichtmodule

### 1.2.2.2 Wahlpflichtmodule

#### 1.2.2.2.1 M-INFO-100031 Algorithmen für Routenplanung

<b>Leistungspunkte:</b>	06,00	<b>Modulturnus:</b>	Jedes 2. Semester, Sommersemester
<b>Moduldauer:</b>	1 Semester	<b>Unterrichtssprache:</b>	
<b>Auslaufend:</b>	Nein	<b>Gültig bis:</b>	
<b>Curriculare</b>	Wahlpflicht	in	
<b>Verankerung:</b>	Wahlpflichtmodule		
<b>Modulverantwortliche:</b>	Dorothea Wagner		

### Teilleistungen

Pflichtbestandteile	LP	Verantwortliche
Algorithmen für Routenplanung(S.358)	06,00	Dorothea Wagner

#### Voraussetzungen

Siehe Teilleistung

#### Erfolgskontrolle

Siehe Teilleistung

#### Lernziele

Die Teilnehmer beherrschen die Methodik des Algorithm Engineering und insbesondere ihre Anwendung im Bereich Routenplanung. Sie kennen algorithmische Problemstellungen, die sich in verschiedenen praktischen Anwendungen der Routenplanung in Transportnetzwerken ergeben. Sie sind in der Lage, diese Probleme zu identifizieren und verstehen es, die auftretenden Fragestellungen auf ihren algorithmischen Kern zu reduzieren und anschließend effizient zu lösen. Sie sind in der Lage, dabei Wissen aus den Bereichen der Graphentheorie und der Algorithmetik praktisch umzusetzen. Zudem kennen die Teilnehmer verschiedene Techniken, die in der Praxis genutzt werden, um effiziente Verfahren zur Routenplanung zu implementieren. Sie kennen Verfahren zur Routenberechnung in Straßennetzen, öffentlichen Verkehrsnetzwerken sowie multimodalen Netzwerken. Studierende sind in

der Lage, auch für komplexere Szenarien, wie etwa der zeitabhängigen Routenplanung, in der Praxis effizient umsetzbare Verfahren zu identifizieren und analysieren. Sie können theoretische und experimentelle Ergebnisse interpretieren und untereinander vergleichen.

Studierende sind außerdem in der Lage, neue Problemstellungen im Bereich der Routenplanung mit Methoden des Algorithm Engineering zu analysieren und Algorithmen unter Berücksichtigung moderner Rechnerarchitektur zu entwerfen, sowie aussagekräftige experimentelle Evaluationen zu planen und auszuwerten. Auf der Ebene der Modellierung sind sie in der Lage, verschiedene Modellierungsansätze zu entwickeln und deren Interpretationen zu beurteilen und zu vergleichen. Die Teilnehmer können zudem die vorgestellten Methoden und Techniken autonom auf verwandte Fragestellungen anwenden.

## **Inhalt**

Optimale Routen in Verkehrsnetzen zu bestimmen ist ein alltägliches Problem. Wurden früher Reiserouten mit Hilfe von Karten am Küchentisch geplant, ist heute die computergestützte Routenplanung in weiten Teilen der Bevölkerung etabliert: Die beste Eisenbahnverbindung ermittelt man im Internet, für Routenplanung in Straßennetzen benutzt man häufig mobile Endgeräte. Ein Ansatz, um die besten Verbindungen in solchen Netzen computergestützt zu finden, stammt aus der Graphentheorie. Man modelliert das Netzwerk als Graphen und berechnet darin einen kürzesten Weg, eine mögliche Route. Legt man Reisezeiten als Metrik zu Grunde, ist die so berechnete Route die beweisbar schnellste Verbindung. Dijkstra's Algorithmus aus dem Jahre 1959 löst dieses Problem zwar beweisbar optimal, allerdings sind Verkehrsnetze so groß (das Straßennetzwerk von West- und Mittel-Europa besteht aus ca. 45 Millionen Abschnitten), dass der klassische Ansatz von Dijkstra zu lange für eine Anfrage braucht. Aus diesem Grund ist die Entwicklung von Beschleunigungstechniken für Dijkstra's Algorithmus Gegenstand aktueller Forschung. Dabei handelt es sich um zweistufige Verfahren, die in einem Vorverarbeitungsschritt das Netzwerk mit Zusatzinformationen anreichern, um anschließend die Berechnung von kürzesten Wegen zu beschleunigen.

Diese Vorlesung gibt einen Überblick über aktuelle Algorithmen zur effizienten Routenplanung und vertieft einige von den Algorithmen.

## **Empfehlungen**

Siehe Teilleistung

### 1.2.2.2.2 M-INFO-100749 Introduction to Bioinformatics for Computer Scientists

<b>Leistungspunkte:</b>	03,00	<b>Modulturnus:</b>
<b>Moduldauer:</b>	1 Semester	<b>Unterrichtssprache:</b>
<b>Auslaufend:</b>	Nein	<b>Gültig bis:</b>
<b>Curriculare Verankerung:</b>	Wahlpflicht in Wahlpflichtmodule	
<b>Modulverantwortliche:</b>	Alexandros Stamatakis	

#### Teilleistungen

Pflichtbestandteile	LP	Verantwortliche
Introduction to Bioinformatics for Computer Scientists(S.374)	03,00	Alexandros Stamatakis

#### Voraussetzungen

Siehe Teilleistung

#### Erfolgskontrolle

Siehe Teilleistung

#### Lernziele

Die Studierenden haben eine umfassende Kenntnis der Standardmethoden, Algorithmen, theoretischen Grundlagen und der offenen Probleme im Bereich der sequenzbasierten Bioinformatik (biologische Grundlagen, sequence assembly, paarweises Sequenzalignment, multiples Sequenzalignment, Stammbaumrekonstruktion unter Parsimony, Likelihood, und Bayesianischen Modellen, Coalescent Inference in der Populationsgenetik).

Sie können Algorithmen sowie Probleme einordnen und bewerten.

Sie können für eine gegebene Problemstellung geeignete Modelle und Verfahren auswählen und deren Wahl begründen. Die Teilnehmer können Analysepipelines zur biologischen Datenanalyse entwerfen.

#### Inhalt

Zunächst werden einige grundlegende Begriffe und Mechanismen der Biologie eingeführt. Im Anschluss werden Algorithmen und Modelle aus den Bereichen der Sequenzanalyse (sequenzalignment, dynamische programmierung, sequence assembly), der Populationsgenetik (coalescent theory), und diskrete sowie numerische Algorithmen zur Berechnung molekularer Stammbäume (parsimony, likelihood, Bayesian inference) behandelt. Weiterhin werden diskrete Operationen auf Bäumen behandelt (topologische Distanzen zwischen Bäumen, Consensus-Baum Algorithmen). Ein wichtiger Bestandteil der Vorstellung aller Themengebiete wird auch die Parallelisierung und Optimierung der jeweiligen Verfahren sein

#### Empfehlungen

Module / Vertiefungsfach 1 / Theoretische Grundlagen / Algorithmentechnik / Pflichtmodule / Wahlpflichtmodule /

Siehe Teilleistung

### 1.2.2.2.3 M-INFO-100758 Graphpartitionierung und Graphenclustern in Theorie und Praxis

<b>Leistungspunkte:</b>	05,00	<b>Modulturnus:</b>
<b>Moduldauer:</b>	1 Semester	<b>Unterrichtssprache:</b>
<b>Auslaufend:</b>	Nein	<b>Gültig bis:</b>
<b>Curriculare Verankerung:</b>	Wahlpflicht in Wahlpflichtmodule	
<b>Modulverantwortliche:</b>	Peter Sanders	

#### Teilleistungen

Pflichtbestandteile	LP	Verantwortliche
Graphpartitionierung und Graphenclustern in Theorie und Praxis(S.378)	05,00	Peter Sanders

#### Voraussetzungen

Siehe Teilleistung

#### Erfolgskontrolle

Siehe Teilleistung

#### Lernziele

Ziel der Vorlesung ist es, den Studierenden einen ersten Einblick in die Problematik des Graphpartitionierens und des Graphenclusterns zu vermitteln und dabei Wissen aus der Graphentheorie sowie der Algorithmik umzusetzen. Auf der einen Seite werden die auftretenden Fragestellungen auf ihren algorithmischen Kern reduziert und anschließend effizient gelöst. Auf der anderen Seite werden verschiedene Modellierungen und deren Interpretationen behandelt. Studierende lernen die vorgestellten Methoden und Techniken autonom auf verwandte Fragestellungen anzuwenden.

#### Inhalt

Dieses Modul soll Studierenden die theoretischen und praktischen Aspekte der Graphpartitionierung und des Graphenclusterns vermitteln.

#### Empfehlungen

Siehe Teilleistung

### 1.2.2.2.4 M-INFO-100762 Algorithmische Graphentheorie

<b>Leistungspunkte:</b>	05,00	<b>Modulturnus:</b>
<b>Moduldauer:</b>	1 Semester	<b>Unterrichtssprache:</b>
<b>Auslaufend:</b>	Nein	<b>Gültig bis:</b>
<b>Curriculare Verankerung:</b>	Wahlpflicht in Wahlpflichtmodule	
<b>Modulverantwortliche:</b>	Ignaz Rutter	

#### Teilleistungen

Pflichtbestandteile	LP	Verantwortliche
Algorithmische Graphentheorie(S.467)	5	Ignaz Rutter

#### Voraussetzungen

Siehe Teilleistung

#### Erfolgskontrolle

#### Lernziele

Die Studierenden kennen grundlegende Begriff der algorithmischen Graphentheorie und die in diesem Zusammenhang wichtigsten Graphklassen und deren Charakterisierungen, nämlich perfekte Graphen, chordale Graphen, Vergleichbarkeitsgraphen, sowie Intervall-, Split-, und Permutationsgraphen. Sie können zudem Algorithmen zur Erkennung dieser Graphen sowie zur Lösung grundlegender algorithmischer Probleme auf diesen Graphen exemplarisch ausführen und analysieren. Außerdem sind sie in der Lage in angewandten Fragestellungen Teilprobleme zu identifizieren, die sich mittels dieser Graphklassen ausdrücken lassen, sowie Algorithmen für neue, zu Problemen aus der Vorlesungen verwandte Problemstellungen auf diesen Graphklassen zu entwickeln.

#### Inhalt

#### Empfehlungen

Siehe Teilleistung

### 1.2.2.2.5 M-INFO-100795 Algorithm Engineering

<b>Leistungspunkte:</b>	05,00	<b>Modulturnus:</b>
<b>Moduldauer:</b>	1 Semester	<b>Unterrichtssprache:</b>
<b>Auslaufend:</b>	Nein	<b>Gültig bis:</b>
<b>Curriculare Verankerung:</b>	Wahlpflicht in Wahlpflichtmodule	
<b>Modulverantwortliche:</b>	Dorothea Wagner,Peter Sanders	

#### Teilleistungen

Pflichtbestandteile	LP	Verantwortliche
Algorithm Engineering(S.398)	05,00	Dorothea Wagner,Peter Sanders

#### Voraussetzungen

Siehe Teilleistung

#### Erfolgskontrolle

Siehe Teilleistung

#### Lernziele

Die Studierenden erwerben ein systematisches Verständnis algorithmischer Fragestellungen und Lösungsansätze im Bereich Algorithm Engineering, das auf dem bestehenden Wissen im Themenbereich Algorithmik aufbaut. Außerdem kann er/sie erlernte Techniken auf verwandte Fragestellungen anwenden und aktuelle Forschungsthemen im Bereich Algorithm Engineering interpretieren und nachvollziehen.

Nach erfolgreicher Teilnahme an der Lehrveranstaltung können die Studierenden

- Begriffe, Strukturen, grundlegende Problemdefinitionen und Algorithmen aus der Vorlesung erklären;
- auswählen, welche Algorithmen und Datenstrukturen zur Lösung einer algorithmischen Fragestellung geeignet sind und diese ggf. den Anforderungen einer konkreten Problemstellung anpassen;
- Algorithmen und Datenstrukturen ausführen, mathematisch präzise analysieren und die algorithmischen Eigenschaften beweisen;
- Maschinenmodelle aus der Vorlesung erklären sowie Algorithmen und Datenstrukturen in diesen analysieren
- neue Probleme aus Anwendungen analysieren, auf den algorithmischen Kern reduzieren und daraus ein abstraktes Modell erstellen; auf Basis der in der Vorlesung erlernten Konzepte und Techniken eigene Lösungen in diesem Modell entwerfen, analysieren und die algorithmischen Eigenschaften beweisen.

## **Inhalt**

- Was ist Algorithm Engineering, Motivation etc.
- Realistische Modellierung von Maschinen und Anwendungen
- praxisorientierter Algorithmenentwurf
- Implementierungstechniken
- Experimentiertechniken
- Auswertung von Messungen

Die oben angegebenen Fertigkeiten werden vor allem anhand von konkreten Beispielen gelehrt. In der Vergangenheit waren das zum Beispiel die folgenden Themen aus dem Bereich grundlegender Algorithmen und Datenstrukturen:

- linked lists ohne Sonderfälle
- Sortieren: parallel, extern, superskalar,...
- Prioritätslisten (cache effizient,...)
- Suchbäume für ganzzahlige Schlüssel
- Volltextindizes
- Graphenalgorithmen: minimale Spannbäume (extern,...), Routenplanung

dabei geht es jeweils um die besten bekannten praktischen und theoretischen Verfahren. Diese weiche meist erheblich von den in Anfängervorlesungen gelehrt Verfahren ab.

## **Empfehlungen**

### 1.2.2.2.6 M-INFO-100796 Parallele Algorithmen

<b>Leistungspunkte:</b>	05,00	<b>Modulturnus:</b>
<b>Moduldauer:</b>	1 Semester	<b>Unterrichtssprache:</b>
<b>Auslaufend:</b>	Nein	<b>Gültig bis:</b>
<b>Curriculare Verankerung:</b>	Wahlpflicht in Wahlpflichtmodule	
<b>Modulverantwortliche:</b>	Peter Sanders	

#### Teilleistungen

Pflichtbestandteile	LP	Verantwortliche
Parallele Algorithmen(S.399)	05,00	Peter Sanders

#### Voraussetzungen

Siehe Teilleistung

#### Erfolgskontrolle

Siehe Teilleistung

#### Lernziele

Die Studierenden erwerben ein systematisches Verständnis algorithmischer Fragestellungen und Lösungsansätze im Bereich der parallelen Algorithmen, das auf dem bestehenden Wissen im Themenbereich Algorithmik aufbaut. Außerdem kann er/sie erlernte Techniken auf verwandte Fragestellungen anwenden und aktuelle Forschungsthemen im Bereich paralleler Algorithmen interpretieren und nachvollziehen.

Nach erfolgreicher Teilnahme an der Lehrveranstaltung können die Studierenden

- Begriffe, Strukturen, grundlegende Problemdefinitionen und Algorithmen aus der Vorlesung erklären;
- auswählen, welche Algorithmen und Datenstrukturen zur Lösung einer Fragestellung geeignet sind und diese ggf. den Anforderungen einer konkreten Problemstellung anpassen;
- Algorithmen und Datenstrukturen ausführen, mathematisch präzise analysieren und die algorithmischen Eigenschaften beweisen;
- Maschinenmodelle aus der Vorlesung erklären sowie Algorithmen und Datenstrukturen in diesen analysieren
- neue Probleme aus Anwendungen analysieren, auf den algorithmischen Kern reduzieren und daraus ein abstraktes Modell erstellen; auf Basis der in der Vorlesung erlernten Konzepte und Techniken eigene Lösungen in diesem Modell entwerfen, analysieren und die algorithmischen Eigenschaften beweisen.

#### Inhalt

Modelle und ihr Bezug zu realen Maschinen:

- shared memory - PRAM
- Message Passing, BSP
- Schaltkreise

Analyse: Speedup, Effizienz, Skalierbarkeit

Grundlegende Techniken:

- SPMD
- paralleles Teilen-und-Herrschen
- kollektive Kommunikation
- Lastverteilung

Konkrete Algorithmen (Beispiele)

- Kollektive Kommunikation (auch für große Datenmengen): Broadcast, Reduce, Präfixsummen, all-to-all exchange
- Matrizenrechnung
- sortieren
- list ranking
- minimale Spannbäume
- Lastverteilung: Master Worker mit adaptiver Problemgröße, random polling, zufällige Verteilung

## **Empfehlungen**

Siehe Teilleistung

### 1.2.2.2.7 M-INFO-101515 Seminar: Zellularautomaten und diskrete komplexe Systeme

<b>Leistungspunkte:</b>	03,00	<b>Modulturnus:</b>	
<b>Moduldauer:</b>	1 Semester	<b>Unterrichtssprache:</b>	Deutsch
<b>Auslaufend:</b>	Nein	<b>Gültig bis:</b>	
<b>Curriculare Verankerung:</b>	Wahlpflicht in Wahlpflichtmodule		
<b>Modulverantwortliche:</b>			

#### Teilleistungen

Pflichtbestandteile	LP	Verantwortliche
Seminar: Zellularautomaten und diskrete komplexe Systeme(S.446)	03,00	Thomas Worsch

#### Voraussetzungen

Siehe Teilleistung

#### Erfolgskontrolle

Siehe Teilleistung

#### Lernziele

#### Inhalt

#### Empfehlungen

### 1.2.2.2.8 M-INFO-101516 Seminar: Zellularautomaten und diskrete komplexe Systeme für Fortgeschrittene

<b>Leistungspunkte:</b>	4,0	<b>Modulturnus:</b>	
<b>Moduldauer:</b>	1 Semester	<b>Unterrichtssprache:</b>	Deutsch
<b>Auslaufend:</b>	Nein	<b>Gültig bis:</b>	
<b>Curriculare Verankerung:</b>	Wahlpflicht in Wahlpflichtmodule		
<b>Modulverantwortliche:</b>			

#### Teilleistungen

Pflichtbestandteile	LP	Verantwortliche
Seminar: Zellularautomaten und diskrete komplexe Systeme für Fortgeschrittene(S.447)	4,0	Thomas Worsch

#### Voraussetzungen

Siehe Teilleistung

#### Erfolgskontrolle

Siehe Teilleistung

#### Lernziele

#### Inhalt

#### Empfehlungen

## 1.2.3 Kryptographie und Sicherheit

### 1.2.3.1 Pflichtmodule

### 1.2.3.2 Wahlpflichtmodule

#### 1.2.3.2.1 M-INFO-100722 Beweisbare Sicherheit in der Kryptographie

<b>Leistungspunkte:</b>	3	<b>Modulturnus:</b>
<b>Moduldauer:</b>	1 Semester	<b>Unterrichtssprache:</b>
<b>Auslaufend:</b>	Nein	<b>Gültig bis:</b>
<b>Curriculare Verankerung:</b>	Wahlpflicht in Wahlpflichtmodule	
<b>Modulverantwortliche:</b>	Dennis Hofheinz	

### Teilleistungen

Pflichtbestandteile	LP	Verantwortliche
Beweisbare Sicherheit in der Kryptographie(S.360)	03,00	Dennis Hofheinz

#### Voraussetzungen

Keine

#### Erfolgskontrolle

None

#### Lernziele

#### Inhalt

#### Empfehlungen

### 1.2.3.2.2 M-INFO-100723 Asymmetrische Verschlüsselungsverfahren

<b>Leistungspunkte:</b>	03,00	<b>Modulturnus:</b>
<b>Moduldauer:</b>	1 Semester	<b>Unterrichtssprache:</b>
<b>Auslaufend:</b>	Nein	<b>Gültig bis:</b>
<b>Curriculare Verankerung:</b>	Wahlpflicht in Wahlpflichtmodule	
<b>Modulverantwortliche:</b>	Jörn Müller-Quade	

#### Teilleistungen

Pflichtbestandteile	LP	Verantwortliche
Asymmetrische Verschlüsselungsverfahren(S.361)	03,00	Jörn Müller-Quade

#### Voraussetzungen

Siehe Teilleistung.

#### Erfolgskontrolle

Siehe Teilleistung.

#### Lernziele

Der/die Studierende

- kennt und versteht die bekanntesten Public-Key Verfahren und kann sie anwenden;
- hat einen Überblick über die theoretischen und praktischen Aspekte der Public Key Kryptographie;
- beurteilt kryptographische Protokolle und erkennt ggf. Angriffspunkte/Gefahren;
- kombiniert die Grundbausteine zu kleineren Protokollen.

#### Inhalt

Diese Lehrveranstaltung soll Studierenden die theoretischen und praktischen Aspekte der Public Key Kryptographie vermitteln.

Module / Vertiefungsfach 1 / Theoretische Grundlagen / Algorithmentechnik / Kryptographie und Sicherheit / Pflichtmodule / Wahlpflichtmodule /

- Es werden Einwegfunktion, Hashfunktion, elektronische Signatur, Public-Key-Verschlüsselung bzw. digitale Signatur (RSA, ElGamal), sowie verschiedene Methoden des Schlüsselaustausches (z.B. Diffie-Hellman) mit ihren Stärken und Schwächen behandelt.
- Über die Arbeitsweise von Public-Key-Systemen hinaus, vermittelt die Vorlesung Kenntnisse über Algorithmen zum Lösen von zahlentheoretischen Problemen wie Primtests, Faktorisieren von großen Zahlen und Berechnen von diskreten Logarithmen in endlichen Gruppen. Dadurch kann die Wahl der Parameter bei den kryptographischen Verfahren und die damit verbundene Sicherheit beurteilt werden.
- Weiterhin wird eine Einführung in die beweisbare Sicherheit gegeben, wobei einige der wichtigsten Sicherheitsbegriffe (z.B. IND-CCA) vorgestellt werden.
- Die Kombination der kryptographischen Bausteine wird anhand von aktuell eingesetzten Protokollen wie Secure Shell (SSH), Transport Layer Security (TLS) und anonymem digitalem Geld behandelt.

### **Empfehlungen**

Siehe Teilleistung.

### 1.2.3.2.3 M-INFO-100742 Kryptographische Wahlverfahren

<b>Leistungspunkte:</b>	03,00	<b>Modulturnus:</b>
<b>Moduldauer:</b>	1 Semester	<b>Unterrichtssprache:</b>
<b>Auslaufend:</b>	Nein	<b>Gültig bis:</b>
<b>Curriculare Verankerung:</b>	Wahlpflicht in Wahlpflichtmodule	
<b>Modulverantwortliche:</b>	Jörn Müller-Quade	

#### Teilleistungen

Pflichtbestandteile	LP	Verantwortliche
Kryptographische Wahlverfahren(S.370)	03,00	Jörn Müller-Quade

#### Voraussetzungen

Siehe Teilleistung.

#### Erfolgskontrolle

Siehe Teilleistung.

#### Lernziele

Der/die Studierende

- kennt und versteht die Grundbegriffe verschiedener kryptographischer Wahlverfahren
- beurteilt die Eigenschaften sowie Vor- und Nachteile verschiedener kryptographischer Wahlverfahren
- kennt und versteht die Primitive für kryptographische Wahlverfahren und kombiniert sie zu größeren Systemen
- kennt und versteht die grundlegenden Definitionen und Sicherheitsbegriffe für Wahlverfahren und wendet sie an
- schätzt die Sicherheitsanforderungen einer Wahl ein, erkennt und bewertet Angriffspotentiale und Sicherheitsmaßnahmen

#### Inhalt

Die Lehrveranstaltung gibt einen ausführlichen Überblick über aktuelle kryptographische Wahlverfahren sowohl für Präsenzwahlen als auch für Fernwahlen (Briefwahl und Internetwahl).

Module / Vertiefungsfach 1 / Theoretische Grundlagen / Algorithmentechnik / Kryptographie und Sicherheit / Pflichtmodule / Wahlpflichtmodule /

- Es werden notwendige kryptographische Primitive wie Commitments, homomorphe Verschlüsselungsverfahren, Mix-Netze und Zero-Knowledge Beweise behandelt.
- Die Vorlesung präsentiert und erläutert gängige Sicherheitsbegriffe für kryptographische Wahlverfahren.
- Im Rahmen der Veranstaltung werden die Anforderungen an eine Wahl, insbesondere in Hinblick auf die Unterschiede zwischen Fernwahl und Präsenzwahl, diskutiert. Daraus werden Angriffsszenarien entwickelt und mit den Sicherheitseigenschaften der einzelnen Verfahren sowie den etablierten Sicherheitsbegriffen verglichen.

### **Empfehlungen**

Siehe Teilleistung.

### 1.2.3.2.4 M-INFO-100743 Digitale Signaturen

<b>Leistungspunkte:</b>	3	<b>Modulturnus:</b>
<b>Moduldauer:</b>	1 Semester	<b>Unterrichtssprache:</b>
<b>Auslaufend:</b>	Nein	<b>Gültig bis:</b>
<b>Curriculare Verankerung:</b>	Wahlpflicht in Wahlpflichtmodule	
<b>Modulverantwortliche:</b>	Dennis Hofheinz	

#### Teilleistungen

Pflichtbestandteile	LP	Verantwortliche
Digitale Signaturen(S.371)	3	Dennis Hofheinz

#### Voraussetzungen

Keine

#### Erfolgskontrolle

None

#### Lernziele

#### Inhalt

#### Empfehlungen

### 1.2.3.2.5 M-INFO-100823 Signale und Codes

<b>Leistungspunkte:</b>	03,00	<b>Modulturnus:</b>
<b>Moduldauer:</b>	1 Semester	<b>Unterrichtssprache:</b>
<b>Auslaufend:</b>	Nein	<b>Gültig bis:</b>
<b>Curriculare Verankerung:</b>	Wahlpflicht in Wahlpflichtmodule	
<b>Modulverantwortliche:</b>	Jörn Müller-Quade	

#### Teilleistungen

Pflichtbestandteile	LP	Verantwortliche
Signale und Codes(S.417)	03,00	Jörn Müller-Quade

#### Voraussetzungen

Siehe Teilleistung.

#### Erfolgskontrolle

Siehe Teilleistung.

#### Lernziele

Der/Die Studierende

- kennt und versteht die Methoden der Signal- und Codierungstheorie;
- beurteilt verschiedene Qualitätsmerkmale und Parameter von Codes;
- beurteilt die praktische Bedeutung von theoretischen Schranken für Codes;
- analysiert gegebene Systeme und passt sie an veränderte Rahmenbedingungen an.

#### Inhalt

Diese Vorlesung beschäftigt sich mit der Signalverarbeitung und *Kanalcodierung*. Es wird untersucht, wie Signale gegen zufällige Störungen, die auf den Übertragungskanal einwirken, gesichert werden können. In der Signaltheorie werden Quellcodierung und der Satz von Shannon behandelt. Bei der Codierung werden Schranken von Codes (Hamming, Gilbert-Varshamov, Singleton) vorgestellt. Neben der Codierung und Decodierung von klassischen algebraischen Codes (lineare-, zyklische-, Reed Solomon-, Goppa- und Reed Muller-Codes) werden auch verkettete Codes behandelt.

#### Empfehlungen

Siehe Teilleistung.

### 1.2.3.2.6 M-INFO-100834 Sicherheit

<b>Leistungspunkte:</b>	06,00	<b>Modulturnus:</b>
<b>Moduldauer:</b>	1 Semester	<b>Unterrichtssprache:</b>
<b>Auslaufend:</b>	Nein	<b>Gültig bis:</b>
<b>Curriculare Verankerung:</b>	Wahlpflicht in Wahlpflichtmodule	
<b>Modulverantwortliche:</b>	Jörn Müller-Quade	

#### Teilleistungen

Pflichtbestandteile	LP	Verantwortliche
Sicherheit(S.425)	06,00	

#### Voraussetzungen

Siehe Teilleistung.

#### Erfolgskontrolle

Siehe Teilleistung.

#### Lernziele

Der /die Studierende

- kennt die theoretischen Grundlagen sowie grundlegende Sicherheitsmechanismen aus der Computersicherheit und der Kryptographie,
- versteht die Mechanismen der Computersicherheit und kann sie erklären,
- liest und versteht aktuelle wissenschaftliche Artikel,
- beurteilt die Sicherheit gegebener Verfahren und erkennt Gefahren,
- wendet Mechanismen der Computersicherheit in neuem Umfeld an.

#### Inhalt

- Theoretische und praktische Aspekte der Computersicherheit
- Erarbeitung von Schutzzielen und Klassifikation von Bedrohungen
- Vorstellung und Vergleich verschiedener formaler Access-Control-Modelle
- Formale Beschreibung von Authentifikationssystemen, Vorstellung und Vergleich verschiedener Authentifikationsmethoden (Kennworte, Biometrie, Challenge-Response-Protokolle)
- Analyse typischer Schwachstellen in Programmen und Web-Applikationen sowie Erarbeitung geeigneter Schutzmassnahmen/Vermeidungsstrategien
- Einführung in Schlüsselmanagement und Public-Key-Infrastrukturen
- Vorstellung und Vergleich gängiger Sicherheitszertifizierungen

Module / Vertiefungsfach 1 / Theoretische Grundlagen / Algorithmentechnik / Kryptographie und Sicherheit / Pflichtmodule / Wahlpflichtmodule /

- Blockchiffren, Hashfunktionen, elektronische Signatur, Public-Key-Verschlüsselung bzw. digitale Signatur (RSA, ElGamal) sowie verschiedene Methoden des Schlüsselaustauschs (z.B. Diffie-Hellman)
- Einführung in beweisbare Sicherheit mit einer Vorstellung der grundlegenden Sicherheitsbegriffe (wie IND-CCA)
- Darstellung von Kombinationen kryptographischer Bausteine anhand aktuell eingesetzter Protokolle wie Secure Shell (SSH) und Transport Layer Security (TLS)

### **Empfehlungen**

### 1.2.3.2.7 M-INFO-100836 Ausgewählte Kapitel der Kryptographie

<b>Leistungspunkte:</b>	03,00	<b>Modulturnus:</b>
<b>Moduldauer:</b>	1 Semester	<b>Unterrichtssprache:</b>
<b>Auslaufend:</b>	Nein	<b>Gültig bis:</b>
<b>Curriculare Verankerung:</b>	Wahlpflicht in Wahlpflichtmodule	
<b>Modulverantwortliche:</b>	Jörn Müller-Quade	

#### Teilleistungen

Pflichtbestandteile	LP	Verantwortliche
Ausgewählte Kapitel der Kryptographie(S.426)	03,00	Jörn Müller-Quade

#### Voraussetzungen

Siehe Teilleistung.

#### Erfolgskontrolle

Siehe Teilleistung.

#### Lernziele

Der/die Studierende

- kennt Anwendungen von kryptographischen Methoden, die über eine reine Verschlüsselung hinausgehen;
- kennt und versteht kryptographische Grundbausteine für größere Sicherheitsanwendungen;
- versteht und beurteilt die Schwierigkeiten, die bei der Komposition (dem modularen Entwurf) von Sicherheitsanwendungen auftreten;
- versteht die neueren Techniken, die einen modulareren Entwurf ermöglichen, und kann sie anwenden.

#### Inhalt

- Grundlegende Sicherheitsprotokolle wie Fairer Münzwurf über Telefon, Byzantine Agreement, Holländische Blumenauktionen, Zero Knowledge
- Bedrohungsmodelle und Sicherheitsdefinitionen
- Modularer Entwurf und Protokollkomposition
- Sicherheitsdefinitionen über Simulierbarkeit
- Universelle Komponierbarkeit
- Abstreitbarkeit als zusätzliche Sicherheitseigenschaft
- Elektronische Wahlen

Module / Vertiefungsfach 1 / Theoretische Grundlagen / Algorithmentechnik / Kryptographie und Sicherheit / Pflichtmodule / Wahlpflichtmodule /

**Empfehlungen**

### 1.2.3.2.8 M-INFO-100853 Symmetrische Verschlüsselungsverfahren

<b>Leistungspunkte:</b>	03,00	<b>Modulturnus:</b>
<b>Moduldauer:</b>	1 Semester	<b>Unterrichtssprache:</b>
<b>Auslaufend:</b>	Nein	<b>Gültig bis:</b>
<b>Curriculare Verankerung:</b>	Wahlpflicht in Wahlpflichtmodule	
<b>Modulverantwortliche:</b>	Jörn Müller-Quade	

#### Teilleistungen

Pflichtbestandteile	LP	Verantwortliche
Symmetrische Verschlüsselungsverfahren(S.436)	03,00	Jörn Müller-Quade

#### Voraussetzungen

Siehe Teilleistung.

#### Erfolgskontrolle

Siehe Teilleistung.

#### Lernziele

Der /die Studierende

- kennt die wichtigsten Algorithmen und Bausteine bei symmetrischer Verschlüsselung;
- kennt und versteht die wichtigsten Angriffsmethoden auf symmetrische Verschlüsselungsverfahren;
- beurteilt die Sicherheit gegebener Verfahren und erkennt Gefahren.

#### Inhalt

Diese Veranstaltung vermittelt die theoretischen und praktischen Aspekte der symmetrischen Kryptographie. Im Einzelnen werden behandelt:

- Historische Chiffren, soweit sie für die Beurteilung der Sicherheit von aktuell eingesetzten Chiffren hilfreich sind.
- Blockchiffren und die bekanntesten Angriffsmethoden (differentielle und lineare Analyse, meet-in-the-middle-Angriffe, slide attacks).
- Hash-Funktionen - hier stehen Angriffe im Vordergrund und die dadurch eröffneten Möglichkeiten aus „unsinnigen Kollisionen" Signaturen von sinnvollen Nachrichten zu fälschen.
- Sicherheitsbegriffe für symmetrische Verschlüsselungsverfahren und deren Betriebsmodi.

#### Empfehlungen

Module / Vertiefungsfach 1 / Theoretische Grundlagen / Algorithmentechnik / Kryptographie und Sicherheit / Pflichtmodule / Wahlpflichtmodule /

Siehe Teilleistung.

### 1.2.3.2.9 M-INFO-101558 Praktikum Kryptographie

<b>Leistungspunkte:</b>	03,00	<b>Modulturnus:</b>	
<b>Moduldauer:</b>	1 Semester	<b>Unterrichtssprache:</b>	Deutsch
<b>Auslaufend:</b>	Nein	<b>Gültig bis:</b>	
<b>Curriculare Verankerung:</b>	Wahlpflicht in Wahlpflichtmodule		
<b>Modulverantwortliche:</b>			

#### Teilleistungen

Pflichtbestandteile	LP	Verantwortliche
Praktikum Kryptographie(S.450)	03,00	Dennis Hofheinz,Jörn Müller-Quade

#### Voraussetzungen

Siehe Teilleistung

#### Erfolgskontrolle

Siehe Teilleistung

#### Lernziele

Der/Die Studierende

- kennt und versteht einfache kryptographische Protokolle und Angriff darauf,
- implementiert Protokolle im Bereich Kryptographie und Angriffe darauf in einer gängigen Programmiersprache,
- arbeitet zielorientiert in einer kleinen Gruppe an einer vorgegebenen Aufgabenstellung.

#### Inhalt

Das Praktikum behandelt verschiedene Gebiete aus der Computersicherheit und Kryptographie, die zunächst theoretisch erarbeitet und dann praktisch implementiert werden.

#### Empfehlungen

Siehe Teilleistung

### 1.2.3.2.10 M-INFO-101559 Praktikum Kryptoanalyse

<b>Leistungspunkte:</b>	03,00	<b>Modulturnus:</b>	
<b>Moduldauer:</b>	1 Semester	<b>Unterrichtssprache:</b>	Deutsch
<b>Auslaufend:</b>	Nein	<b>Gültig bis:</b>	
<b>Curriculare Verankerung:</b>	Wahlpflicht in Wahlpflichtmodule		
<b>Modulverantwortliche:</b>			

#### Teilleistungen

Pflichtbestandteile	LP	Verantwortliche
Praktikum Kryptoanalyse(S.450)	03,00	Dennis Hofheinz,Jörn Müller-Quade

#### Voraussetzungen

Siehe Teilleistung

#### Erfolgskontrolle

Siehe Teilleistung

#### Lernziele

Der/Die Studierende

- kennt und versteht einfache kryptographische Protokolle und Angriff darauf,
  - implementiert Protokolle im Bereich Kryptographie und Angriffe darauf in einer gängigen Programmiersprache,
- arbeitet zielorientiert in einer kleinen Gruppe an einer vorgegebenen Aufgabenstellung.

#### Inhalt

Das Praktikum behandelt verschiedene Gebiete aus der Computersicherheit und Kryptographie, die zunächst theoretisch erarbeitet und dann praktisch implementiert werden. Themen sind z.B.

- historische Verschlüsselungsverfahren
- Kerberos Protokoll
- Hashfunktionen
- Blockchiffren

Module / Vertiefungsfach 1 / Theoretische Grundlagen / Algorithmentchnik / Kryptographie und Sicherheit / Pflichtmodule / Wahlpflichtmodule /

- effiziente Langzahl-Arithmetik

- ElGamal Verschlüsselung/Signatur

### **Empfehlungen**

Siehe Teilleistung

### 1.2.3.2.11 M-INFO-101560 Praktikum Sicherheit

<b>Leistungspunkte:</b>	04,00	<b>Modulturnus:</b>	
<b>Moduldauer:</b>	1 Semester	<b>Unterrichtssprache:</b>	Deutsch
<b>Auslaufend:</b>	Nein	<b>Gültig bis:</b>	
<b>Curriculare Verankerung:</b>	Wahlpflicht in Wahlpflichtmodule		
<b>Modulverantwortliche:</b>			

#### Teilleistungen

Pflichtbestandteile	LP	Verantwortliche
Praktikum Sicherheit(S.451)	04,00	Dennis Hofheinz,Jörn Müller-Quade

#### Voraussetzungen

Siehe Teilleistung

#### Erfolgskontrolle

Siehe Teilleistung

#### Lernziele

Der/Die Studierende

- setzt ein vorgegebenes Thema der IT-Sicherheit um und implementiert es prototypisch,
- erörtert, präsentiert und verteidigt fachspezifische Argumente innerhalb einer vorgegebenen Aufgabenstellung;
- organisiert die Erarbeitung eine Ausarbeitung weitestgehend selbstständig

#### Inhalt

Das Praktikum behandelt verschiedene Themen aus der IT-Sicherheit, das zunächst theoretisch erarbeitet und dann prototypisch implementiert wird. Themen kommen z.B. aus den Bereichen

- Smart Home
- Datenschutz
- Anonmisierung
- Kameraüberwachung

Module / Vertiefungsfach 1 / Theoretische Grundlagen / Algorithmentechnik / Kryptographie und Sicherheit / Pflichtmodule / Wahlpflichtmodule /

**Empfehlungen**

### 1.2.3.2.12 M-INFO-101561 Seminar Kryptographie

<b>Leistungspunkte:</b>	03,00	<b>Modulturnus:</b>	
<b>Moduldauer:</b>	1 Semester	<b>Unterrichtssprache:</b>	Deutsch
<b>Auslaufend:</b>	Nein	<b>Gültig bis:</b>	
<b>Curriculare Verankerung:</b>	Wahlpflicht in Wahlpflichtmodule		
<b>Modulverantwortliche:</b>			

#### Teilleistungen

Pflichtbestandteile	LP	Verantwortliche
Seminar Kryptographie(S.451)	03,00	Dennis Hofheinz,Jörn Müller-Quade

#### Voraussetzungen

Siehe Teilleistung

#### Erfolgskontrolle

Siehe Teilleistung

#### Lernziele

Der/Die Studierende

- versteht ein abgegrenztes Problem im Bereich Kryptographie;
- analysiert und diskutiert die Probleme aus dem Bereich Kryptographie im Rahmen der Seminar-Ausarbeitung;
- erörtert, präsentiert und verteidigt fachspezifische Argumente innerhalb einer vorgegebenen Aufgabenstellung;
- organisiert die Erarbeitung einer Seminararbeit weitestgehend selbstständig.

#### Inhalt

Das Seminar behandelt wechselnde aktuelle Themen aus dem Forschungsgebiet der Kryptographie. Dies sind z.B.

- kryptographische Protokolle;
- beweisbare Sicherheit;
- Neue Public-Key Verfahren;

#### Empfehlungen

Module / Vertiefungsfach 1 / Theoretische Grundlagen / Algorithmentechnik / Kryptographie und Sicherheit / Pflichtmodule / Wahlpflichtmodule /

Siehe Teilleistung

### 1.2.3.2.13 M-INFO-101562 Seminar Sicherheit

<b>Leistungspunkte:</b>	03,00	<b>Modulturnus:</b>	
<b>Moduldauer:</b>	1 Semester	<b>Unterrichtssprache:</b>	Deutsch
<b>Auslaufend:</b>	Nein	<b>Gültig bis:</b>	
<b>Curriculare Verankerung:</b>	Wahlpflicht in Wahlpflichtmodule		
<b>Modulverantwortliche:</b>			

#### Teilleistungen

Pflichtbestandteile	LP	Verantwortliche
Seminar Sicherheit(S.452)	03,00	Dennis Hofheinz,Jörn Müller-Quade

#### Voraussetzungen

Siehe Teilleistung

#### Erfolgskontrolle

Siehe Teilleistung

#### Lernziele

Der/Die Studierende

- versteht ein abgegrenztes Problem im Bereich der IT-Sicherheit;
- analysiert und diskutiert die Probleme aus einem speziellen Bereich im Rahmen der Seminar-Ausarbeitung;
- erörtert, präsentiert und verteidigt fachspezifische Argumente innerhalb einer vorgegebenen Aufgabenstellung;
- organisiert die Erarbeitung einer Seminararbeit weitestgehend selbstständig

#### Inhalt

Das Seminar behandelt wechselnde aktuelle Themen aus dem Forschungsgebiet der Computersicherheit. Dies sind z.B.

- Seitenkanal Angriffe
- Netzwerksicherheit;

Module / Vertiefungsfach 1 / Theoretische Grundlagen / Algorithmentechnik / Kryptographie und Sicherheit / Pflichtmodule / Wahlpflichtmodule /

- Kommunikationsprotokolle;

### **Empfehlungen**

Siehe Teilleistung

1.2.3.2.14 M-INFO-101575 Komplexitätstheorie, mit Anwendungen in der Kryptographie

<b>Leistungspunkte:</b>	06,00	<b>Modulturnus:</b>	
<b>Moduldauer:</b>	1 Semester	<b>Unterrichtssprache:</b>	Deutsch
<b>Auslaufend:</b>	Nein	<b>Gültig bis:</b>	
<b>Curriculare Verankerung:</b>	Wahlpflicht in Wahlpflichtmodule		
<b>Modulverantwortliche:</b>			

### Teilleistungen

Pflichtbestandteile	LP	Verantwortliche
Komplexitätstheorie, mit Anwendungen in der Kryptographie(S.453)	06,00	Dennis Hofheinz,Jörn Müller-Quade

#### Voraussetzungen

Siehe Teilleistung

#### Erfolgskontrolle

Siehe Teilleistung

#### Lernziele

Der /die Studierende

- kennt die theoretischen Grundlagen der Komplexitätsanalyse eines Problems oder Algorithmus,
- versteht und erklärt die Struktur gängiger Komplexitätsklassen wie P, NP, oder BPP,
- kann die asymptotische Komplexität eines gegebenen Problems einschätzen.

#### Inhalt

Was ist ein "effizienter" Algorithmus? Kann jede algorithmische Aufgabe effizient gelöst werden? Oder gibt es inhärent schwierige Probleme? Die Komplexitätstheorie stellt eine streng mathematische Grundlage für die Diskussion dieser Fragen bereit. In dieser Vorlesung behandelte Themen sind

- Maschinenmodell, Laufzeit- und Speicherkomplexität, Separationen,
- Nichtdeterminismus, Reduktionen, Vollständigkeit,
- die polynomiale Hierarchie,
- Probabilismus, Einwegfunktionen,
- Alternierung, interaktive Beweise, Zero-Knowledge.

Module / Vertiefungsfach 1 / Theoretische Grundlagen / Algorithmentechnik / Kryptographie und Sicherheit / Pflichtmodule / Wahlpflichtmodule /

Diese Themen werden mit praktischen Beispielen illustriert. Die Vorlesung gibt einen Ausblick auf Anwendungen der Komplexitätstheorie, insbesondere auf dem Gebiet der Kryptographie.

### **Empfehlungen**

Siehe Teilleistung

## 1.2.4 Betriebssysteme

### 1.2.4.1 Pflichtmodule

### 1.2.4.2 Wahlpflichtmodule

#### 1.2.4.2.1 M-INFO-100804 Power Management

<b>Leistungspunkte:</b>	03,00	<b>Modulturnus:</b>
<b>Moduldauer:</b>	1 Semester	<b>Unterrichtssprache:</b>
<b>Auslaufend:</b>	Nein	<b>Gültig bis:</b>
<b>Curriculare Verankerung:</b>	Wahlpflicht in Wahlpflichtmodule	
<b>Modulverantwortliche:</b>	Frank Bellosa	

#### Teilleistungen

Pflichtbestandteile	LP	Verantwortliche
Power Management(S.405)	03,00	Frank Bellosa

#### Voraussetzungen

Siehe Teilleistung.

#### Erfolgskontrolle

Siehe Teilleistung.

#### Lernziele

Studierende beschreiben die grundlegenden Mechanismen und Strategien zur Verwaltung der Ressource Energie in Rechnersystemen. Die verschiedenen Möglichkeiten, welche die Hardware bietet, um den Energieverbrauch zu beeinflussen, können die Studierenden einordnen und hinsichtlich ihrer Einsatzfähigkeit in Betriebssystemen bewerten. Studierende können Informationen über Energiezustände und Energieverbrauch der Hardware ermitteln und den Energieverbrauch dem jeweiligen Verursacher, z.B. einzelnen Anwendungen und Diensten, zuordnen.

#### Inhalt

Module / Vertiefungsfach 1 / Theoretische Grundlagen / Algorithmentechnik / Kryptographie und Sicherheit / Betriebssysteme / Pflichtmodule / Wahlpflichtmodule /

Studierende können die Auswirkung von Drosselungsmechanismen der CPU bzgl. Energieeffizienz, Leistungsaufnahme und Integrationsfähigkeit in das Betriebssystem bewerten. Sie modellieren den Energieverbrauch eines Rechners und leiten die Hitzeentwicklung daraus ab.

Studierende beschreiben die Stromsparmechanismen von Speicherkomponenten und bewerten die Auswirkungen der Speicherallokation auf den Energieverbrauch.

Studierende beschreiben die Energieeigenschaften von Batterien und bewerten Einplanungsverfahren hinsichtlich ihrer Auswirkungen auf die effektive Batteriekapazität.

Studierende gliedern die Strukturen einer architekturneutralen Schnittstelle zu Mechanismen der Speicherverwaltung und bewerten ihren Einsatz in skalierbaren Systemen.

### **Empfehlungen**

Siehe Teilleistung.

### 1.2.4.2.2 M-INFO-100805 Microkernel Construction

<b>Leistungspunkte:</b>	03,00	<b>Modulturnus:</b>
<b>Moduldauer:</b>	1 Semester	<b>Unterrichtssprache:</b>
<b>Auslaufend:</b>	Nein	<b>Gültig bis:</b>
<b>Curriculare Verankerung:</b>	Wahlpflicht in Wahlpflichtmodule	
<b>Modulverantwortliche:</b>	Frank Bellosa	

#### Teilleistungen

Pflichtbestandteile	LP	Verantwortliche
Microkernel Construction(S.405)	03,00	Frank Bellosa

#### Voraussetzungen

Siehe Teilleistung.

#### Erfolgskontrolle

Siehe Teilleistung.

#### Lernziele

Die Studierenden beurteilen Algorithmen und Datenstrukturen zum Bau eines Microkerns hinsichtlich der Seiteneffekte, die durch Cache- und TLB-Misses, Adressraumwechsel und Unterbrechungen hervorgerufen werden.

Die Studierenden können wesentlichen Abstraktionen und Mechanismen identifizieren und Implementierungsabsätze bewerten.

#### Inhalt

Die Studierenden beurteilen alle Arten von Interprozesskommunikation (synchron, asynchron, mapping). Sie bauen hierarchische Adressraumstrukturen auf und kontrollieren den Informationsfluss in einem Multi-Server-Systems. Die Studierenden abstrahieren mit Threads vom Prozessor und planen die Aktivitätsträger nach unterschiedlichen Gesichtspunkten ein. Die Studierenden vergleichen die möglichen Datenstrukturen zur Adressraumverwaltung und Unterbrechungsbehandlung in Multicore-Systemen.

#### Empfehlungen

Siehe Teilleistung.

### 1.2.4.2.3 M-INFO-100807 Low Power Design

<b>Leistungspunkte:</b>	03,00	<b>Modulturnus:</b>
<b>Moduldauer:</b>	1 Semester	<b>Unterrichtssprache:</b>
<b>Auslaufend:</b>	Nein	<b>Gültig bis:</b>
<b>Curriculare Verankerung:</b>	Wahlpflicht in Wahlpflichtmodule	
<b>Modulverantwortliche:</b>	Jörg Henkel	

#### Teilleistungen

Pflichtbestandteile	LP	Verantwortliche
Low Power Design(S.407)	03,00	Jörg Henkel

#### Voraussetzungen

Siehe Teilleistung

#### Erfolgskontrolle

Siehe Teilleistung

#### Lernziele

Die Studierenden erlernen für alle Ebenen des Entwurfs Eingebetteter Systeme die Berücksichtigung energie- sparerer Maßnahmen bei gleichzeitiger Erhaltung der Rechenleistung. Nach Abschluss der Vorlesung ist der Student/die Studentin in der Lage, den problematischen Energieverbrauch zu erkennen und Maßnahmen zu dessen Beseitigung zu ergreifen.

#### Inhalt

Beim Entwurf von On-Chip-Systemen ist heutzutage der Leistungsverbrauch das wichtigste Kriterium. Während andere Entwurfskriterien wie z.B. Performanz früher maßgeblich waren, ist es heute unerlässlich, auf den Leistungsverbrauch hin zu optimieren, da dies der limitierende Faktor ist. Tatsächlich hat der Leistungsverbrauch im letzten Jahrzehnt vieles verändert: die Tatsache, dass es heute Multi-Core Chips anstatt von Single-Core Chips gibt, ist eine direkte Folge des Leistungsverbrauchs. Leistungsverbrauch ist dabei keineswegs nur eine Frage von Hardware, sondern wird auch entscheidend durch die Software und das Betriebssystem bestimmt. Die Vorlesung ist deshalb unverzichtbar für alle, die sich mit On-Chip Systemen auf Hardware-, Software- und Betriebssystemebene beschäftigen.

Die Vorlesung gibt deshalb einen Überblick über Entwurfsverfahren, Syntheseverfahren,

Schätzverfahren, Softwaretechniken, Betriebssystemstrategien, Schedulingverfahren usw., mit dem Ziel, den Leistungsverbrauch von On-Chip Systemen eingebetteter Systeme zu minimieren unter gleichzeitiger Beibehaltung der geforderten Performance. Sowohl forschungsrelevante als auch bereits etablierte (d.h.

Module / Vertiefungsfach 1 / Theoretische Grundlagen / Algorithmentechnik / Kryptographie und Sicherheit / Betriebssysteme / Pflichtmodule / Wahlpflichtmodule /

in Produkten implementierte) Techniken auf verschiedenen Abstraktionsebenen (vom Schaltkreis zum System) werden in der Vorlesung behandelt.

### **Empfehlungen**

Siehe Teilleistung

#### 1.2.4.2.4 M-INFO-100818 Rechnerstrukturen

<b>Leistungspunkte:</b>	06,00	<b>Modulturnus:</b>
<b>Moduldauer:</b>	1 Semester	<b>Unterrichtssprache:</b>
<b>Auslaufend:</b>	Nein	<b>Gültig bis:</b>
<b>Curriculare Verankerung:</b>	Wahlpflicht in Wahlpflichtmodule	
<b>Modulverantwortliche:</b>	Jörg Henkel,Wolfgang Karl	

#### Teilleistungen

Pflichtbestandteile	LP	Verantwortliche
Rechnerstrukturen(S.414)	06,00	Jörg Henkel,Wolfgang Karl

#### Voraussetzungen

Siehe Teilleistung

#### Erfolgskontrolle

Siehe Teilleistung

#### Lernziele

Die Lehrveranstaltung soll die Studierenden in die Lage versetzen,

- grundlegendes Verständnis über den Aufbau, die Organisation und das Operationsprinzip von Rechnersystemen zu erwerben,
- aus dem Verständnis über die Wechselwirkungen von Technologie, Rechnerkonzepten und Anwendungen die grundlegenden Prinzipien des Entwurfs nachvollziehen und anwenden zu können,
- Verfahren und Methoden zur Bewertung und Vergleich von Rechensystemen anwenden zu können,
- grundlegendes Verständnis über die verschiedenen Formen der Parallelverarbeitung in Rechnerstrukturen zu erwerben.

Insbesondere soll die Lehrveranstaltung die Voraussetzung liefern, vertiefende Veranstaltungen über eingebettete Systeme, moderne Mikroprozessorarchitekturen, Parallelrechner, Fehlertoleranz und Leistungsbewertung zu besuchen und aktuelle Forschungsthemen zu verstehen.

#### Inhalt

Der Inhalt umfasst:

- Einführung in die Rechnerarchitektur

Module / Vertiefungsfach 1 / Theoretische Grundlagen / Algorithmentechnik / Kryptographie und Sicherheit / Betriebssysteme / Pflichtmodule / Wahlpflichtmodule /

- Grundprinzipien des Rechnerentwurfs: Kompromissfindung zwischen Zielsetzungen, Randbedingungen, Gestaltungsgrundsätzen und Anforderungen
- Leistungsbewertung von Rechensystemen
- Parallelismus auf Maschinenbefehlsebene: Superskalartechnik, spekulative Ausführung, Sprungvorhersage, VLIW-Prinzip, mehrfädige Befehlsausführung
- Parallelrechnerkonzepte, speichergekoppelte Parallelrechner (symmetrische Multiprozessoren, Multiprozessoren mit verteiltem gemeinsamem Speicher), nachrichtenorientierte Parallelrechner, Multicore-Architekturen, parallele Programmiermodelle
- Verbindungsnetze (Topologien, Routing)
- Grundlagen der Vektorverarbeitung, SIMD, Multimedia-Verarbeitung
- Energie-effizienter Entwurf
- Grundlagen der Fehlertoleranz, Zuverlässigkeit, Verfügbarkeit, Sicherheit

### **Empfehlungen**

Siehe Teilleistung

### 1.2.4.2.5 M-INFO-100832 Systementwurf und Implementierung

<b>Leistungspunkte:</b>	03,00	<b>Modulturnus:</b>
<b>Moduldauer:</b>	1 Semester	<b>Unterrichtssprache:</b>
<b>Auslaufend:</b>	Nein	<b>Gültig bis:</b>
<b>Curriculare Verankerung:</b>	Wahlpflicht in Wahlpflichtmodule	
<b>Modulverantwortliche:</b>	Frank Bellosa	

#### Teilleistungen

Pflichtbestandteile	LP	Verantwortliche
Systementwurf und Implementierung(S.423)	03,00	Frank Bellosa

#### Voraussetzungen

Siehe Teilleistung.

#### Erfolgskontrolle

Siehe Teilleistung.

#### Lernziele

Der Studierende plant die Schritte zum Entwurf und zur Implementierung von modular aufgebauten Betriebssystemen. Er kann die Auswirkungen der verstärkten Modularisierung des Betriebssystems analysieren. Dabei kann er seine Kenntnisse der Vorteile (größerer Schutz, erhöhte Stabilität, verbesserte Anpassungsfähigkeit, etc.) als auch Probleme der Modularisierung, (erhöhter Kommunikationsaufwand, unflexiblere Schnittstellen, Leistungseinbußen, etc.) einsetzen. Der Studierende ist mit dem gegenwärtigen Stand der Forschung über modulare Betriebssysteme vertraut und kann dieses Wissen zur Analyse von Ansätzen wie Virtualisierungsumgebungen oder Mikrokernsysteme einsetzen.

#### Inhalt

Die Studierenden analysieren die folgenden Aspekte eines modularen Systems:

- Kernel-Schnittstellen
- Namensgebung
- Dateisysteme
- Ablaufplanung
- Virtuelle Speicherverwaltung
- Gerätetreiber
- Interface Definition

#### Empfehlungen

Module / Vertiefungsfach 1 / Theoretische Grundlagen / Algorithmentechnik / Kryptographie und Sicherheit / Betriebssysteme / Pflichtmodule / Wahlpflichtmodule /

Siehe Teilleistung.

### 1.2.4.2.6 M-INFO-100849 Advanced Operating Systems

<b>Leistungspunkte:</b>	06,00	<b>Modulturnus:</b>
<b>Moduldauer:</b>	1 Semester	<b>Unterrichtssprache:</b>
<b>Auslaufend:</b>	Nein	<b>Gültig bis:</b>
<b>Curriculare Verankerung:</b>	Wahlpflicht in Wahlpflichtmodule	
<b>Modulverantwortliche:</b>	Frank Bellosa	

#### Teilleistungen

Pflichtbestandteile	LP	Verantwortliche
Advanced Operating Systems(S.434)	06,00	Frank Bellosa

#### Voraussetzungen

Siehe Teilleistung.

#### Erfolgskontrolle

Siehe Teilleistung.

#### Lernziele

Studierende bewerten einflussreiche wissenschaftliche Veröffentlichungen aus dem Bereiche Betriebssysteme und beurteilen deren Qualität nach den Kriterien Relevanz, Neuigkeit, Design, Evaluation und Darstellung.

Studierende diskutieren in moderierter Runde ihre Gutachten.

#### Inhalt

Alle Gebiete der Betriebssystemforschung werden berücksichtigt wie Einplanungsverfahren, Speicherverwaltung, Hintergrundspeicher, Ein-/Ausgabe und Virtualisierung.

#### Empfehlungen

Siehe Teilleistung.

### 1.2.4.2.7 M-INFO-100867 Virtuelle Systeme

<b>Leistungspunkte:</b>	03,00	<b>Modulturnus:</b>	
<b>Moduldauer:</b>	1 Semester	<b>Unterrichtssprache:</b>	Deutsch
<b>Auslaufend:</b>	Nein	<b>Gültig bis:</b>	
<b>Curriculare Verankerung:</b>	Wahlpflicht in Wahlpflichtmodule		
<b>Modulverantwortliche:</b>	Frank Bellosa		

#### Teilleistungen

Pflichtbestandteile	LP	Verantwortliche
Virtuelle Systeme(S.441)	3,0	

#### Voraussetzungen

Siehe Teilleistung.

#### Erfolgskontrolle

Siehe Teilleistung.

#### Lernziele

Studierende bewerten einflussreiche wissenschaftliche Veröffentlichungen aus dem Bereich der Virtuellen Systeme und beurteilen deren Qualität nach den Kriterien Relevanz, Neuigkeit, Design, Evaluation und Darstellung.

Studierende diskutieren in moderierter Runde ihre Gutachten.

#### Inhalt

Alle Gebiete der virtuellen Systeme werden berücksichtigt wie Virtuelle Maschinen, Emulation und Interpretation, Simulation, Aufzeichnung und Wiedergabe.

#### Empfehlungen

Siehe Teilleistung.

### 1.2.4.2.8 M-INFO-101538 Seminar: Betriebssysteme für Fortgeschrittene

<b>Leistungspunkte:</b>	03,00	<b>Modulturnus:</b>	
<b>Moduldauer:</b>	1 Semester	<b>Unterrichtssprache:</b>	Deutsch
<b>Auslaufend:</b>	Nein	<b>Gültig bis:</b>	
<b>Curriculare Verankerung:</b>	Wahlpflicht in Wahlpflichtmodule		
<b>Modulverantwortliche:</b>			

### Teilleistungen

Pflichtbestandteile	LP	Verantwortliche
Seminar: Betriebssysteme für Fortgeschrittene(S.447)	03,00	Frank Bellosa

#### Voraussetzungen

Siehe Teilleistung

#### Erfolgskontrolle

Siehe Teilleistung

#### Lernziele

Studierende bewerten einflussreiche wissenschaftliche Veröffentlichungen aus dem Bereiche Betriebssysteme und beurteilen deren Qualität nach den Kriterien Relevanz, Neuigkeit, Design, Evaluation und Darstellung.

Studierende diskutieren in moderierter Runde ihre Gutachten.

#### Inhalt

Das Seminar widmet sich dem Stand des Wissens in klassischen Gebieten der Betriebssystemforschung.

#### Empfehlungen

### 1.2.4.2.9 M-INFO-101539 Seminar: Systemaspekte des Cloud Computing

<b>Leistungspunkte:</b>	03,00	<b>Modulturnus:</b>	
<b>Moduldauer:</b>	1 Semester	<b>Unterrichtssprache:</b>	Deutsch
<b>Auslaufend:</b>	Nein	<b>Gültig bis:</b>	
<b>Curriculare Verankerung:</b>	Wahlpflicht in Wahlpflichtmodule		
<b>Modulverantwortliche:</b>			

#### Teilleistungen

Pflichtbestandteile	LP	Verantwortliche
Seminar: Systemaspekte des Cloud Computing(S.448)	03,00	Frank Bellosa

#### Voraussetzungen

Siehe Teilleistung

#### Erfolgskontrolle

Siehe Teilleistung

#### Lernziele

Die Studierenden analysieren und präsentieren wissenschaftliche Arbeiten auf dem Gebiet der systemnahen Software im Cloud Computing.

Mit dem Besuch der Seminarveranstaltungen werden neben Techniken des wissenschaftlichen Arbeitens auch Schlüsselqualifikationen integrativ vermittelt

#### Inhalt

Das Seminar widmet sich system-relevanten Themen des Cloud Computing.

#### Empfehlungen

### 1.2.4.2.10 M-INFO-101540 Seminar: Betriebssysteme

<b>Leistungspunkte:</b>	03,00	<b>Modulturnus:</b>	
<b>Moduldauer:</b>	1 Semester	<b>Unterrichtssprache:</b>	Deutsch
<b>Auslaufend:</b>	Nein	<b>Gültig bis:</b>	
<b>Curriculare Verankerung:</b>	Wahlpflicht in Wahlpflichtmodule		
<b>Modulverantwortliche:</b>			

#### Teilleistungen

Pflichtbestandteile	LP	Verantwortliche
Seminar: Betriebssysteme(S.448)	03,0	Frank Bellosa

#### Voraussetzungen

Siehe Teilleistung

#### Erfolgskontrolle

Siehe Teilleistung

#### Lernziele

Die Studierenden analysieren und präsentieren wissenschaftliche Arbeiten auf dem Gebiet der Betriebssysteme.

Mit dem Besuch der Seminarveranstaltungen werden neben Techniken des wissenschaftlichen Arbeitens auch Schlüsselqualifikationen integrativ vermittelt.

#### Inhalt

Das Seminar widmet sich einem aktuellen Gebiet der Betriebssystemforschung.

#### Empfehlungen

### 1.2.4.2.11 M-INFO-101541 Praktikum Systementwurf und Implementierung

<b>Leistungspunkte:</b>	06,00	<b>Modulturnus:</b>	
<b>Moduldauer:</b>	1 Semester	<b>Unterrichtssprache:</b>	Deutsch
<b>Auslaufend:</b>	Nein	<b>Gültig bis:</b>	
<b>Curriculare Verankerung:</b>	Wahlpflicht in Wahlpflichtmodule		
<b>Modulverantwortliche:</b>			

#### Teilleistungen

Pflichtbestandteile	LP	Verantwortliche
Praktikum Systementwurf und Implementierung(S.448)	06,00	Frank Bellosa

#### Voraussetzungen

Siehe Teilleistung

#### Erfolgskontrolle

Siehe Teilleistung

#### Lernziele

Der Studierende setzt die in der Vorlesung "Systementwurf und Implementierung" [24616] erworbenen Kenntnisse um. Er entwirft und implementiert in Teamarbeit ein kleines modulares Betriebssystem von Grund auf.

Der Student setzt dafür seine vertieften Einblicke in die Systemprogrammierung ein.

#### Inhalt

Die Studierenden entwerfen Namensdienst, Dateidienst, Prozessverwaltungsdienst, Speicherverwaltung und Gerätetreiber und implementieren ihre Ansätze auf Testrechnern

#### Empfehlungen

### 1.2.4.2.12 M-INFO-101542 Power Management Praktikum

<b>Leistungspunkte:</b>	03,00	<b>Modulturnus:</b>	
<b>Moduldauer:</b>	1 Semester	<b>Unterrichtssprache:</b>	Deutsch
<b>Auslaufend:</b>	Nein	<b>Gültig bis:</b>	
<b>Curriculare Verankerung:</b>	Wahlpflicht in Wahlpflichtmodule		
<b>Modulverantwortliche:</b>			

### Teilleistungen

Pflichtbestandteile	LP	Verantwortliche
Power Management Praktikum(S.449)	03,00	Frank Bellosa

#### Voraussetzungen

Siehe Teilleistung

#### Erfolgskontrolle

Siehe Teilleistung

#### Lernziele

Der Student soll energiegelagerte Systeme von der Hardware bis zur Systemsoftware entwerfen, implementieren und analysieren können. Er kennt die Möglichkeiten, welche die Hardware bietet, um ihren Energieverbrauch zu beeinflussen, sowie die Auswirkungen einer Verbrauchsreduzierung auf die Performanz.

#### Inhalt

Inhalte:

- Entwurfsverfahren
- Syntheseverfahren
- Schätzverfahren
- Betriebssystemstrategien

#### Empfehlungen

## 1.2.5 Parallelverarbeitung

### 1.2.5.1 Pflichtmodule

### 1.2.5.2 Wahlpflichtmodule

#### 1.2.5.2.1 M-INFO-100749 Introduction to Bioinformatics for Computer Scientists

<b>Leistungspunkte:</b>	03,00	<b>Modulturnus:</b>
<b>Moduldauer:</b>	1 Semester	<b>Unterrichtssprache:</b>
<b>Auslaufend:</b>	Nein	<b>Gültig bis:</b>
<b>Curriculare Verankerung:</b>	Wahlpflicht in Wahlpflichtmodule	
<b>Modulverantwortliche:</b>	Alexandros Stamatakis	

### Teilleistungen

Pflichtbestandteile	LP	Verantwortliche
Introduction to Bioinformatics for Computer Scientists(S.374)	03,00	Alexandros Stamatakis

#### Voraussetzungen

Siehe Teilleistung

#### Erfolgskontrolle

Siehe Teilleistung

#### Lernziele

Die Studierenden haben eine umfassende Kenntnis der Standardmethoden, Algorithmen, theoretischen Grundlagen und der offenen Probleme im Bereich der sequenzbasierten Bioinformatik (biologische Grundlagen, sequence assembly, paarweises Sequenzalignment, multiples Sequenzalignment, Stammbaumrekonstruktion unter Parsimony, Likelihood, und Bayesianischen Modellen, Coalescent Inference in der Populationsgenetik).

Sie können Algorithmen sowie Probleme einordnen und bewerten.

Sie können für eine gegebene Problemstellung geeignete Modelle und Verfahren auswählen und deren Wahl begründen. Die Teilnehmer können Analysepipelines zur biologischen Datenanalyse entwerfen.

### **Inhalt**

Zunächst werden einige grundlegende Begriffe und Mechanismen der Biologie eingeführt. Im Anschluss werden Algorithmen und Modelle aus den Bereichen der Sequenzanalyse (sequenzalignment, dynamische programmierung, sequence assembly), der Populationsgenetik (coalescent theory), und diskrete sowie numerische Algorithmen zur Berechnung molekularer Stammbäume (parsimony, likelihood, Bayesian inference) behandelt. Weiterhin werden diskrete Operationen auf Bäumen behandelt (topologische Distanzen zwischen Bäumen, Consensus-Baum Algorithmen). Ein wichtiger Bestandteil der Vorstellung aller Themengebiete wird auch die Parallelisierung und Optimierung der jeweiligen Verfahren sein

### **Empfehlungen**

Siehe Teilleistung

### 1.2.5.2.2 M-INFO-100761 Verteiltes Rechnen

<b>Leistungspunkte:</b>	04,00	<b>Modulturnus:</b>
<b>Moduldauer:</b>	1 Semester	<b>Unterrichtssprache:</b>
<b>Auslaufend:</b>	Nein	<b>Gültig bis:</b>
<b>Curriculare Verankerung:</b>	Wahlpflicht in Wahlpflichtmodule	
<b>Modulverantwortliche:</b>		

#### Teilleistungen

Pflichtbestandteile	LP	Verantwortliche
Verteiltes Rechnen(S.379)	04,00	Achim Streit

#### Voraussetzungen

Siehe Teilleistung

#### Erfolgskontrolle

Siehe Teilleistung

#### Lernziele

Studierende verstehen die Grundbegriffe verteilter Systeme, im Speziellen in den aktuellen Techniken des Grid und Cloud Computing sowie des Management großer bzw. verteilter Daten. Sie wenden zugrundeliegenden Paradigmen und Services auf gegebene Beispiel an.

Studierende analysieren Methoden und Technologien des Grid und Cloud Computing sowie verteilten Daten-Managements, die für den Einsatz in alltags- und industriellen Anwendungsgebieten geeignet sind bzw. welche heute von Google, Facebook, Amazon, etc. eingesetzt werden. Hierfür vergleichen die Studierenden Web/Grid Services, elementare Grid Funktionalitäten, Datenlebenszyklen, Metadaten, Archivierung, Cloud Service Typen (IaaS, SaaS, PaaS) und Public/Private Clouds anhand von Beispielen aus der Praxis.

#### Inhalt

Die Vorlesung „Verteiltes Rechnen“ gibt eine Einführung in die Welt des verteilten Rechnens mit einem Fokus auf Grundlagen, Technologien und Beispielen aus Grid, Cloud und dem Umgang mit Big Data.

Zuerst wird eine Einführung in die Hauptcharakteristika verteilter Systeme gegeben. Danach wird auf die Thematik Grid näher eingegangen und es werden Architektur, Grid Services, Sicherheit und Job Ausführung vorgestellt. Am Beispiel des WLCG (der Grid Infrastruktur zur Verteilung, Speicherung und Analyse der Daten des LHC-Beschleunigers am CERN) wird die enge Verwandtschaft zwischen Grid Computing und verteiltem Daten-Management dargestellt.

Module / Vertiefungsfach 1 / Theoretische Grundlagen / Algorithmentechnik / Kryptographie und Sicherheit / Betriebssysteme / Parallelverarbeitung / Pflichtmodule / Wahlpflichtmodule /

Im zweiten Teil werden Prinzipien und Werkzeuge zum Management großer bzw. verteilter Daten vorgestellt - dies schließt Datenlebenszyklus, Metadaten und Archivierung ein. Beispiele aus Wissenschaft und Industrie dienen zur Veranschaulichung. Moderne Speichersysteme wie z.B. dCache, xrootd, Ceph und HadoopFS werden als praktische Beispiele vorgestellt.

Der dritte Teil der Vorlesung geht auf das Thema Cloud ein. Nach der Definition grundlegender Begriffe und Prinzipien (IaaS, PaaS, SaaS, public vs. private Clouds), auch mittels Beispielen, wird das Thema Virtualisierung als grundlegende Technik des Cloud Computing vorgestellt. Den Abschluss bildet MapReduce als Mechanismus zur Verarbeitung und Analyse großer, verteilter Datenbestände wie es auch von Google eingesetzt wird.

## **Empfehlungen**

Siehe Teilleistung

### 1.2.5.2.3 M-INFO-100788 Multikern-Rechner und Rechnerbündel

<b>Leistungspunkte:</b>	04,00	<b>Modulturnus:</b>
<b>Moduldauer:</b>	1 Semester	<b>Unterrichtssprache:</b>
<b>Auslaufend:</b>	Nein	<b>Gültig bis:</b>
<b>Curriculare Verankerung:</b>	Wahlpflicht in Wahlpflichtmodule	
<b>Modulverantwortliche:</b>	Walter Tichy	

#### Teilleistungen

Pflichtbestandteile	LP	Verantwortliche
Multikern-Rechner und Rechnerbündel(S.395)	04,00	Walter Tichy

#### Voraussetzungen

Siehe Teilleistung.

#### Erfolgskontrolle

Siehe Teilleistung.

#### Lernziele

Studierende sind in der Lage den Begriff Parallelität zu motivieren und können Trends in der Rechnerentwicklung bzgl. Taktrate, Anzahl Transistoren und Anzahl Kerne diskutieren. Studierende sind in der Lage, Power Wall, ILP Wall, Memory Wall und die Moore'sche Regel zu definieren. Studierende können Flynn's Rechnerkategorien definieren und Beispiele dazu geben. Sie sind in der Lage, die Speicherorganisation von Parallelrechnern zu erläutern und können Multikernrechner, Rechnerbündel und Grafikprozessor definieren und vergleichen. Sie kennen die ungefähre Anzahl von Prozessoren, die der schnellste Rechner der aktuellen Top500-Liste hat.

Studierende sind in der Lage OpenMP zu beschreiben und beherrschen die Konstrukte für parallele Schleifen und Tasks. Sie kennen Konstrukte zur Synchronisation und können diese vergleichen. Studierende erkennen Probleme in einfachen OpenMP-Programmen und sind in der Lage, einfache OpenMP-Programme zu entwickeln. Sie können die Sichtbarkeit von Daten und nützliche OpenMP-Konstrukte erläutern.

Studierende können Konstrukte zum Erzeugen von Parallelität in Java beschreiben. Sie beherrschen die Konzepte kritische Abschnitte und Monitore, Warten und Benachrichtigung, Unterbrechung von Fäden, CAS und volatile. Studierende können Verklemmungen erkennen und vermeiden. Sie sind in der Lage double-checked locking zu erläutern.

Studierende sind in der Lage die Unterschiede zwischen CPU und GPU zu erklären und können die prinzipielle Funktionsweise von GPUs erläutern. Sie können die Faden- und Speicherorganisation für GPUs erklären und einfache Kerne und deren Aufrufe lesen und schreiben.

Module / Vertiefungsfach 1 / Theoretische Grundlagen / Algorithmentechnik / Kryptographie und Sicherheit / Betriebssysteme / Parallelverarbeitung / Pflichtmodule / Wahlpflichtmodule /

Studierende sind in der Lage, Zweck und grundsätzliche Operation von Transactional Memory zu erklären, insbesondere Transaktionskonzept und Compare-and-Swap (CAS). Sie verstehen die Implementierungstechnik für Software Transactional Memory (STM) und können diese erläutern. Studierende können Probleme mit STM nennen.

Studierende können theoretische Bewertungskriterien für Netze definieren und bestimmen (Grad, Durchmesser, Kantenkonnectivität, Bisektionsbreite). Sie können Netztopologien definieren, Bewertungskriterien berechnen und Routing-Regeln angeben für Bus, Ring, Torus, Hypercubus, Kreuzschienenverteiler, Mischungspermutation, Butterfly-Netz, Clos-Netz, Fattree, CBB-Netze. Studierende können praktische Bewertungskriterien für Netze definieren

(Latenz, Verzögerung, Bandbreite, Durchsatz) und Vermittlungstechniken erklären (Leitungsvermittlung, Paketvermittlung mit Varianten) sowie Techniken der Hochgeschwindigkeitskommunikation erläutern. Sie können Beispiele für Hochgeschwindigkeitsnetzwerke nennen (Myrinet, Infiniband, Gigabit-Ethernet).

Studierende sind in der Lage, die Kommunikationsmodelle klassisches Send/Receive, erweitertes Send/Receive, Methodenfernaufruf: Remote Procedure Call (RPC), (virtueller) gemeinsamer Speicher: Virtual Shared Memory und Bulk Synchronous Parallelism (BSP) zu erläutern und zu vergleichen.

Studierende können das Programmiermodell von MPI und dessen Kommunikationskonstrukte und ihre Varianten wiedergeben (Punkt-zu-Punkt, kollektive und einseitige Operationen, Kommunikatoren und virtuelle Topologien). Sie sind in der Lage, einfache MPI-Programme zu erklären und zu schreiben.

Studierende können das Maschinenmodell Parallel Random Access Machine (PRAM) erklären, kennen Speicherzugriffsvarianten und können Laufzeit, Beschleunigung, Effizienz sowie Arbeit erklären und bestimmen. Studierende kennen Sprachkonstrukte zur PRAM-Programmierung und können Algorithmen auf PRAM (Reduktion, Prä- und Postfixoperationen, Broadcast, Kompaktifizierung von Listen, Rekurrenzen) erklären. Studierende beherrschen die Transformation eines PRAM Algorithmus zum MPI Programm (Datenverteilung, Prozessverteilung, Virtualisierung und Kommunikation).

Studierende können parallele Algorithmen erklären und ihre Laufzeit bestimmen (Matrizenmultiplikation, transitive Hülle, Zusammenhangskomponenten, Bestimmung aller kürzesten Pfade, lineare Gleichungen, tridiagonale Gleichungssysteme, diskrete/schnelle Fourier Transformation, minimaler Spannbaum, odd-even Transposition Sort, Sortieren mit Stichproben).

## **Inhalt**

- Diese Lehrveranstaltung soll Studierenden die theoretischen und praktischen Aspekte der Multikern-Rechner und Rechnerbündel vermitteln.
- Es werden Systemarchitekturen als auch Programmierkonzepte behandelt.
- Die Lehrveranstaltung vermittelt einen Überblick über Netzwerktechnik, ausgewählte Hochgeschwindigkeitsnetzwerke (Gigabit Ethernet, Myrinet, Infiniband u.a.) und Hochleistungs-Kommunikationsbibliotheken.
- Ergänzend werden auch Ressourcenmanagement, Ablaufplanung, verteilte/parallele Dateisysteme, Programmiermodelle (MPI, gemeinsamer verteilter Speicher, JavaParty) und parallele Algorithmen diskutiert.

Module / Vertiefungsfach 1 / Theoretische Grundlagen / Algorithmentechnik / Kryptographie und Sicherheit / Betriebssysteme / Parallelverarbeitung / Pflichtmodule / Wahlpflichtmodule /

**Empfehlungen**

### 1.2.5.2.4 M-INFO-100794 Randomisierte Algorithmen

<b>Leistungspunkte:</b>	05,00	<b>Modulturnus:</b>
<b>Moduldauer:</b>	1 Semester	<b>Unterrichtssprache:</b>
<b>Auslaufend:</b>	Nein	<b>Gültig bis:</b>
<b>Curriculare Verankerung:</b>	Wahlpflicht in Wahlpflichtmodule	
<b>Modulverantwortliche:</b>	Thomas Worsch	

#### Teilleistungen

Pflichtbestandteile	LP	Verantwortliche
Randomisierte Algorithmen(S.398)	05,00	Thomas Worsch

#### Voraussetzungen

Siehe Teilleistung

#### Erfolgskontrolle

Siehe Teilleistung

#### Lernziele

Die Studierenden kennen grundlegende Ansätze und Techniken für den Einsatz von Randomisierung in Algorithmen sowie Werkzeuge für deren Analyse.

Sie sind in der Lage, selbst typische Schwachstellen deterministischer Algorithmen zu identifizieren und randomisierte Ansätze zu deren Behebung zu entwickeln und zu beurteilen.

#### Inhalt

Randomisierte Algorithmen sind nicht deterministisch. Ihr Verhalten hängt vom Ausgang von Zufallsexperimenten ab. Diese Idee wurde erstmals von Rabin durch einen randomisierten Primzahltest bekannt. Inzwischen gibt es für eine Vielzahl von Problemen randomisierte Algorithmen, die (in dem einen oder anderen Sinne) schneller sind als deterministische Verfahren. Außerdem sind randomisierte Algorithmen mitunter einfacher zu verstehen und zu implementieren als „normale“ (deterministische) Algorithmen.

Im Rahmen der Vorlesung werden nicht nur verschiedene „Arten“ randomisierter Algorithmen (Las Vegas, Monte Carlo, ...) vorgestellt, sondern auch die für die Analyse ihrer Laufzeit notwendigen wahrscheinlichkeitstheoretischen Grundlagen weitgehend erarbeitet und grundlegende Konzepte wie Markov-Ketten behandelt. Da stochastische Methoden in immer mehr Informatikbereichen von Bedeutung sind, ist diese Vorlesung daher auch über das eigentliche Thema hinaus von Nutzen.

Module / Vertiefungsfach 1 / Theoretische Grundlagen / Algorithmentechnik / Kryptographie und Sicherheit / Betriebssysteme / Parallelverarbeitung / Pflichtmodule / Wahlpflichtmodule /

Themen: probabilistische Komplexitätsklassen, Routing in Hyperwürfeln, Spieltheorie, Random Walks, randomisierte Graphalgorithmen, randomisiertes Hashing, randomisierte Online-Algorithmen

### **Empfehlungen**

Siehe Teilleistung

### 1.2.5.2.5 M-INFO-100796 Parallele Algorithmen

<b>Leistungspunkte:</b>	05,00	<b>Modulturnus:</b>
<b>Moduldauer:</b>	1 Semester	<b>Unterrichtssprache:</b>
<b>Auslaufend:</b>	Nein	<b>Gültig bis:</b>
<b>Curriculare Verankerung:</b>	Wahlpflicht in Wahlpflichtmodule	
<b>Modulverantwortliche:</b>	Peter Sanders	

#### Teilleistungen

Pflichtbestandteile	LP	Verantwortliche
Parallele Algorithmen(S.399)	05,00	Peter Sanders

#### Voraussetzungen

Siehe Teilleistung

#### Erfolgskontrolle

Siehe Teilleistung

#### Lernziele

Die Studierenden erwerben ein systematisches Verständnis algorithmischer Fragestellungen und Lösungsansätze im Bereich der parallelen Algorithmen, das auf dem bestehenden Wissen im Themenbereich Algorithmik aufbaut. Außerdem kann er/sie erlernte Techniken auf verwandte Fragestellungen anwenden und aktuelle Forschungsthemen im Bereich paralleler Algorithmen interpretieren und nachvollziehen.

Nach erfolgreicher Teilnahme an der Lehrveranstaltung können die Studierenden

- Begriffe, Strukturen, grundlegende Problemdefinitionen und Algorithmen aus der Vorlesung erklären;
- auswählen, welche Algorithmen und Datenstrukturen zur Lösung einer Fragestellung geeignet sind und diese ggf. den Anforderungen einer konkreten Problemstellung anpassen;
- Algorithmen und Datenstrukturen ausführen, mathematisch präzise analysieren und die algorithmischen Eigenschaften beweisen;
- Maschinenmodelle aus der Vorlesung erklären sowie Algorithmen und Datenstrukturen in diesen analysieren
- neue Probleme aus Anwendungen analysieren, auf den algorithmischen Kern reduzieren und daraus ein abstraktes Modell erstellen; auf Basis der in der Vorlesung erlernten Konzepte und Techniken eigene Lösungen in diesem Modell entwerfen, analysieren und die algorithmischen Eigenschaften beweisen.

#### Inhalt

Modelle und ihr Bezug zu realen Maschinen:

- shared memory - PRAM
- Message Passing, BSP
- Schaltkreise

Analyse: Speedup, Effizienz, Skalierbarkeit

Grundlegende Techniken:

- SPMD
- paralleles Teilen-und-Herrschen
- kollektive Kommunikation
- Lastverteilung

Konkrete Algorithmen (Beispiele)

- Kollektive Kommunikation (auch für große Datenmengen): Broadcast, Reduce, Präfixsummen, all-to-all exchange
- Matrizenrechnung
- sortieren
- list ranking
- minimale Spannbäume
- Lastverteilung: Master Worker mit adaptiver Problemgröße, random polling, zufällige Verteilung

## **Empfehlungen**

Siehe Teilleistung

### 1.2.5.2.6 M-INFO-100797 Algorithmen in Zellularautomaten

<b>Leistungspunkte:</b>	05,00	<b>Modulturnus:</b>
<b>Moduldauer:</b>	1 Semester	<b>Unterrichtssprache:</b>
<b>Auslaufend:</b>	Nein	<b>Gültig bis:</b>
<b>Curriculare Verankerung:</b>	Wahlpflicht in Wahlpflichtmodule	
<b>Modulverantwortliche:</b>	Thomas Worsch	

#### Teilleistungen

Pflichtbestandteile	LP	Verantwortliche
Algorithmen in Zellularautomaten(S.400)	05,00	Thomas Worsch

#### Voraussetzungen

Siehe Teilleistung

#### Erfolgskontrolle

Siehe Teilleistung

#### Lernziele

Die Studierenden kennen grundlegende Ansätze und Techniken für die Realisierung feinkörniger paralleler Algorithmen.

Sie sind in der Lage, selbst einfache Zellularautomaten-Algorithmen zu entwickeln, die auf solchen Techniken beruhen, und sie zu beurteilen.

#### Inhalt

Zellularautomaten sind ein wichtiges Modell für feinkörnigen Parallelismus, das ursprünglich von John von Neumann auf Vorschlag S. Ulams entwickelt wurde.

Im Rahmen der Vorlesung werden wichtige Grundalgorithmen (z.B. für Synchronisation) und Techniken für den Entwurf effizienter feinkörniger Algorithmen vorgestellt. Die Anwendung solcher Algorithmen in verschiedenen Problembereichen wird vorgestellt. Dazu gehören neben von Neumanns Motivation „Selbstreproduktion“ Mustertransformationen, Problemstellung wie Sortieren, die aus dem Sequenziellen bekannt sind, typisch parallele Aufgabenstellungen wie Anführerauswahl und Modellierung realer Phänomene.

Inhalt:

- Berechnungsmächtigkeit

Module / Vertiefungsfach 1 / Theoretische Grundlagen / Algorithmentechnik / Kryptographie und Sicherheit / Betriebssysteme / Parallelverarbeitung / Pflichtmodule / Wahlpflichtmodule /

- Mustererkennung
- Selbstreproduktion
- Sortieren
- Synchronisation
- Anführerauswahl
- Diskretisierung kontinuierlicher Systeme
- Sandhaufenmodell

### **Empfehlungen**

Siehe Teilleistung

### 1.2.5.2.7 M-INFO-100802 Softwareentwicklung für moderne, parallele Plattformen

<b>Leistungspunkte:</b>	03,00	<b>Modulturnus:</b>
<b>Moduldauer:</b>	1 Semester	<b>Unterrichtssprache:</b>
<b>Auslaufend:</b>	Nein	<b>Gültig bis:</b>
<b>Curriculare Verankerung:</b>	Wahlpflicht in Wahlpflichtmodule	
<b>Modulverantwortliche:</b>	Walter Tichy	

#### Teilleistungen

Pflichtbestandteile	LP	Verantwortliche
Softwareentwicklung für moderne, parallele Plattformen(S.403)	03,00	Walter Tichy

#### Voraussetzungen

Siehe Teilleistung.

#### Erfolgskontrolle

Siehe Teilleistung.

#### Lernziele

Der Studierende

- kann Grundbegriffe der Softwaretechnik für parallele Systeme wiedergeben, Metriken zum Vermessen paralleler Software anwenden und parallele Systeme nach Kontroll- & Datenfluss sowie Organisation des physikalischen Speichers klassifizieren.
- kann Strategien zum Auffinden von Parallelität anwenden und geeignete Architektur-Muster (Fließband, Auftraggeber-Arbeiter, Work Pool, Work Stealing, Erzeuger-Verbraucher) auswählen.
- versteht Implementierungs-Muster (Array-Zugriffsmuster, Reduktion, Leader/Followers, Mutex Wrapper Facade, Scoped Locking, Thread-Safe Interface, Resource Ordering) und kann diese anwenden.
- kann das .NET-Framework beschreiben und die Besonderheiten der Laufzeitumgebung, insbesondere der Just-In-Time Übersetzung, nennen.
- beherrscht es parallele Programme in Java und C++ entwerfen. Er versteht es Fäden zu erzeugen, kritischer Abschnitte abzuleiten und Konstrukte für Warten und Benachrichtigung anzuwenden.
- kann die Ansätze zur Parallelisierung von Bibliotheken (STL, pthreads, TBB, OpenMP) unterscheiden.
- kann die Allzweck-Berechnung auf GPUs erläutern und die Anwendbarkeit in gegebenen Situation bewerten.

- kennt typische Fehler und Messeffekte in parallelen Programmen. Er kennt die Problematik von Wettlaufsituationen und kann Lösungsansätze ableiten. Er versteht Happens-before Beziehungen und kann diese mit logischen Uhren ermitteln.
- versteht und kann die Bedingungen für Verklemmungen erläutern. Er kann die Ursache von Verklemmungen ableiten und Methoden zur Behandlung oder Verhinderung von Verklemmungen auswählen.
- hat die Fähigkeit aktuelle Forschungsthemen im Bereich Multikernrechner zu erklären.

## **Inhalt**

Multikern-Prozessoren (Prozessoren mit mehreren parallelen Rechenkernen auf einem Chip) werden zum üblichen Standard. Die Vorlesung befasst sich mit aktuellen Themen im Bereich der Softwareentwicklung für Multikernrechner. Vorgestellt werden in diesem Kontext Entwurfsmuster, Parallelität in aktuellen Programmiersprachen, Multicore-Bibliotheken, Compiler-Interna von OpenMP sowie Fehlerfindungsmethoden für parallele Programme. Darüber hinaus werden auch Googles MapReduce-Ansatz und Programmiermodelle für GPGPUs (General-Purpose computations on Graphics Processing Units) besprochen, mit denen handelsübliche Grafikkarten als allgemeine datenparallele Rechner benutzt werden können.

## **Empfehlungen**

### 1.2.5.2.8 M-INFO-100808 Parallelrechner und Parallelprogrammierung

<b>Leistungspunkte:</b>	04,00	<b>Modulturnus:</b>
<b>Moduldauer:</b>	1 Semester	<b>Unterrichtssprache:</b>
<b>Auslaufend:</b>	Nein	<b>Gültig bis:</b>
<b>Curriculare Verankerung:</b>	Wahlpflicht in Wahlpflichtmodule	
<b>Modulverantwortliche:</b>	Achim Streit	

#### Teilleistungen

Pflichtbestandteile	LP	Verantwortliche
Parallelrechner und Parallelprogrammierung(S.407)	04,00	Achim Streit

#### Voraussetzungen

Siehe Teilleistung

#### Erfolgskontrolle

Siehe Teilleistung

#### Lernziele

Studierende erörtern die Grundbegriffe paralleler Architekturen und die Konzepte ihrer Programmierung. Sie analysieren verschiedene Architekturen von Höchstleistungsrechnern und differenzieren zwischen verschiedenen Typen anhand von Beispielen aus der Vergangenheit und Gegenwart.

Studierende analysieren Methoden und Techniken zum Entwurf, Bewertung und Optimierung paralleler Programme, die für den Einsatz in Alltags- oder industriellen Anwendungen geeignet sind und wenden diese an. Studierende können Probleme im Bereich der Parallelprogrammierung beschreiben, analysieren, und beurteilen.

#### Inhalt

Die Vorlesung gibt eine Einführung in die Welt moderner Parallel- und Höchstleistungsrechner, des Supercomputings bzw. des High-Performance Computings (HPC) und die Programmierung dieser Systeme.

Zunächst werden allgemein und exemplarisch Parallelrechnersysteme vorgestellt und klassifiziert. Im Einzelnen wird auf speichergekoppelte und nachrichtengekoppelte System, Hybride System und Cluster sowie Vektorrechner eingegangen. Aktuelle Beispiele der leistungsfähigsten Supercomputer der Welt werden ebenso wie die Supercomputer am KIT kurz vorgestellt.

Module / Vertiefungsfach 1 / Theoretische Grundlagen / Algorithmentechnik / Kryptographie und Sicherheit / Betriebssysteme / Parallelverarbeitung / Pflichtmodule / Wahlpflichtmodule /

Im zweiten Teil wird auf die Programmierung solcher Parallelrechner, die notwendigen Programmierparadigmen und Synchronisationsmechanismen, die Grundlagen paralleler Software sowie den Entwurf paralleler Programme eingegangen. Eine Einführung in die heute üblichen Methoden der parallelen Programmierung mit OpenMP und MPI runden die Veranstaltung ab.

### **Empfehlungen**

Siehe Teilleistung

### 1.2.5.2.9 M-INFO-100818 Rechnerstrukturen

<b>Leistungspunkte:</b>	06,00	<b>Modulturnus:</b>
<b>Moduldauer:</b>	1 Semester	<b>Unterrichtssprache:</b>
<b>Auslaufend:</b>	Nein	<b>Gültig bis:</b>
<b>Curriculare Verankerung:</b>	Wahlpflicht in Wahlpflichtmodule	
<b>Modulverantwortliche:</b>	Jörg Henkel,Wolfgang Karl	

#### Teilleistungen

Pflichtbestandteile	LP	Verantwortliche
Rechnerstrukturen(S.414)	06,00	Jörg Henkel,Wolfgang Karl

#### Voraussetzungen

Siehe Teilleistung

#### Erfolgskontrolle

Siehe Teilleistung

#### Lernziele

Die Lehrveranstaltung soll die Studierenden in die Lage versetzen,

- grundlegendes Verständnis über den Aufbau, die Organisation und das Operationsprinzip von Rechnersystemen zu erwerben,
- aus dem Verständnis über die Wechselwirkungen von Technologie, Rechnerkonzepten und Anwendungen die grundlegenden Prinzipien des Entwurfs nachvollziehen und anwenden zu können,
- Verfahren und Methoden zur Bewertung und Vergleich von Rechensystemen anwenden zu können,
- grundlegendes Verständnis über die verschiedenen Formen der Parallelverarbeitung in Rechnerstrukturen zu erwerben.

Insbesondere soll die Lehrveranstaltung die Voraussetzung liefern, vertiefende Veranstaltungen über eingebettete Systeme, moderne Mikroprozessorarchitekturen, Parallelrechner, Fehlertoleranz und Leistungsbewertung zu besuchen und aktuelle Forschungsthemen zu verstehen.

#### Inhalt

Der Inhalt umfasst:

- Einführung in die Rechnerarchitektur

Module / Vertiefungsfach 1 / Theoretische Grundlagen / Algorithmentechnik / Kryptographie und Sicherheit / Betriebssysteme / Parallelverarbeitung / Pflichtmodule / Wahlpflichtmodule /

- Grundprinzipien des Rechnerentwurfs: Kompromissfindung zwischen Zielsetzungen, Randbedingungen, Gestaltungsgrundsätzen und Anforderungen
- Leistungsbewertung von Rechensystemen
- Parallelismus auf Maschinenbefehlsebene: Superskalartechnik, spekulative Ausführung, Sprungvorhersage, VLIW-Prinzip, mehrfädige Befehlsausführung
- Parallelrechnerkonzepte, speichergekoppelte Parallelrechner (symmetrische Multiprozessoren, Multiprozessoren mit verteiltem gemeinsamem Speicher), nachrichtenorientierte Parallelrechner, Multicore-Architekturen, parallele Programmiermodelle
- Verbindungsnetze (Topologien, Routing)
- Grundlagen der Vektorverarbeitung, SIMD, Multimedia-Verarbeitung
- Energie-effizienter Entwurf
- Grundlagen der Fehlertoleranz, Zuverlässigkeit, Verfügbarkeit, Sicherheit

### **Empfehlungen**

Siehe Teilleistung

### 1.2.5.2.10 M-INFO-100821 Mikroprozessoren II

<b>Leistungspunkte:</b>	03,00	<b>Modulturnus:</b>
<b>Moduldauer:</b>	1 Semester	<b>Unterrichtssprache:</b>
<b>Auslaufend:</b>	Nein	<b>Gültig bis:</b>
<b>Curriculare Verankerung:</b>	Wahlpflicht in Wahlpflichtmodule	
<b>Modulverantwortliche:</b>	Wolfgang Karl	

#### Teilleistungen

Pflichtbestandteile	LP	Verantwortliche
Mikroprozessoren II(S.416)	03,00	Wolfgang Karl

#### Voraussetzungen

Siehe Teilleistung

#### Erfolgskontrolle

Siehe Teilleistung

#### Lernziele

Die Studenten sollen detaillierte Kenntnisse über die Architektur und Operationsprinzipien von Multicore-Mikroprozessoren erwerben. Insbesondere sollen die Studierenden die Konzepte zur parallelen Programmierung von Multicore-Prozessoren verstehen und anwenden können. Sie sollen in der Lage sein, aktuelle Forschungsarbeiten auf dem Gebiet der Rechnerarchitektur zu verstehen.

#### Inhalt

Moderne Prozessorarchitekturen integrieren mehrere Prozessorkerne auf einem Chip. Zum einen werden die Architektur und Operationsprinzipien homogener und heterogener Multicore-Prozessoren vorgestellt und analysiert sowie die Speicherorganisation und Verbindungsstrukturen behandelt. Ebenso werden die Programmierkonzepte für Multicore-Prozessoren vermittelt. Hierauf aufbauend werden die Problemstellungen zukünftiger Prozessorarchitekturen mit über Hundert Prozessorkernen diskutiert.

#### Empfehlungen

Siehe Teilleistung

### 1.2.5.2.11 M-INFO-100822 Heterogene parallele Rechensysteme

<b>Leistungspunkte:</b>	03,00	<b>Modulturnus:</b>
<b>Moduldauer:</b>	1 Semester	<b>Unterrichtssprache:</b>
<b>Auslaufend:</b>	Nein	<b>Gültig bis:</b>
<b>Curriculare Verankerung:</b>	Wahlpflicht in Wahlpflichtmodule	
<b>Modulverantwortliche:</b>	Wolfgang Karl	

#### Teilleistungen

Pflichtbestandteile	LP	Verantwortliche
Heterogene parallele Rechensysteme(S.417)	03,00	Wolfgang Karl

#### Voraussetzungen

Siehe Teilleistung

#### Erfolgskontrolle

Siehe Teilleistung

#### Lernziele

- Die Studierenden sollen vertiefende Kenntnisse über die Architektur und die Operationsprinzipien von parallelen, heterogenen und verteilten Rechnerstrukturen erwerben.
- Sie sollen die Fähigkeit erwerben, parallele Programmierkonzepte und Werkzeuge zur Analyse paralleler Programme anzuwenden.
- Sie sollen die Fähigkeit erwerben, anwendungsspezifische und rekonfigurierbare Komponenten einzusetzen.
- Sie sollen in die Lage versetzt werden, weitergehende Architekturkonzepte und Werkzeuge für parallele Rechnerstrukturen entwerfen zu können.

#### Inhalt

Moderne Rechnerstrukturen nützen den Parallelismus in Programmen auf allen Systemebenen aus. Darüber hinaus werden anwendungsspezifische Koprozessoren und rekonfigurierbare Bausteine zur Anwendungsbeschleunigung eingesetzt. Aufbauend auf den in der Lehrveranstaltung Rechnerstrukturen vermittelten Grundlagen, werden die Architektur und Operationsprinzipien paralleler und heterogener Rechnerstrukturen vertiefend behandelt. Es werden die parallelen Programmierkonzepte sowie die Werkzeuge zur Erstellung effizienter paralleler Programme vermittelt. Es werden die Konzepte und der Einsatz anwendungsspezifischer Komponenten (Koprozessorkonzepte) und rekonfigurierbarer Komponenten vermittelt. Ein weiteres Themengebiet ist Grid-Computing und Konzepte zur Virtualisierung.

Module / Vertiefungsfach 1 / Theoretische Grundlagen / Algorithmentechnik / Kryptographie und Sicherheit / Betriebssysteme / Parallelverarbeitung / Pflichtmodule / Wahlpflichtmodule /

### **Empfehlungen**

Siehe Teilleistung

### 1.2.5.2.12 M-INFO-100828 Modelle der Parallelverarbeitung

<b>Leistungspunkte:</b>	05,00	<b>Modulturnus:</b>
<b>Moduldauer:</b>	1 Semester	<b>Unterrichtssprache:</b>
<b>Auslaufend:</b>	Nein	<b>Gültig bis:</b>
<b>Curriculare Verankerung:</b>	Wahlpflicht in Wahlpflichtmodule	
<b>Modulverantwortliche:</b>	Thomas Worsch	

#### Teilleistungen

Pflichtbestandteile	LP	Verantwortliche
Modelle der Parallelverarbeitung(S.421)	05,00	Thomas Worsch

#### Voraussetzungen

Siehe Teilleistung

#### Erfolgskontrolle

Siehe Teilleistung

#### Lernziele

#### Inhalt

#### Empfehlungen

Siehe Teilleistung

1.2.5.2.13 M-INFO-100985 Praxis der Multikern-Programmierung: Werkzeuge, Modelle, Sprachen

<b>Leistungspunkte:</b>	06,00	<b>Modulturnus:</b>	
<b>Moduldauer:</b>		<b>Unterrichtssprache:</b>	Deutsch
<b>Auslaufend:</b>	Nein	<b>Gültig bis:</b>	
<b>Curriculare Verankerung:</b>	Wahlpflicht in Wahlpflichtmodule		
<b>Modulverantwortliche:</b>			

### Teilleistungen

Pflichtbestandteile	LP	Verantwortliche
Praxis der Multikern-Programmierung: Werkzeuge, Modelle, Sprachen(S.441)	06,00	

#### Voraussetzungen

Siehe Teilleistung.

#### Erfolgskontrolle

Siehe Teilleistung.

#### Lernziele

Die Teilnehmer beherrschen theoretische Grundlagen der Parallelprogrammierung, sie kennen die Konzepte von Sperrern, Barrieren und gemeinsamem Speicher und können diese Konzepte zum Entwurf

paralleler Algorithmen anwenden. Sie beherrschen die Bedienung von unterstützenden Werkzeugen wie Profilern und Debuggern und können damit die Implementierungen paralleler Programme bewerten.

Insbesondere kennen die Teilnehmer die Konzepte diverser paralleler Programmierumgebungen wie z.B. Java, pthreads, OpenMP und OpenCL und sind in der Lage, mittels dieser komplexe parallele Programme zu entwerfen und zu implementieren. Weiterhin können sie alternative Programmierparadigmen wie beispielsweise nicht-blockierende Synchronisation, nachrichtenbasierte Koordination (z.B. Google Go) und heterogene Programmierung (OpenACC) erläutern.

Die Studierenden sind in der Lage, parallele Programme zu analysieren und dabei Optimierungspotenzial und Programmierfehler aufzudecken und zu verbessern. Sie können parallele Algorithmen bewerten und vergleichen sowie neue entwickeln.

Studierende sind in der Lage, sequentieller Software auf Parallelisierungspotenzial hin zu untersuchen und sie mit unterschiedlichen Technologien in ein paralleles Programm zu überführen. Dazu können sie die Stärken und Schwächen unterschiedlicher paralleler Hard- und Software-Plattformen bewerten und Aussagen über ihre Eignung für das gegebene Problem treffen.

Module / Vertiefungsfach 1 / Theoretische Grundlagen / Algorithmentchnik / Kryptographie und Sicherheit / Betriebssysteme / Parallelverarbeitung / Pflichtmodule / Wahlpflichtmodule /

Weiterhin haben die Teilnehmer demonstriert, dass sie fähig sind, sich in große, reale Projekte einzuarbeiten. Sie sind geübt in Teamarbeit, strukturierter Formulierung, Präsentation und schriftlicher

Ausarbeitung ihrer Ergebnisse.

### **Inhalt**

Multikern-Prozessoren mit mehreren Rechenkernen auf einem Chip werden zum üblichen Standard. Diese Vorlesung fokussiert auf die Vermittlung praktischer Fähigkeiten der Softwareentwicklung für parallele Systeme. Ausgewählte Prinzipien aus den Bereichen Programmiermodelle und -Sprachen, Entwurfsmuster sowie Fehlerfindung werden exemplarisch und ausführlich diskutiert. Das vermittelte Wissen wird anhand von praktischen Übungen und Fallstudien intensiv vertieft.

### **Empfehlungen**

## 1.2.6 Softwaretechnik und Übersetzerbau

### 1.2.6.1 Pflichtmodule

### 1.2.6.2 Wahlpflichtmodule

#### 1.2.6.2.1 M-INFO-100735 Sprachverarbeitung in der Softwaretechnik

<b>Leistungspunkte:</b>	03,00	<b>Modulturnus:</b>
<b>Moduldauer:</b>	1 Semester	<b>Unterrichtssprache:</b>
<b>Auslaufend:</b>	Nein	<b>Gültig bis:</b>
<b>Curriculare Verankerung:</b>	Wahlpflicht in Wahlpflichtmodule	
<b>Modulverantwortliche:</b>	Walter Tichy	

### Teilleistungen

Pflichtbestandteile	LP	Verantwortliche
Sprachverarbeitung in der Softwaretechnik(S.367)	03,00	Walter Tichy

#### Voraussetzungen

Siehe Teilleistung.

#### Erfolgskontrolle

Siehe Teilleistung.

#### Lernziele

Studierende kennen Grundbegriffe der Linguistik, wie Syntax, Semantik und Pragmatik und können diese erläutern sowie vergleichen. Sie kennen lexikalische Relationen (z.B.: Polysemie, Homonymie, Troponymie u. Ä) und können Beispiele entsprechend zuordnen. Weiterhin können Zusammenhänge zwischen den Relationen identifiziert und verglichen werden.

Studierende sind mit grundlegenden Konzepten der Computerlinguistik vertraut. Grundlegende Techniken, wie Wortartetikettierung, Lemmatisierung, Bestimmung von Wortähnlichkeiten oder Disambiguierungen können erläutert werden. Zugehörige Verfahren (lexikalisch, regelbasiert oder probabilistisch) können beschrieben und die jeweilige Stärken und Schwächen beurteilt werden. Unterschiedliche Parser-Verfahren können benannt, erläutert und konzeptionell reproduziert werden.

Module / Vertiefungsfach 1 / Theoretische Grundlagen / Algorithmentechnik / Kryptographie und Sicherheit / Betriebssysteme / Parallelverarbeitung / Softwaretechnik und Übersetzerbau / Pflichtmodule / Wahlpflichtmodule /

Studierende können Struktur, Inhalt und Nutzen unterschiedlicher Wissensdatenbanken beschreiben und vergleichen. Neben den übergeordneten Konzepten der Ontologie, Wortnetzen und anderen Wissensrepräsentationen sind sie auch mit konkreten Vertretern, wie researchCyc, WordNet, FrameNet und ähnlichen, vertraut und können diese nutzen. Verfahren zum manuellen und automatischen Aufbau von Ontologien sowie zur automatischen Relationsextraktion können von den Studierenden angewendet werden.

Die Studierenden verstehen den Zusammenhang zwischen Funktionsweise grundlegender Techniken der Computerlinguistik und ihrer Anwendbarkeit in der Softwaretechnik. Darüber hinaus können sie Werkzeugketten in Einzelbestandteile gliedern und bewerten. Insbesondere sind die Studierenden in der Lage unterschiedliche Anwendungen zu analysieren und zu bewerten. Hierzu zählen Anwendungen zur Modellierung mithilfe der Linguistik, Verbesserung von Spezifikationstexten und Qualitätsbeurteilung von Quelltextkommentaren.

Darüber hinaus können Studierende das Konzept aktiver Ontologien und deren Anwendung und Nutzung im Umfeld der Sprachverarbeitung erläutern.

Studierende können Anwendungsszenarien in der Softwaretechnik für Textanalysesysteme identifizieren und eigene Lösungen entwerfen. Hierfür sind den Studierenden unterschiedliche Werkzeuge zur Sprachverarbeitung, wie GATE, Protegé und NLTK, bekannt. Sie sind grundlegend mit ihrer Funktionsweise vertraut und können sie praktisch anwenden. Insbesondere können Studierende eigene Anwendungen mithilfe der vorgestellten Werkzeuge entwerfen und implementieren. Dabei können neue Lösungsansätze anhand der bekannten Verfahren konstruiert werden.

## **Inhalt**

Diese Vorlesung bietet die Grundlagen für die maschinelle Verarbeitung natürlicher Sprache.

Sprachverarbeitung wird immer wichtiger. In interaktiven Systemen ist oftmals eine sprachliche Eingabe wünschenswert, z.B. für sprachliche Kommandos, für Hilfesysteme oder Anfragen im Internet. Außerdem ist die Analyse und Weiterverarbeitung von Software-Anforderungen ein neues Forschungsgebiet. Die Computerlinguistik ist somit nicht nur für Softwareanwendungen von großer Bedeutung, sondern auch für die Softwaretechnik selbst.

Ziel dieser Veranstaltung für Diplom- und Masterstudenten der Informatik und Informationswirtschaft ist es, das Grundwissen der Sprachverarbeitung und Anwendungsmöglichkeiten bei der Entwicklung von Software-Systemen zu vermitteln.

Die Themen umfassen die Verarbeitung von Texten mithilfe von Parsern, die Mehrdeutigkeit der natürlichen Sprache, die Erfassung von Semantik mithilfe von thematischen Rollen, die automatische Übersetzung von Texten in Softwaremodelle sowie den Aufbau und die Verwendung von Ontologien bei der Textanalyse. Zudem wird in der Vorlesung auf aktuelle Forschungsarbeiten eingegangen.

## **Empfehlungen**

### 1.2.6.2.2 M-INFO-100744 Formale Systeme II: Anwendung

<b>Leistungspunkte:</b>	05,00	<b>Modulturnus:</b>
<b>Moduldauer:</b>	1 Semester	<b>Unterrichtssprache:</b>
<b>Auslaufend:</b>	Nein	<b>Gültig bis:</b>
<b>Curriculare Verankerung:</b>	Wahlpflicht in Wahlpflichtmodule	
<b>Modulverantwortliche:</b>	Bernhard Beckert	

#### Teilleistungen

Pflichtbestandteile	LP	Verantwortliche
Formale Systeme II: Anwendung(S.371)	05,00	Bernhard Beckert

#### Voraussetzungen

Siehe Teilleistung

#### Erfolgskontrolle

Siehe Teilleistung

#### Lernziele

Nach Abschluss des Moduls verfügen Studierende über folgende Kompetenzen. Sie ...

- haben einen Überblick über typische in der formalen Programmentwicklung eingesetzte Spezifikations- und Verifikationsmethoden und -werkzeuge.
- beherrschen Theorien und Praxis der formalen Methoden und Werkzeuge, die repräsentativ in der Veranstaltung vorgestellt werden,
- können die vorgestellten Methoden und Werkzeuge erfolgreich zur Lösung praktischer Aufgaben einsetzen,
- verstehen die charakteristischen Eigenschaften der vorgestellten Methoden und Werkzeuge, können deren Vor- und Nachteile gegeneinander abwägen und können ein passendes Verifikationswerkzeug für ein gegebenes Anwendungsszenario auswählen.

#### Inhalt

Methoden für die formale Spezifikation und Verifikation – zumeist auf der Basis von Logik und Deduktion – haben einen hohen Entwicklungsstand erreicht. Es ist zu erwarten, dass sie zukünftig traditionelle Softwareentwicklungsmethoden ergänzen und teilweise ersetzen werden. Die logischen Grundlagen –

Module / Vertiefungsfach 1 / Theoretische Grundlagen / Algorithmentchnik / Kryptographie und Sicherheit / Betriebssysteme / Parallelverarbeitung / Softwaretechnik und Übersetzerbau / Pflichtmodule / Wahlpflichtmodule /

wie sie im Stammmodul „Formale Systeme“ vermittelt werden – ähneln sich für verschiedene formale Systeme. Zum erfolgreichen praktischen Einsatz müssen die Methoden und Werkzeuge aber auf die jeweiligen Anwendungen und deren charakteristische Eigenschaften abgestimmt sein. Dies betrifft sowohl die Formalismen zur Spezifikation als auch die zur Verifikation verwendeten Techniken. Auch stellt sich bei der praktischen Anwendung die Frage nach der Skalierbarkeit, Effizienz

In der Lehrveranstaltung werden etwa fünf typische Spezifikations- und Verifikationsmethoden und -werkzeuge und die für sie jeweils typischen Anwendungsszenarien vorgestellt. Die den Methoden zugrundeliegenden theoretischen Konzepte werden vorgestellt. Ein wesentliches Element der Lehrveranstaltung ist, dass die Studierenden mit Hilfe kleiner Anwendungsfälle lernen, die Methoden und Werkzeuge praktisch anzuwenden.

Beispiele für Methoden und Werkzeuge, die vorgestellt werden können, sind:

ñ Verifikation funktionaler Eigenschaften imperativer und objekt-orientierter Programme (KeY-System),

ñ Nachweis temporallogische Eigenschaften endlicher Strukturen (Model Checker SPIN),

ñ deduktive Verifikation nebenläufiger Programme (Rely-Guarantee, Isabelle/HOL),

ñ Systemmodellierung durch Verfeinerung (Event-B mit Rodin),

ñ Verifikation Hybrider Systeme (HieroMate),

ñ Verifikation von Echtzeiteigenschaften (UPPAAL),

ñ Verifikation der Eigenschaften von Datenstrukturen (TVLA),

ñ Programm-/Protokollverifikation durch Rewriting (Maude),

ñ Spezifikation und Verifikation von Sicherheitseigenschaften (KeY, JIF).

### **Empfehlungen**

Siehe Teilleistung.

### 1.2.6.2.3 M-INFO-100763 Requirements Engineering

<b>Leistungspunkte:</b>	03,00	<b>Modulturnus:</b>
<b>Moduldauer:</b>	1 Semester	<b>Unterrichtssprache:</b>
<b>Auslaufend:</b>	Nein	<b>Gültig bis:</b>
<b>Curriculare Verankerung:</b>	Wahlpflicht in Wahlpflichtmodule	
<b>Modulverantwortliche:</b>		

#### Teilleistungen

Pflichtbestandteile	LP	Verantwortliche
Requirements Engineering(S.380)	03,00	Anne Koziolk

#### Voraussetzungen

Siehe Teilleistung

#### Erfolgskontrolle

Siehe Teilleistung

#### Lernziele

Die Studierenden verfügen über Grundkenntnisse in Methoden, Sprachen, Prozessen, und Techniken des Requirements Engineerings (RE). Sie haben sich insbesondere die folgenden Fertigkeiten angeeignet:

Sie können

- Begrifflichkeiten des RE nennen und beschreiben.
- Beteiligte des RE Prozesses und Systemgrenzen identifizieren.
- den Kontext eines Systems analysieren.
- Anforderungstätigkeiten von Entwurfstätigkeiten unterscheiden
- Risiken und Nutzen von Anforderungsaufwänden bewerten.
- Anforderungen klassifizieren
- Anforderungen ermitteln und in verschiedenen Formen (in natürlicher Sprache, statischen Modellen, Verhaltensmodellen, Modellen der Benutzerinteraktion, Zielmodellen) dokumentieren,
- Requirements Engineering Prozesse für ein Projekt auswählen und instanzieren

Sie kennen und verstehen weiterhin

- die Verfahren zur Überprüfung von Anforderungen
- die Verfahren zum Verwalten von Anforderungen

Module / Vertiefungsfach 1 / Theoretische Grundlagen / Algorithmentechnik / Kryptographie und Sicherheit / Betriebssysteme / Parallelverarbeitung / Softwaretechnik und Übersetzerbau / Pflichtmodule / Wahlpflichtmodule /

## **Inhalt**

Voraussetzung für jedes erfolgreiche Softwareprojekt.

Die Vorlesung gibt eine Einführung in die Prozesse, Verfahren und Darstellungsformen für das Spezifizieren und Verwalten von Anforderungen.

Themen sind u.a.:

- Grundlagen und Überblick
- Prozesse und Methoden der Anforderungsgewinnung
- Spezifikation mit natürlicher Sprache
- Objektorientierte Spezifikation, Anwendungsfälle, UML
- Spezifikation von Qualitätsanforderungen und Randbedingungen
- Prüfung und Verwaltung von Anforderungen

## **Empfehlungen**

Siehe Teilleistung

#### 1.2.6.2.4 M-INFO-100788 Multikern-Rechner und Rechnerbündel

<b>Leistungspunkte:</b>	04,00	<b>Modulturnus:</b>
<b>Moduldauer:</b>	1 Semester	<b>Unterrichtssprache:</b>
<b>Auslaufend:</b>	Nein	<b>Gültig bis:</b>
<b>Curriculare Verankerung:</b>	Wahlpflicht in Wahlpflichtmodule	
<b>Modulverantwortliche:</b>	Walter Tichy	

### Teilleistungen

Pflichtbestandteile	LP	Verantwortliche
Multikern-Rechner und Rechnerbündel(S.395)	04,00	Walter Tichy

#### Voraussetzungen

Siehe Teilleistung.

#### Erfolgskontrolle

Siehe Teilleistung.

#### Lernziele

Studierende sind in der Lage den Begriff Parallelität zu motivieren und können Trends in der Rechnerentwicklung bzgl. Taktrate, Anzahl Transistoren und Anzahl Kerne diskutieren. Studierende sind in der Lage, Power Wall, ILP Wall, Memory Wall und die Moore'sche Regel zu definieren. Studierende können Flynn's Rechnerkategorien definieren und Beispiele dazu geben. Sie sind in der Lage, die Speicherorganisation von Parallelrechnern zu erläutern und können Multikernrechner, Rechnerbündel und Grafikprozessor definieren und vergleichen. Sie kennen die ungefähre Anzahl von Prozessoren, die der schnellste Rechner der aktuellen Top500-Liste hat.

Studierende sind in der Lage OpenMP zu beschreiben und beherrschen die Konstrukte für parallele Schleifen und Tasks. Sie kennen Konstrukte zur Synchronisation und können diese vergleichen. Studierende erkennen Probleme in einfachen OpenMP-Programmen und sind in der Lage, einfache OpenMP-Programme zu entwickeln. Sie können die Sichtbarkeit von Daten und nützliche OpenMP-Konstrukte erläutern.

Studierende können Konstrukte zum Erzeugen von Parallelität in Java beschreiben. Sie beherrschen die Konzepte kritische Abschnitte und Monitore, Warten und Benachrichtigung, Unterbrechung von Fäden, CAS und volatile. Studierende können Verklemmungen erkennen und vermeiden. Sie sind in der Lage double-checked locking zu erläutern.

Module / Vertiefungsfach 1 / Theoretische Grundlagen / Algorithmentechnik / Kryptographie und Sicherheit / Betriebssysteme / Parallelverarbeitung / Softwaretechnik und Übersetzerbau / Pflichtmodule / Wahlpflichtmodule /

Studierende sind in der Lage die Unterschiede zwischen CPU und GPU zu erklären und können die prinzipielle Funktionsweise von GPUs erläutern. Sie können die Faden- und Speicherorganisation für GPUs erklären und einfache Kerne und deren Aufrufe lesen und schreiben.

Studierende sind in der Lage, Zweck und grundsätzliche Operation von Transactional Memory zu erklären, insbesondere Transaktionskonzept und Compare-and-Swap (CAS). Sie verstehen die Implementierungstechnik für Software Transactional Memory (STM) und können diese erläutern. Studierende können Probleme mit STM nennen.

Studierende können theoretische Bewertungskriterien für Netze definieren und bestimmen (Grad, Durchmesser, Kantenkonnektivität, Bisektionsbreite). Sie können Netztopologien definieren, Bewertungskriterien berechnen und Routing-Regeln angeben für Bus, Ring, Torus, Hypercubus, Kreuzschienenverteiler, Mischungspermutation, Butterfly-Netz, Clos-Netz, Fattree, CBB-Netze. Studierende können praktische Bewertungskriterien für Netze definieren

(Latenz, Verzögerung, Bandbreite, Durchsatz) und Vermittlungstechniken erklären (Leitungsvermittlung, Paketvermittlung mit Varianten) sowie Techniken der Hochgeschwindigkeitskommunikation erläutern. Sie können Beispiele für Hochgeschwindigkeitsnetzwerke nennen (Myrinet, Infiniband, Gigabit-Ethernet).

Studierende sind in der Lage, die Kommunikationsmodelle klassisches Send/Receive, erweitertes Send/Receive, Methodenfernaufruf: Remote Procedure Call (RPC), (virtueller) gemeinsamer Speicher: Virtual Shared Memory und Bulk Synchronous Parallelism (BSP) zu erläutern und zu vergleichen.

Studierende können das Programmiermodell von MPI und dessen Kommunikationskonstrukte und ihre Varianten wiedergeben (Punkt-zu-Punkt, kollektive und einseitige Operationen, Kommunikatoren und virtuelle Topologien). Sie sind in der Lage, einfache MPI-Programme zu erklären und zu schreiben.

Studierende können das Maschinenmodell Parallel Random Access Machine (PRAM) erklären, kennen Speicherzugriffsvarianten und können Laufzeit, Beschleunigung, Effizienz sowie Arbeit erklären und bestimmen. Studierende kennen Sprachkonstrukte zur PRAM-Programmierung und können Algorithmen auf PRAM (Reduktion, Prä- und Postfixoperationen, Broadcast, Kompaktifizierung von Listen, Rekurrenzen) erklären. Studierende beherrschen die Transformation eines PRAM Algorithmus zum MPI Programm (Datenverteilung, Prozessverteilung, Virtualisierung und Kommunikation).

Studierende können parallele Algorithmen erklären und ihre Laufzeit bestimmen (Matrizenmultiplikation, transitive Hülle, Zusammenhangskomponenten, Bestimmung aller kürzesten Pfade, lineare Gleichungen, tridiagonale Gleichungssysteme, diskrete/schnelle Fourier Transformation, minimaler Spannbaum, odd-even Transposition Sort, Sortieren mit Stichproben).

## **Inhalt**

- Diese Lehrveranstaltung soll Studierenden die theoretischen und praktischen Aspekte der Multikern-Rechner und Rechnerbündel vermitteln.
- Es werden Systemarchitekturen als auch Programmierkonzepte behandelt.

Module / Vertiefungsfach 1 / Theoretische Grundlagen / Algorithmentechnik / Kryptographie und Sicherheit / Betriebssysteme / Parallelverarbeitung / Softwaretechnik und Übersetzerbau / Pflichtmodule / Wahlpflichtmodule /

- Die Lehrveranstaltung vermittelt einen Überblick über Netzwerktechnik, ausgewählte Hochgeschwindigkeitsnetzwerke (Gigabit Ethernet, Myrinet, Infiniband u.a.) und Hochleistungs-Kommunikationsbibliotheken.
- Ergänzend werden auch Ressourcenmanagement, Ablaufplanung, verteilte/parallele Dateisysteme, Programmiermodelle (MPI, gemeinsamer verteilter Speicher, JavaParty) und parallele Algorithmen diskutiert.

### **Empfehlungen**

### 1.2.6.2.5 M-INFO-100798 Empirische Softwaretechnik

<b>Leistungspunkte:</b>	04,00	<b>Modulturnus:</b>
<b>Moduldauer:</b>	1 Semester	<b>Unterrichtssprache:</b>
<b>Auslaufend:</b>	Nein	<b>Gültig bis:</b>
<b>Curriculare Verankerung:</b>	Wahlpflicht in Wahlpflichtmodule	
<b>Modulverantwortliche:</b>	Walter Tichy	

#### Teilleistungen

Pflichtbestandteile	LP	Verantwortliche
Empirische Softwaretechnik(S.400)	04,00	Walter Tichy

#### Voraussetzungen

Siehe Teilleistung.

#### Erfolgskontrolle

Siehe Teilleistung.

#### Lernziele

- Empirische Methodik in der Softwaretechnik beschreiben, Fehlerquellen und Vermeidungsstrategien angeben können;
- statistische Analysemethoden erläutern und anwenden können;
- empirische Studien analysieren und bewerten können;
- Beispiele empirischer Studien aus der Softwaretechnik nennen und erläutern können;
- empirische Studien planen und durchführen können.

#### Inhalt

Die Vorlesung befasst sich mit der Rolle der Empirie in der Softwaretechnik. Sie stellt die gängigsten empirischen Methoden vor und weist auf gängige Fehlerquellen in empirischen Studien hin. Die dazugehörigen statistischen Methoden zur Analyse und Darstellung der Daten werden vermittelt. Die Vorlesung verwendet eine Reihe wissenschaftlicher Veröffentlichungen, um die Konzepte zu illustrieren und mit Leben zu füllen.

#### Empfehlungen

### 1.2.6.2.6 M-INFO-100802 Softwareentwicklung für moderne, parallele Plattformen

<b>Leistungspunkte:</b>	03,00	<b>Modulturnus:</b>
<b>Moduldauer:</b>	1 Semester	<b>Unterrichtssprache:</b>
<b>Auslaufend:</b>	Nein	<b>Gültig bis:</b>
<b>Curriculare Verankerung:</b>	Wahlpflicht in Wahlpflichtmodule	
<b>Modulverantwortliche:</b>	Walter Tichy	

### Teilleistungen

Pflichtbestandteile	LP	Verantwortliche
Softwareentwicklung für moderne, parallele Plattformen(S.403)	03,00	Walter Tichy

### Voraussetzungen

Siehe Teilleistung.

### Erfolgskontrolle

Siehe Teilleistung.

### Lernziele

Der Studierende

- kann Grundbegriffe der Softwaretechnik für parallele Systeme wiedergeben, Metriken zum Vermessen paralleler Software anwenden und parallele Systeme nach Kontroll- & Datenfluss sowie Organisation des physikalischen Speichers klassifizieren.
- kann Strategien zum Auffinden von Parallelität anwenden und geeignete Architektur-Muster (Fließband, Auftraggeber-Arbeiter, Work Pool, Work Stealing, Erzeuger-Verbraucher) auswählen.
- versteht Implementierungs-Muster (Array-Zugriffsmuster, Reduktion, Leader/Followers, Mutex Wrapper Facade, Scoped Locking, Thread-Safe Interface, Resource Ordering) und kann diese anwenden.
- kann das .NET-Framework beschreiben und die Besonderheiten der Laufzeitumgebung, insbesondere der Just-In-Time Übersetzung, nennen.
- beherrscht es parallele Programme in Java und C++ entwerfen. Er versteht es Fäden zu erzeugen, kritischer Abschnitte abzuleiten und Konstrukte für Warten und Benachrichtigung anzuwenden.
- kann die Ansätze zur Parallelisierung von Bibliotheken (STL, pthreads, TBB, OpenMP) unterscheiden.

Module / Vertiefungsfach 1 / Theoretische Grundlagen / Algorithmentechnik / Kryptographie und Sicherheit / Betriebssysteme / Parallelverarbeitung / Softwaretechnik und Übersetzerbau / Pflichtmodule / Wahlpflichtmodule /

- kann die Allzweck-Berechnung auf GPUs erläutern und die Anwendbarkeit in gegebenen Situation bewerten.
- kennt typische Fehler und Messeffekte in parallelen Programmen. Er kennt die Problematik von Wettlaufsituationen und kann Lösungsansätze ableiten. Er versteht Happens-before Beziehungen und kann diese mit logischen Uhren ermitteln.
- versteht und kann die Bedingungen für Verklemmungen erläutern. Er kann die Ursache von Verklemmungen ableiten und Methoden zur Behandlung oder Verhinderung von Verklemmungen auswählen.
- hat die Fähigkeit aktuelle Forschungsthemen im Bereich Multikernrechner zu erklären.

## **Inhalt**

Multikern-Prozessoren (Prozessoren mit mehreren parallelen Rechenkernen auf einem Chip) werden zum üblichen Standard. Die Vorlesung befasst sich mit aktuellen Themen im Bereich der Softwareentwicklung für Multikernrechner. Vorgestellt werden in diesem Kontext Entwurfsmuster, Parallelität in aktuellen Programmiersprachen, Multicore-Bibliotheken, Compiler-Interna von OpenMP sowie Fehlerfindungsmethoden für parallele Programme. Darüber hinaus werden auch Googles MapReduce-Ansatz und Programmiermodelle für GPGPUs (General-Purpose computations on Graphics Processing Units) besprochen, mit denen handelsübliche Grafikkarten als allgemeine datenparallele Rechner benutzt werden können.

## **Empfehlungen**

### 1.2.6.2.7 M-INFO-100806 Sprachtechnologie und Compiler

<b>Leistungspunkte:</b>	08,00	<b>Modulturnus:</b>
<b>Moduldauer:</b>	1 Semester	<b>Unterrichtssprache:</b>
<b>Auslaufend:</b>	Nein	<b>Gültig bis:</b>
<b>Curriculare Verankerung:</b>	Wahlpflicht in Wahlpflichtmodule	
<b>Modulverantwortliche:</b>	Gregor Snelting	

#### Teilleistungen

Pflichtbestandteile	LP	Verantwortliche
Sprachtechnologie und Compiler(S.406)	08,00	Gregor Snelting

#### Voraussetzungen

Siehe Teilleistung.

#### Erfolgskontrolle

Siehe Teilleistung.

#### Lernziele

Die Teilnehmer beherrschen die theoretischen Grundlagen und praktischen Verfahren, die den Compilerphasen Lexikalische Analyse, Syntaxanalyse, semantische Analyse, Codegenerierung, Codeoptimierung zugrundeliegen. Die Teilnehmer haben eine Übersicht über den Stand von Wissenschaft und Technik im Bereich Compilerbau und Programmanalyse. Die Teilnehmer sind in der Lage, dieses Wissen praktisch beim Bau eines Compilers umzusetzen (zB im Compilerbau-Praktikum). Die Teilnehmer können die Bedeutung von Sprach- und Compilertechnologie für andere Bereiche der Informatik beurteilen.

Insbesondere können Teilnehmer Automaten zur lexikalischen Analyse aus regulären Ausdrücken erzeugen, minimieren, und implementieren, und beherrschen Generatorsysteme wie Flex. Sie kennen wichtige Eigenschaften kontextfreier Grammatiken, und können die theoretischen Grundlagen und Konstruktionsformeln zu LL(k), LR(k), LALR(k), SLR(K), Earley-Parser ableiten. Studierende beherrschen „Grammar Engineering“ (zB Linksfaktorisierung) und können zu kleinen Grammatiken LALR(k) Parser bzw Parser mit rekursivem Abstieg konstruieren. Sie kennen Verfahren zur Syntaxfehlerbehandlung (zB dynamisch kontextsensitive Ankermengenberechnung).

Studierende können einen abstrakten Syntaxbaum als Teil der Syntaxanalyse spezifizieren, implementieren und konstruieren. Sie beherrschen Generatorsystemen wie Bison. Sie verstehen die grundlegende Bedeutung attributierter Grammatiken zur Beschreibung kontextsensitiver Analysen (zB Namensanalyse, Überladungsauflösung), und verstehen L-Attributierung sowie OAG-Attributierung.

Module / Vertiefungsfach 1 / Theoretische Grundlagen / Algorithmentechnik / Kryptographie und Sicherheit / Betriebssysteme / Parallelverarbeitung / Softwaretechnik und Übersetzerbau / Pflichtmodule / Wahlpflichtmodule /

Studierende beherrschen grundlegende Verfahren zur Zwischencodeerzeugung, insbesondere für Ausdrücke und Kontrollfluss, sowie einfache Zwischencodoptimierung (zB Ershov-Verfahren, Transformation logischer Operationen in Kontrollfluss, Elimination redundanter Operationen). Sie verstehen die Speicherabbildung einfacher und komplexer Datenobjekte. Sie beherrschen die Aufruforganisation mit Activation Records, statischen und dynamischen Links, Displays, sowie Closures für Funktionsparameter.

Studenten kennen ein Portfolio wichtiger Optimierungstechniken. Sie beherrschen die theoretischen Grundlagen von Datenflussframeworks und deren Implementierung, inklusive verbandstheoretischer Grundlagen (zB Fixpunkt-Iterationsverfahren, Galois-Verbindungen). Sie können verschiedene Varianten distributiver und nicht distributiver Datenflussverfahren anwenden (zB Konstantenpropagation), und verstehen die Bedeutung von Korrektheit, Präzision und konservativer Approximation. Sie können zu einfachen Optimierungsproblemen den abstrakten Verband und die Transferfunktionen konstruieren. Sie können die grundlegende Bedeutung des Dominanzkonzepts sowie der SSA-Darstellung beurteilen, kennen den Zusammenhang zwischen beiden, und können den Dominatorbaum und die SSA-Form von Zwischencode konstruieren. Sie können die Anwendung von Dominanz, Datenflussverfahren und SSA bei Programmabhängigkeitsgraphen und Zwischencode-Graphen (zB FIRM) analysieren und die Bedeutung dieser Graphen beurteilen.

Studierende kennen x86 Assembler. Sie können Bottom-Up Rewriting und verwandte Mechanismen zur Codeerzeugung anwenden und entsprechende Erzeugungsregeln entwickeln und beurteilen. Insbesondere können sie den Einsatz verschiedener Adressierungsmodi beurteilen. Sie verstehen Grundlagen des Instruction Scheduling. Sie können wichtige Verfahren zur Registerallokation beurteilen und anwenden (zB Linear Scan, Graphfärbung) und verstehen die Rolle der SSA und chordaler Graphen bei der Allokation. Sie können Probleme des Auslagerns und des SSA-Abbaus bei der Registerallokation beurteilen. Sie können grundlegende Verfahren zur Speicherverwaltung (zB Copy Collector, Generational Scavenging) beurteilen und anwenden.

## **Inhalt**

- Aufbau eines Compilers
- Lexikalische Analyse
- Syntaktische Analyse
- Semantische Analyse
- Codegenerierung
- Programmanalyse
- Codeoptimierung
- spezifische Technologien: LL-Parser, LR/LALR-Parser, attributierte Grammatiken, Instruktionauswahl, Registerzuteilung, Laufzeitmechanismen, Speicherverwaltung, Static Single Assignment Form nebst Anwendungen zur Optimierung, Datenflussverfahren, Garbage Collection

## **Empfehlungen**

Siehe Teilleistung.

### 1.2.6.2.8 M-INFO-100809 Fortgeschrittene Objektorientierung

<b>Leistungspunkte:</b>	05,00	<b>Modulturnus:</b>	Jedes 2. Semester, Sommersemester
<b>Moduldauer:</b>	1 Semester	<b>Unterrichtssprache:</b>	
<b>Auslaufend:</b>	Nein	<b>Gültig bis:</b>	
<b>Curriculare</b>	Wahlpflicht		in
<b>Verankerung:</b>	Wahlpflichtmodule		
<b>Modulverantwortliche:</b>	Gregor Snelting		

### Teilleistungen

Pflichtbestandteile	LP	Verantwortliche
Fortgeschrittene Objektorientierung(S.408)	05,00	Gregor Snelting

#### Voraussetzungen

Siehe Teilleistung.

#### Erfolgskontrolle

Siehe Teilleistung.

#### Lernziele

Die Teilnehmer kennen Grundlagen verschiedener objektorientierter Sprachen (z.B. Java, C#, Smalltalk, Scala) Die Teilnehmer kennen Verhalten, Implementierung, Semantik und softwaretechnische Nutzung von Vererbung und dynamischer Bindung. Die Teilnehmer kennen innovative objektorientierte Sprachkonzepte (zB Generizität, virtuelle Klassen, Traits). Die Teilnehmer kennen theoretische Grundlagen (z.B. Typsysteme), softwaretechnische Werkzeuge (zB Refaktorisierung) und Verfahren zur Analyse von objektorientierten Programmen (z.B. Points-to Analyse). Die Teilnehmer haben einen Überblick über aktuelle Forschung im Bereich objektorientierter Programmierung.

#### Inhalt

- Verhalten und Semantik von dynamischer Bindung
- Implementierung von Einfach- und Mehrfachvererbung
- Generizität, Refaktorisierung
- Traits und Mixins, Virtuelle Klassen
- Cardelli-Typsystem
- Call-Graph Analysen, Points-to Analysen
- operationale Semantik, Typsicherheit
- Bytecode, JVM, Bytecode Verifier, dynamische Compilierung

Module / Vertiefungsfach 1 / Theoretische Grundlagen / Algorithmentchnik / Kryptographie und Sicherheit / Betriebssysteme / Parallelverarbeitung / Softwaretechnik und Übersetzerbau / Pflichtmodule / Wahlpflichtmodule /

### **Empfehlungen**

Siehe Teilleistung.

### 1.2.6.2.9 M-INFO-100813 Moderne Entwicklungsumgebung am Beispiel von .NET

<b>Leistungspunkte:</b>	03,00	<b>Modulturnus:</b>
<b>Moduldauer:</b>	1 Semester	<b>Unterrichtssprache:</b>
<b>Auslaufend:</b>	Nein	<b>Gültig bis:</b>
<b>Curriculare Verankerung:</b>	Wahlpflicht in Wahlpflichtmodule	
<b>Modulverantwortliche:</b>	Walter Tichy	

#### Teilleistungen

Pflichtbestandteile	LP	Verantwortliche
Moderne Entwicklungsumgebung am Beispiel von .NET(S.411)	03,00	Walter Tichy

#### Voraussetzungen

Siehe Teilleistung.

#### Erfolgskontrolle

Siehe Teilleistung.

#### Lernziele

Studierende kennen die .NET-Philosophie, Entwurfsziele und Einsatzzweck. Sie können die konzeptionellen Unterschiede zu Java erläutern.

Studierende kennen das .NET-Typsysteme und die CLS, können deren Zusammenhang erläutern und für ein gegebenes Problem, die geeigneten Typen auswählen. Sie sind in der Lage das Typsystem mit anderen Programmierumgebungen (bspw. Java) zu vergleichen.

Studierende kennen den Unterschied zwischen Wert- und Referenztypen.

Studierende verstehen das Ausführungsmodell von .NET und kennen die Bestandteile der Common Language Infrastructure CLI (virtuelle Maschine mit gemeinsamem Typsystem, Instruktionssatz und Laufzeitsystem). Studierende können die Zwischensprache IL erklären und verstehen die Funktionsweise des IL-Erzeugers.

Studierende kennen die Common Language Runtime CLR und ihre Bestandteile. Studierende können die Algorithmen für Speicherverwaltung und Registerverwaltung (Mark-Compact Collector, Linear Scan

Module / Vertiefungsfach 1 / Theoretische Grundlagen / Algorithmentechnik / Kryptographie und Sicherheit / Betriebssysteme / Parallelverarbeitung / Softwaretechnik und Übersetzerbau / Pflichtmodule / Wahlpflichtmodule /

Allocation) anwenden. Studierende können die Vor- und Nachteile von Kellermaschinen herleiten und die Instruktionausführung darstellen. Studierende kennen die Grundzüge des Laufzeitübersetzers, insbesondere die verschiedenen Phasen. Studierende können Programme in SSA-Form überführen.

Studierende beherrschen Syntax und Semantik der Programmiersprache C#, inklusive weiterführender Konzepte wie Nebenläufigkeit und generische Programmierung.

## **Inhalt**

Im ersten Teil der Veranstaltung wird die Programmiersprache C# auf Grundlage des ECMA-Standards 334 eingehend besprochen. Dabei liegt der Schwerpunkt auf den Erweiterungen gegenüber Java. Das Wesen der Vorlesung ist, die exakte Semantik (und die vollständige Syntax) der Programmierkonstrukte zu betrachten. Insbesondere die Betrachtung der Randfälle hilft, die innere Funktionsweise einer modernen Programmiersprache zu verstehen.

Der zweite Teil der Veranstaltung beschäftigt sich mit der Laufzeitumgebung CLI. Hierbei werden die Aufgaben aber auch Schutz- und Leistungs-Potenziale moderner virtueller Maschinen erörtert.

## **Empfehlungen**

### 1.2.6.2.10 M-INFO-100844 Komponentenbasierte Software-Architektur

<b>Leistungspunkte:</b>	03,00	<b>Modulturnus:</b>
<b>Moduldauer:</b>	1 Semester	<b>Unterrichtssprache:</b>
<b>Auslaufend:</b>	Nein	<b>Gültig bis:</b>
<b>Curriculare Verankerung:</b>	Wahlpflicht in Wahlpflichtmodule	
<b>Modulverantwortliche:</b>	Ralf Reussner	

#### Teilleistungen

Pflichtbestandteile	LP	Verantwortliche
Komponentenbasierte Software-Architektur(S.430)	03,00	Ralf Reussner

#### Voraussetzungen

Siehe Teilleistung.

#### Erfolgskontrolle

Siehe Teilleistung.

#### Lernziele

Die Studierenden verstehen grundlegende und weiterführende Konzepte der komponentenbasierten Softwareentwicklung. Sie können konkrete Middleware-Plattformen bewerten hinsichtlich ihrer Eignung zur Realisierung komponentenbasierter Software-Systeme. Sie verstehen die Rolle von Komponenten und expliziten Software-Architekturbeschreibungen für die ingenieurmäßige Software-Entwicklung.

Sie kennen das Vorgehen zur Entwicklung von Komponenten und mit Komponenten. Spezifische Themen, wie Interoperabilitätsprüfungen und Vertragliche Nutzung werden verstanden und können projektspezifisch angepasst und eingesetzt werden.

Verfahren zur Dokumentation, Bewertung und Wiederverwendung von Software-Architekturen werden verstanden und können eingesetzt werden. Konkret werden Software-Architekturmuster und Software-Produktlinien verstanden und können hinsichtlich projektspezifischer Einsetzbarkeit bewertet werden.

#### Inhalt

Enterprise Java Beans (EJBs), Corba oder COM - komponentenbasierte Software-Entwicklung ist in Praxis und Wirtschaft erfolgreich und weit verbreitet und gewinnt in der Software-Technik zunehmend an Bedeutung. Zu den Vorteilen komponentenbasierter Software-Entwicklung zählen die Wiederverwendbarkeit von Komponenten und dadurch eine gesteigerte Effizienz bei der Entwicklung, verkürzte Entwicklungs-Zyklen und damit auch eine Verringerung von "Time-to-Market".

Module / Vertiefungsfach 1 / Theoretische Grundlagen / Algorithmentechnik / Kryptographie und Sicherheit / Betriebssysteme / Parallelverarbeitung / Softwaretechnik und Übersetzerbau / Pflichtmodule / Wahlpflichtmodule /

Aus wissenschaftlicher Sicht lassen sich auf funktionaler Ebene Aussagen zur Kompatibilität und Funktionsfähigkeit zusammengefüger Komponenten treffen. Daneben eignet sich ein komponentenbasierter Ansatz hervorragend für die ingenieurmäßige Entwicklung von Software mit vorhersagbaren Qualitäts-Eigenschaften. Damit lassen sich beispielsweise Performanz- und Zuverlässigkeits-Eigenschaften noch vor der tatsächlichen Implementierung eines Software-Systems bestimmen. Auf dieser Grundlage lassen sich gezielt Entscheidungen über Alternativen in der Entwurfsphase von Software treffen.

In der Vorlesung werden Paradigmen und Techniken für eine systematische Vorgehensweise bei Entwurf, Implementierung und Testen von Software-Komponenten vermittelt. Dazu gehören u.a. UML für die Beschreibung von statischen und dynamischen Aspekten von Komponenten, Schnittstellenentwurf, parametrisierte Verträge, Komponentenadaptation und Interoperabilität. Anhand des Palladio-Komponentenmodells werden Trends und fortschrittliche Technologien vorgestellt, z.B. Performance-Vorhersage zur Entwurfszeit, Rollenmodelle für Entwurf und Entwicklung von komponentenbasierter Software, sowie modellgetriebene Code-Generierung aus Modellen.

Die Vorlesung behandelt UML als Beschreibungssprache für Komponenten und Architekturen. Die Evaluation von Architekturen wird anhand der Verfahren SAAM und ATAM veranschaulicht. Auch dem Entwicklungsprozess wird Beachtung geschenkt, wobei die Betonung auf modellgetriebene Architekturentwicklung (MDA) gelegt wird. In diesem Zusammenhang behandelt die Vorlesung Technologien wie MOF, OCL und auch architekturzentrierte modellgetriebene Softwareentwicklung (AC-MDSD). Moderne Middleware aus der Praxis wie z.B. Java EE / EJB wird vorgestellt, und eine Taxonomie der verschiedenen Middleware-Arten wird diskutiert. Weiterhin sind Software-Produktlinien, SOA (service-orientierte Architekturen) sowie Architektur-Muster („Patterns“) Bestandteile der Vorlesung. Die Behandlung der funktionalen Architektur-Eigenschaften wird ergänzt durch Vorstellung der Verfahren für Analyse der extra-funktionalen Eigenschaften der Architekturen, u.a. werden modellbasierte Verfahren für die Performance-Vorhersage vorgestellt.

## **Empfehlungen**

Siehe Teilleistung.

### 1.2.6.2.11 M-INFO-100845 Semantik von Programmiersprachen

<b>Leistungspunkte:</b>	04,00	<b>Modulturnus:</b>
<b>Moduldauer:</b>	1 Semester	<b>Unterrichtssprache:</b>
<b>Auslaufend:</b>	Nein	<b>Gültig bis:</b>
<b>Curriculare Verankerung:</b>	Wahlpflicht in Wahlpflichtmodule	
<b>Modulverantwortliche:</b>	Gregor Snelting	

#### Teilleistungen

Pflichtbestandteile	LP	Verantwortliche
Semantik von Programmiersprachen(S.431)	04,00	Gregor Snelting

#### Voraussetzungen

Siehe Teilleistung.

#### Erfolgskontrolle

Siehe Teilleistung.

#### Lernziele

Studierende beherrschen die Grundlagen von operationaler, denotationaler und axiomatischer Semantik und ihre Anwendung auf eine einfache While-Sprache und eine einfache Assembler-Sprache.

Insbesondere können die Studierenden eine Semantik ihrer Art (Small-Step, Big-Step, denotational, Continuation und axiomatisch) zuordnen. Studierende können jeweils Beispiele erklären und die Vor- und Nachteile der einzelnen Semantik-Arten beurteilen.

Studierende können zu informellen Aussagen (z.B. Typsicherheit, Programmiersprachen) über ein Programm oder Programme im Allgemeinen entsprechende formale Aussagen bezüglich einer gegebenen Semantik konstruieren. Sie können die der Semantik angemessene Beweistechnik identifizieren und mit dieser die formalen Aussagen beweisen. Darüber hinaus können die Studierende die für eine formale Aussage geeignete Semantik-Art identifizieren und diese Wahl begründen.

Studierende können Zusammenhänge zwischen Semantiken verschiedener Art herstellen und die entsprechenden Äquivalenzbeweise führen. Studierende können Beziehungen zwischen verschiedenen Sprachen (z.B. Compiler) formal modellieren und Beweise (z.B. Korrektheit) über diese Beziehung führen. Studierende können die abstrakte Syntax, die Semantik-Definition und die Beweise um weitere Sprachkonstrukte erweitern.

Dazu beherrschen Studierende die notwendigen mathematischen Grundlagen (Mengen, Relation mit ihren Eigenschaften, induktive Definitionen, strukturelle Induktion). Sie können die Definitionen erläutern, Aussagen formulieren und Beweise führen sowie damit formale Modelle konstruieren.

Module / Vertiefungsfach 1 / Theoretische Grundlagen / Algorithmentechnik / Kryptographie und Sicherheit / Betriebssysteme / Parallelverarbeitung / Softwaretechnik und Übersetzerbau / Pflichtmodule / Wahlpflichtmodule /

Studierende können induktive Definitionen und Beweise in Inferenzregel-Schreibweise interpretieren und selbst formulieren.

Desweiteren können Studierende wichtige Definition und Eigenschaften der Verbandstheorie (kettenstetige Halbordnung, Monotonie, Stetigkeit, Fixpunktsätze) nennen, gegebene Beispiele prüfen und selbst Beispiele konstruieren. Sie können diese Theorie im Kontext der denotationalen Continuation-Semantik anwenden.

## **Inhalt**

Die formale Semantik einer Programmiersprache legt mit mathematischen Methoden die exakte Bedeutung eines Programms bzw. seines Ablaufs fest. Nicht nur verbessert eine formale Semantik Verständnis und Präzision von Sprachen und ihren Beschreibungen; formale Semantik ermöglicht erst den strengen Beweis von Sicherheitseigenschaften, wie z.B. dass ein Programm nicht wegen illegaler Casts abstürzen kann ("Typsicherheit"). Die Veranstaltung stellt Grundlagen und Anwendungen moderner Semantik vor.

Themen:

- Abstrakte Syntax
- Operationale Semantik
- Denotationale Semantik
- Continuation-Semantik
- Typsysteme
- Typsicherheit
- Korrektheit und Vollständigkeit der Hoare-Logik

## **Empfehlungen**

Siehe Teilleistung.

### 1.2.6.2.12 M-INFO-100985 Praxis der Multikern-Programmierung: Werkzeuge, Modelle, Sprachen

<b>Leistungspunkte:</b>	06,00	<b>Modulturnus:</b>	
<b>Moduldauer:</b>		<b>Unterrichtssprache:</b>	Deutsch
<b>Auslaufend:</b>	Nein	<b>Gültig bis:</b>	
<b>Curriculare Verankerung:</b>	Wahlpflicht in Wahlpflichtmodule		
<b>Modulverantwortliche:</b>			

#### Teilleistungen

Pflichtbestandteile	LP	Verantwortliche
Praxis der Multikern-Programmierung: Werkzeuge, Modelle, Sprachen(S.441)	06,00	

#### Voraussetzungen

Siehe Teilleistung.

#### Erfolgskontrolle

Siehe Teilleistung.

#### Lernziele

Die Teilnehmer beherrschen theoretische Grundlagen der Parallelprogrammierung, sie kennen die Konzepte von Sperrern, Barrieren und gemeinsamem Speicher und können diese Konzepte zum Entwurf

paralleler Algorithmen anwenden. Sie beherrschen die Bedienung von unterstützenden Werkzeugen wie Profilern und Debuggern und können damit die Implementierungen paralleler Programme bewerten.

Insbesondere kennen die Teilnehmer die Konzepte diverser paralleler Programmierumgebungen wie z.B. Java, pthreads, OpenMP und OpenCL und sind in der Lage, mittels dieser komplexe parallele Programme zu entwerfen und zu implementieren. Weiterhin können sie alternative Programmierparadigmen wie beispielsweise nicht-blockierende Synchronisation, nachrichtenbasierte Koordination (z.B. Google Go) und heterogene Programmierung (OpenACC) erläutern.

Die Studierenden sind in der Lage, parallele Programme zu analysieren und dabei Optimierungspotenzial und Programmierfehler aufzudecken und zu verbessern. Sie können parallele Algorithmen bewerten und vergleichen sowie neue entwickeln.

Studierende sind in der Lage, sequentieller Software auf Parallelisierungspotenzial hin zu untersuchen und sie mit unterschiedlichen Technologien in ein paralleles Programm zu überführen. Dazu können sie die Stärken und Schwächen unterschiedlicher paralleler Hard- und Software-Plattformen bewerten und Aussagen über ihre Eignung für das gegebene Problem treffen.

Module / Vertiefungsfach 1 / Theoretische Grundlagen / Algorithmentchnik / Kryptographie und Sicherheit / Betriebssysteme / Parallelverarbeitung / Softwaretechnik und Übersetzerbau / Pflichtmodule / Wahlpflichtmodule /

Weiterhin haben die Teilnehmer demonstriert, dass sie fähig sind, sich in große, reale Projekte einzuarbeiten. Sie sind geübt in Teamarbeit, strukturierter Formulierung, Präsentation und schriftlicher

Ausarbeitung ihrer Ergebnisse.

### **Inhalt**

Multikern-Prozessoren mit mehreren Rechenkernen auf einem Chip werden zum üblichen Standard. Diese Vorlesung fokussiert auf die Vermittlung praktischer Fähigkeiten der Softwareentwicklung für parallele Systeme. Ausgewählte Prinzipien aus den Bereichen Programmiermodelle und -Sprachen, Entwurfsmuster sowie Fehlerfindung werden exemplarisch und ausführlich diskutiert. Das vermittelte Wissen wird anhand von praktischen Übungen und Fallstudien intensiv vertieft.

### **Empfehlungen**

## 1.2.7 Entwurf eingebetteter Systeme und Rechnerarchitektur

### 1.2.7.1 Pflichtmodule

### 1.2.7.2 Wahlpflichtmodule

#### 1.2.7.2.1 M-INFO-100721 Rekonfigurierbare und Adaptive Systeme

<b>Leistungspunkte:</b>	03,00	<b>Modulturnus:</b>
<b>Moduldauer:</b>	1 Semester	<b>Unterrichtssprache:</b>
<b>Auslaufend:</b>	Nein	<b>Gültig bis:</b>
<b>Curriculare Verankerung:</b>	Wahlpflicht in Wahlpflichtmodule	
<b>Modulverantwortliche:</b>	Jörg Henkel	

#### Teilleistungen

Pflichtbestandteile	LP	Verantwortliche
Rekonfigurierbare und Adaptive Systeme(S.360)	03,00	Jörg Henkel

#### Voraussetzungen

Siehe Teilleistung

#### Erfolgskontrolle

Siehe Teilleistung

#### Lernziele

Der/Die Studierende

- erlernt die Grundlagen von rekonfigurierbaren Systemen.
- versteht der unterschiedlichen Charakterisierungen rekonfigurierbarer Systeme und deren Auswirkungen auf das Potential zur Adaptivität.
- überblickt die Methoden zur Verwaltung der Adaptivität (Laufzeitsystem).
- ist fähig zum Entwurf und Einsatz adaptiver Systeme für eine vorgegebene Problemstellung durch Anwendung der vermittelten Charakterisierungen und Laufzeitsysteme.
- erhält Zugang zu aktuellen Forschungsthemen erschließen.

## **Inhalt**

Die Anforderungen bezüglich Performanz, Flexibilität und Energieeffizienz an heutige eingebettete Systeme steigen kontinuierlich und der Markt muss schneller als zuvor auf sich ändernde Trends und Entwicklungen (z.B. für Smartphones, Netbooks etc.) reagieren. Etablierte Lösungsansätze, die auf Standardprozessoren, anwendungsspezifischen Schaltungen (ASICs) oder anwendungsspezifischen Prozessoren (ASIPs) basieren, sind kaum mehr in der Lage, alle o.g. Kriterien hinreichend zu erfüllen. So haben Standardprozessoren Schwächen bei Performanz und Energieeffizienz, ASICs bei der Flexibilität und auch ASIPs bieten nicht die notwendige Flexibilität und Performanz, wenn die Menge der auszuführenden Anwendungen nicht relativ klein und vorab klar abgesteckt ist.

Rekonfiguration ist eine Technik die es erlaubt, zur Laufzeit Teile der Hardwareschaltungen zu verändern. Dies wird z.B. durch programmierbare Logikfelder (FPGAs) oder ALU Felder erreicht, die in die entsprechenden ICs integriert werden. Rekonfigurierbare adaptive Systeme nutzen dieses Potential, um sich dynamisch an sich ändernde Anforderungen anzupassen. Dadurch können sie die erreichbare Performanz und Energieeffizienz weiter erhöhen und ermöglichen es außerdem, neue Standards (z.B. für Kommunikation, Verschlüsselung oder Multimedia Verarbeitung/Komprimierung) zu unterstützen, ohne das die Hardware dafür neu entworfen/optimiert werden muss. Zusätzlich kann die Rekonfigurierbarkeit der Hardware gezielt genutzt werden, um die Zuverlässigkeit/Ausfallsicherheit der Systeme zu verbessern, wie es z.B. in strahlungsbelasteten Umgebungen wie bei den Marssonden oder im CERN bereits heute eingesetzt wird.

Im Rahmen dieser Vorlesung werden zuerst die Grundlagen für dynamisch rekonfigurierbare Hardware vorgestellt und an Beispielen verdeutlicht, bevor anschließend ein Überblick auf das Gebiet und dessen Potentiale gegeben wird. Neben unterschiedlichen Ansätzen für Hardwarearchitekturen (die die Möglichkeiten der Systeme bestimmen) werden die Schwerpunkte speziell auf den Bereichen Entwurfsmethoden (Werkzeuge, Syntheseverfahren, Compiler etc.), Laufzeitsysteme (Betriebssysteme, Laufzeitübersetzung/-transformation etc) und Laufzeitadaption (Selbstoptimierung, Selbstheilung etc) liegen. Dabei wird auch ein Ausblick auf die jeweiligen aktuellen Forschungsarbeiten gegeben

## **Empfehlungen**

Siehe Teilleistung

Module / Vertiefungsfach 1 / Theoretische Grundlagen / Algorithmentechnik / Kryptographie und Sicherheit / Betriebssysteme / Parallelverarbeitung / Softwaretechnik und Übersetzerbau / Entwurf eingebetteter Systeme und Rechnerarchitektur / Pflichtmodule / Wahlpflichtmodule /

### 1.2.7.2.2 M-INFO-100748 Kraftwerksleittechnik unter besonderer Berücksichtigung von Sicherheit und Verfügbarkeit

<b>Leistungspunkte:</b>	3	<b>Modulturnus:</b>
<b>Moduldauer:</b>	1 Semester	<b>Unterrichtssprache:</b>
<b>Auslaufend:</b>	Nein	<b>Gültig bis:</b>
<b>Curriculare Verankerung:</b>	Wahlpflicht in Wahlpflichtmodule	
<b>Modulverantwortliche:</b>	Alexei Konnov	

### Teilleistungen

Pflichtbestandteile	LP	Verantwortliche
Kraftwerksleittechnik unter besonderer Berücksichtigung von Sicherheit und Verfügbarkeit(S.373)	3	Alexei Konnov

#### Voraussetzungen

Keine

#### Erfolgskontrolle

None

#### Lernziele

#### Inhalt

#### Empfehlungen

Module / Vertiefungsfach 1 / Theoretische Grundlagen / Algorithmentechnik / Kryptographie und Sicherheit / Betriebssysteme / Parallelverarbeitung / Softwaretechnik und Übersetzerbau / Entwurf eingebetteter Systeme und Rechnerarchitektur / Pflichtmodule / Wahlpflichtmodule /

### 1.2.7.2.3 M-INFO-100759 Eingebettete Systeme für Multimedia und Bildverarbeitung

<b>Leistungspunkte:</b>	03,00	<b>Modulturnus:</b>
<b>Moduldauer:</b>	1 Semester	<b>Unterrichtssprache:</b>
<b>Auslaufend:</b>	Nein	<b>Gültig bis:</b>
<b>Curriculare Verankerung:</b>	Wahlpflicht in Wahlpflichtmodule	
<b>Modulverantwortliche:</b>	Jörg Henkel	

### Teilleistungen

Pflichtbestandteile	LP	Verantwortliche
Eingebettete Systeme für Multimedia und Bildverarbeitung(S.378)	03,00	Jörg Henkel

#### Voraussetzungen

Siehe Teilleistung

#### Erfolgskontrolle

Siehe Teilleistung

#### Lernziele

Der/Die Studierende

- erlernt der Grundlagen von eingebetteten Multimedia- und Bildverarbeitungssystemen
- versteht der verschiedenen Charakterisierungen von Multimedia und Bildverarbeitungsalgorithmen und von eingebetteter Hardware
- erlernt des Zusammenspiels von Multimedia und Bildverarbeitungsalgorithmen mit eingebetteter Hardwarearchitekturen zusammen mit Anwendungsspezifischen Optimierungstechniken
- ist fähig eingebettete Multimedia und Bildbearbeitungssysteme zu entwerfen, zu entwickeln und sie in gegebenen Anwendungen aus Bereichen wie dem Internet der Dinge, dem Automobilbau etc. anzuwenden
- erhält Zugang zu aktuellen Forschungsthemen erschließen

#### Inhalt

Eingebettete Multimedia- und Bildverarbeitungssysteme sind allgegenwärtig im Internet der Dinge (mit IP-, Smart- und Kognitiven-Kameras), Automobilbau, medizinischer Bildverarbeitung, Sicherheit, Unterhaltung etc. Die kontinuierlich steigenden Benutzeranforderungen und Erwartungen resultieren in einem signifikanten Wachstum fortschrittlicher Multimedia Dienste bei eingebetteten Multimediasystemen. Darüber hinaus wird erwartet, dass die Videoauflösungen von High Definition über

Module / Vertiefungsfach 1 / Theoretische Grundlagen / Algorithmentechnik / Kryptographie und Sicherheit / Betriebssysteme / Parallelverarbeitung / Softwaretechnik und Übersetzerbau / Entwurf eingebetteter Systeme und Rechnerarchitektur / Pflichtmodule / Wahlpflichtmodule /

Ultra-High-Definition bis zur sog. Super-Vision ansteigt, wodurch im Vergleich zu aktuellen Standards ein ungefähr 100 mal größerer Rechenaufwand erforderlich wird. Einerseits haben solche Systeme durch die massiven Datenraten sehr hohe Anforderungen an die Rechenleistung und den Leistungsverbrauch. Andererseits müssen sie stringente Einschränkungen in Bezug auf Leistungsverbrauch und Flächenbedarf erfüllen. Darum ist der Entwurf von solchen eingebetteten Multimedia- und Bildverarbeitungssystemen eine signifikante Herausforderung.

Diese Vorlesung ist darauf ausgerichtet einen Einblick in innovative Architekturen, Algorithmen, Laufzeitsysteme und Entwurfsmethoden für hochperformante eingebettete Multimedia- und Bildverarbeitungssysteme mit geringem Leistungs-/Energieverbrauch zu vermitteln. Ein Hauptfokus ist auf gemeinsame Hardware/Software Techniken gerichtet, d.h. wie fortschrittliche Multimedia- und Bildverarbeitungsalgorithmen für Architekturen optimiert/adaptiert werden können und wie eingebettete Systeme für diese Algorithmen optimiert/adaptiert werden können.

In dieser Vorlesung werden die folgenden Themen zusammen mit Perspektiven auf aktuelle Forschungsarbeiten vorgestellt:

- Einführung in die Grundlagen fortschrittlicher Multimedia- und Bildverarbeitungsanwendungen zusammen mit einer umfassenden Analyse der Algorithmen bezüglich Performanz, Leistungsverbrauch und Speicheranforderungen.
- Eine ausführliche Übersicht auf den aktuellen Stand der Technik, traditionelle Entwicklungsabläufe und Algorithmen, sowie eine Darstellung derer Grenzen im Rahmen der zuvor beschriebenen Herausforderungen.
- Entwurf und Analyse von mehreren leichtgewichtigen Multimedia- und Bildverarbeitungsalgorithmen und Techniken zur Verwaltung der Berechnungen.
- Verschiedene Ansätze für spezialisierte (Multi-/Many-core) Prozessorarchitekturen und Entwurfsmethoden für eingebettete Multimedia- und Bildverarbeitungssysteme (z.B. gestaffelte MPSoCs, Datenfluss Prozessoren und Stochastische Prozessoren) inklusive fortschrittlicher Videospeicherhierarchien für diese Systeme.
- Laufzeitsysteme für effiziente anwendungsgetriebene Ressourcen- und Powerverwaltung durch gemeinsame Algorithmus/Architektur-Adaption, um auf dynamisch veränderliche Szenarien zu reagieren. Die Themen Approximative Berechnungen, Abbilden von Datenfluss Algorithmen, Parallelisieren von Datenfluss Anwendungen und anwendungsgetriebene dynamische Leistungsverbrauchsverwaltung werden behandelt.

## **Empfehlungen**

Siehe Teilleistung

Module / Vertiefungsfach 1 / Theoretische Grundlagen / Algorithmentechnik / Kryptographie und Sicherheit / Betriebssysteme / Parallelverarbeitung / Softwaretechnik und Übersetzerbau / Entwurf eingebetteter Systeme und Rechnerarchitektur / Pflichtmodule / Wahlpflichtmodule /

#### 1.2.7.2.4 M-INFO-100807 Low Power Design

<b>Leistungspunkte:</b>	03,00	<b>Modulturnus:</b>
<b>Moduldauer:</b>	1 Semester	<b>Unterrichtssprache:</b>
<b>Auslaufend:</b>	Nein	<b>Gültig bis:</b>
<b>Curriculare Verankerung:</b>	Wahlpflicht in Wahlpflichtmodule	
<b>Modulverantwortliche:</b>	Jörg Henkel	

### Teilleistungen

Pflichtbestandteile	LP	Verantwortliche
Low Power Design(S.407)	03,00	Jörg Henkel

#### Voraussetzungen

Siehe Teilleistung

#### Erfolgskontrolle

Siehe Teilleistung

#### Lernziele

Die Studierenden erlernen für alle Ebenen des Entwurfs Eingebetteter Systeme die Berücksichtigung energie- sparerer Maßnahmen bei gleichzeitiger Erhaltung der Rechenleistung. Nach Abschluss der Vorlesung ist der Student/die Studentin in der Lage, den problematischen Energieverbrauch zu erkennen und Maßnahmen zu dessen Beseitigung zu ergreifen.

#### Inhalt

Beim Entwurf von On-Chip-Systemen ist heutzutage der Leistungsverbrauch das wichtigste Kriterium. Während andere Entwurfskriterien wie z.B. Performanz früher maßgeblich waren, ist es heute unerlässlich, auf den Leistungsverbrauch hin zu optimieren, da dies der limitierende Faktor ist. Tatsächlich hat der Leistungsverbrauch im letzten Jahrzehnt vieles verändert: die Tatsache, dass es heute Multi-Core Chips anstatt von Single-Core Chips gibt, ist eine direkte Folge des Leistungsverbrauchs. Leistungsverbrauch ist dabei keineswegs nur eine Frage von Hardware, sondern wird auch entscheidend durch die Software und das Betriebssystem bestimmt. Die Vorlesung ist deshalb unverzichtbar für alle, die sich mit On-Chip Systemen auf Hardware-, Software- und Betriebssystemebene beschäftigen.

Die Vorlesung gibt deshalb einen Überblick über Entwurfsverfahren, Syntheseverfahren,

Schätzverfahren, Softwaretechniken, Betriebssystemstrategien, Schedulingverfahren usw., mit dem Ziel, den Leistungsverbrauch von On-Chip Systemen eingebetteter Systeme zu minimieren unter gleichzeitiger

Module / Vertiefungsfach 1 / Theoretische Grundlagen / Algorithmentechnik / Kryptographie und Sicherheit / Betriebssysteme / Parallelverarbeitung / Softwaretechnik und Übersetzerbau / Entwurf eingebetteter Systeme und Rechnerarchitektur / Pflichtmodule / Wahlpflichtmodule /

Beibehaltung der geforderten Performance. Sowohl forschungsrelevante als auch bereits etablierte (d.h. in Produkten implementierte) Techniken auf verschiedenen Abstraktionsebenen (vom Schaltkreis zum System) werden in der Vorlesung behandelt.

### **Empfehlungen**

Siehe Teilleistung

Module / Vertiefungsfach 1 / Theoretische Grundlagen / Algorithmentchnik / Kryptographie und Sicherheit / Betriebssysteme / Parallelverarbeitung / Softwaretechnik und Übersetzerbau / Entwurf eingebetteter Systeme und Rechnerarchitektur / Pflichtmodule / Wahlpflichtmodule /

### 1.2.7.2.5 M-INFO-100818 Rechnerstrukturen

<b>Leistungspunkte:</b>	06,00	<b>Modulturnus:</b>
<b>Moduldauer:</b>	1 Semester	<b>Unterrichtssprache:</b>
<b>Auslaufend:</b>	Nein	<b>Gültig bis:</b>
<b>Curriculare Verankerung:</b>	Wahlpflicht in Wahlpflichtmodule	
<b>Modulverantwortliche:</b>	Jörg Henkel,Wolfgang Karl	

#### Teilleistungen

Pflichtbestandteile	LP	Verantwortliche
Rechnerstrukturen(S.414)	06,00	Jörg Henkel,Wolfgang Karl

#### Voraussetzungen

Siehe Teilleistung

#### Erfolgskontrolle

Siehe Teilleistung

#### Lernziele

Die Lehrveranstaltung soll die Studierenden in die Lage versetzen,

- grundlegendes Verständnis über den Aufbau, die Organisation und das Operationsprinzip von Rechnersystemen zu erwerben,
- aus dem Verständnis über die Wechselwirkungen von Technologie, Rechnerkonzepten und Anwendungen die grundlegenden Prinzipien des Entwurfs nachvollziehen und anwenden zu können,
- Verfahren und Methoden zur Bewertung und Vergleich von Rechensystemen anwenden zu können,
- grundlegendes Verständnis über die verschiedenen Formen der Parallelverarbeitung in Rechnerstrukturen zu erwerben.

Insbesondere soll die Lehrveranstaltung die Voraussetzung liefern, vertiefende Veranstaltungen über eingebettete Systeme, moderne Mikroprozessorarchitekturen, Parallelrechner, Fehlertoleranz und Leistungsbewertung zu besuchen und aktuelle Forschungsthemen zu verstehen.

#### Inhalt

Der Inhalt umfasst:

Module / Vertiefungsfach 1 / Theoretische Grundlagen / Algorithmentechnik / Kryptographie und Sicherheit / Betriebssysteme / Parallelverarbeitung / Softwaretechnik und Übersetzerbau / Entwurf eingebetteter Systeme und Rechnerarchitektur / Pflichtmodule / Wahlpflichtmodule /

- Einführung in die Rechnerarchitektur
- Grundprinzipien des Rechnerentwurfs: Kompromissfindung zwischen Zielsetzungen, Randbedingungen, Gestaltungsgrundsätzen und Anforderungen
- Leistungsbewertung von Rechensystemen
- Parallelismus auf Maschinenbefehlsebene: Superskalartechnik, spekulative Ausführung, Sprungvorhersage, VLIW-Prinzip, mehrfädige Befehlsausführung
- Parallelrechnerkonzepte, speichergekoppelte Parallelrechner (symmetrische Multiprozessoren, Multiprozessoren mit verteiltem gemeinsamem Speicher), nachrichtenorientierte Parallelrechner, Multicore-Architekturen, parallele Programmiermodelle
- Verbindungsnetze (Topologien, Routing)
- Grundlagen der Vektorverarbeitung, SIMD, Multimedia-Verarbeitung
- Energie-effizienter Entwurf
- Grundlagen der Fehlertoleranz, Zuverlässigkeit, Verfügbarkeit, Sicherheit

### **Empfehlungen**

Siehe Teilleistung

### 1.2.7.2.6 M-INFO-100821 Mikroprozessoren II

<b>Leistungspunkte:</b>	03,00	<b>Modulturnus:</b>
<b>Moduldauer:</b>	1 Semester	<b>Unterrichtssprache:</b>
<b>Auslaufend:</b>	Nein	<b>Gültig bis:</b>
<b>Curriculare Verankerung:</b>	Wahlpflicht in Wahlpflichtmodule	
<b>Modulverantwortliche:</b>	Wolfgang Karl	

#### Teilleistungen

Pflichtbestandteile	LP	Verantwortliche
Mikroprozessoren II(S.416)	03,00	Wolfgang Karl

#### Voraussetzungen

Siehe Teilleistung

#### Erfolgskontrolle

Siehe Teilleistung

#### Lernziele

Die Studenten sollen detaillierte Kenntnisse über die Architektur und Operationsprinzipien von Multicore-Mikroprozessoren erwerben. Insbesondere sollen die Studierenden die Konzepte zur parallelen Programmierung von Multicore-Prozessoren verstehen und anwenden können. Sie sollen in der Lage sein, aktuelle Forschungsarbeiten auf dem Gebiet der Rechnerarchitektur zu verstehen.

#### Inhalt

Moderne Prozessorarchitekturen integrieren mehrere Prozessorkerne auf einem Chip. Zum einen werden die Architektur und Operationsprinzipien homogener und heterogener Multicore-Prozessoren vorgestellt und analysiert sowie die Speicherorganisation und Verbindungsstrukturen behandelt. Ebenso werden die Programmierkonzepte für Multicore-Prozessoren vermittelt. Hierauf aufbauend werden die Problemstellungen zukünftiger Prozessorarchitekturen mit über Hundert Prozessorkernen diskutiert.

#### Empfehlungen

Siehe Teilleistung

### 1.2.7.2.7 M-INFO-100822 Heterogene parallele Rechensysteme

<b>Leistungspunkte:</b>	03,00	<b>Modulturnus:</b>
<b>Moduldauer:</b>	1 Semester	<b>Unterrichtssprache:</b>
<b>Auslaufend:</b>	Nein	<b>Gültig bis:</b>
<b>Curriculare Verankerung:</b>	Wahlpflicht in Wahlpflichtmodule	
<b>Modulverantwortliche:</b>	Wolfgang Karl	

#### Teilleistungen

Pflichtbestandteile	LP	Verantwortliche
Heterogene parallele Rechensysteme(S.417)	03,00	Wolfgang Karl

#### Voraussetzungen

Siehe Teilleistung

#### Erfolgskontrolle

Siehe Teilleistung

#### Lernziele

- Die Studierenden sollen vertiefende Kenntnisse über die Architektur und die Operationsprinzipien von parallelen, heterogenen und verteilten Rechnerstrukturen erwerben.
- Sie sollen die Fähigkeit erwerben, parallele Programmierkonzepte und Werkzeuge zur Analyse paralleler Programme anzuwenden.
- Sie sollen die Fähigkeit erwerben, anwendungsspezifische und rekonfigurierbare Komponenten einzusetzen.
- Sie sollen in die Lage versetzt werden, weitergehende Architekturkonzepte und Werkzeuge für parallele Rechnerstrukturen entwerfen zu können.

#### Inhalt

Moderne Rechnerstrukturen nützen den Parallelismus in Programmen auf allen Systemebenen aus. Darüber hinaus werden anwendungsspezifische Koprozessoren und rekonfigurierbare Bausteine zur Anwendungsbeschleunigung eingesetzt. Aufbauend auf den in der Lehrveranstaltung Rechnerstrukturen vermittelten Grundlagen, werden die Architektur und Operationsprinzipien paralleler und heterogener Rechnerstrukturen vertiefend behandelt. Es werden die parallelen Programmierkonzepte sowie die Werkzeuge zur Erstellung effizienter paralleler Programme vermittelt. Es werden die Konzepte und der Einsatz anwendungsspezifischer Komponenten (Koprozessorkonzepte) und rekonfigurierbarer Komponenten vermittelt. Ein weiteres Themengebiet ist Grid-Computing und Konzepte zur Virtualisierung.

Module / Vertiefungsfach 1 / Theoretische Grundlagen / Algorithmentechnik / Kryptographie und Sicherheit / Betriebssysteme / Parallelverarbeitung / Softwaretechnik und Übersetzerbau / Entwurf eingebetteter Systeme und Rechnerarchitektur / Pflichtmodule / Wahlpflichtmodule /

### **Empfehlungen**

Siehe Teilleistung

Module / Vertiefungsfach 1 / Theoretische Grundlagen / Algorithmentechnik / Kryptographie und Sicherheit / Betriebssysteme / Parallelverarbeitung / Softwaretechnik und Übersetzerbau / Entwurf eingebetteter Systeme und Rechnerarchitektur / Pflichtmodule / Wahlpflichtmodule /

### 1.2.7.2.8 M-INFO-100830 Optimierung und Synthese Eingebetteter Systeme (ES1)

<b>Leistungspunkte:</b>	03,00	<b>Modulturnus:</b>
<b>Moduldauer:</b>	1 Semester	<b>Unterrichtssprache:</b>
<b>Auslaufend:</b>	Nein	<b>Gültig bis:</b>
<b>Curriculare Verankerung:</b>	Wahlpflicht in Wahlpflichtmodule	
<b>Modulverantwortliche:</b>	Jörg Henkel	

### Teilleistungen

Pflichtbestandteile	LP	Verantwortliche
Optimierung und Synthese Eingebetteter Systeme (ES1)(S.422)	03,00	Jörg Henkel

#### Voraussetzungen

Siehe Teilleistung

#### Erfolgskontrolle

Siehe Teilleistung

#### Lernziele

Der Studierende kann Eingebettete Systeme entwickeln. Er kann eigene Hardware spezifizieren, synthetisieren und optimieren. Er erlernt die Hardwarebeschreibungssprache und kennt die besonderen Randbedingungen des Entwurfs Eingebetteter Systeme.

#### Inhalt

Die kostengünstige und fehlerfreie Entwicklung Eingebetteter Systeme stellt eine nicht zu unterschätzende Herausforderung dar, welche einen immer stärkeren Einfluss auf die Wertschöpfung des Gesamtsystems nimmt. Besonders in Europa gewinnt der Entwurf Eingebetteter Systeme in vielen Wirtschaftszweigen, wie etwa dem Automobilbereich, eine immer gewichtigere wirtschaftliche Rolle, so dass sich bereits heute schon eine Reihe von namhaften Firmen mit der Entwicklung Eingebetteter Systeme befassen.

Die Vorlesung befasst sich umfassend mit allen Aspekten der Entwicklung Eingebetteter Systeme auf Hardware-, Software- sowie Systemebene. Dazu gehören vielfältige Bereiche wie Modellierung, Optimierung und Synthese der Systeme.

#### Empfehlungen

Module / Vertiefungsfach 1 / Theoretische Grundlagen / Algorithmentchnik / Kryptographie und Sicherheit / Betriebssysteme / Parallelverarbeitung / Softwaretechnik und Übersetzerbau / Entwurf eingebetteter Systeme und Rechnerarchitektur / Pflichtmodule / Wahlpflichtmodule /

Siehe Teilleistung

Module / Vertiefungsfach 1 / Theoretische Grundlagen / Algorithmentechnik / Kryptographie und Sicherheit / Betriebssysteme / Parallelverarbeitung / Softwaretechnik und Übersetzerbau / Entwurf eingebetteter Systeme und Rechnerarchitektur / Pflichtmodule / Wahlpflichtmodule /

### 1.2.7.2.9 M-INFO-100831 Entwurf und Architekturen für Eingebettete Systeme (ES2)

<b>Leistungspunkte:</b>	03,00	<b>Modulturnus:</b>
<b>Moduldauer:</b>	1 Semester	<b>Unterrichtssprache:</b>
<b>Auslaufend:</b>	Nein	<b>Gültig bis:</b>
<b>Curriculare Verankerung:</b>	Wahlpflicht in Wahlpflichtmodule	
<b>Modulverantwortliche:</b>	Jörg Henkel	

### Teilleistungen

Pflichtbestandteile	LP	Verantwortliche
Entwurf und Architekturen für Eingebettete Systeme (ES2)(S.423)	03,00	Jörg Henkel

#### Voraussetzungen

Siehe Teilleistung

#### Erfolgskontrolle

Siehe Teilleistung

#### Lernziele

Der/Die Studierende erlernt Methoden zur Beherrschung von Komplexität und wendet diese Methoden auf den Entwurf eingebetteter Systeme an. Er/Sie beurteilt und wählt spezifische Architekturen für Eingebettete Systeme. Weiterhin erhält der/die Studierende eine Einführung zu aktuellen Forschungsthemen.

#### Inhalt

Heutzutage ist es möglich, mehrere Milliarden Transistoren auf einem einzigen Chip zu integrieren und damit komplette SoCs (Systems-On-Chip) zu realisieren. Der Trend, mehr und mehr Transistoren verwenden zu können, hält ungebremst an, so dass die Komplexität solcher Systeme ebenfalls immer weiter zulegen wird. Computer werden vermehrt ubiquitär sein, das heißt, sie werden in die Umgebung integriert sein und nicht mehr als Computer vom Menschen wahrgenommen werden. Beispiele sind Sensornetzwerke, "Electronic Textiles" und viele mehr. Die physikalisch mögliche Komplexität wird allerdings praktisch nicht ohne weiteres erreichbar sein, da zur Zeit leistungsfähige Entwurfsverfahren fehlen, die in der Lage wären, diese hohe Komplexität zu handhaben. Es werden leistungsfähige ESL Werkzeuge ("Electronic System Level Design Tools"), sowie neuartige Architekturen benötigt werden. Der Schwerpunkt dieser Vorlesung liegt deshalb auf high-level Entwurfsmethoden und Architekturen für Eingebettete Systeme. Da der Leistungsverbrauch der (meist mobilen) Eingebetteten Systeme von entscheidender Bedeutung ist, wird ein Schwerpunkt der Entwurfsverfahren auf dem Entwurf mit Hinblick auf geringem Leistungsverbrauch liegen.

Module / Vertiefungsfach 1 / Theoretische Grundlagen / Algorithmentechnik / Kryptographie und Sicherheit / Betriebssysteme / Parallelverarbeitung / Softwaretechnik und Übersetzerbau / Entwurf eingebetteter Systeme und Rechnerarchitektur / Pflichtmodule / Wahlpflichtmodule /

### **Empfehlungen**

Siehe Teilleistung

Module / Vertiefungsfach 1 / Theoretische Grundlagen / Algorithmentchnik / Kryptographie und Sicherheit / Betriebssysteme / Parallelverarbeitung / Softwaretechnik und Übersetzerbau / Entwurf eingebetteter Systeme und Rechnerarchitektur / Pflichtmodule / Wahlpflichtmodule /

### 1.2.7.2.10 M-INFO-100850 Reliable Computing I

<b>Leistungspunkte:</b>	03,00	<b>Modulturnus:</b>
<b>Moduldauer:</b>	1 Semester	<b>Unterrichtssprache:</b>
<b>Auslaufend:</b>	Nein	<b>Gültig bis:</b>
<b>Curriculare Verankerung:</b>	Wahlpflicht in Wahlpflichtmodule	
<b>Modulverantwortliche:</b>		

### Teilleistungen

Pflichtbestandteile	LP	Verantwortliche
Reliable Computing I(S.434)	03,00	Mehdi Baradaran Tahoori

#### Voraussetzungen

Siehe Teilleistung

#### Erfolgskontrolle

Siehe Teilleistung

#### Lernziele

The course will introduce to the basic concepts of reliable computing and will teach the students the current and future relevancy of reliability computing.

#### Inhalt

The objective of this course is to become familiar with general and state of the art techniques used in design and analysis of fault-tolerant digital systems. Study and investigate existing fault-tolerant systems. Both Hardware and software methods will be studied and new research topics will be investigated.

This course overviews reliable (fault-tolerant) computing and the design and evaluation of dependable systems, and provides a base for research in reliable systems. Models and methods are used in the analysis and design of fault-tolerant and highly reliable computer systems will be taught in this course. Topics include Faults and their manifestations, Fault/error modeling, Reliability, availability and maintainability analysis, System evaluation, performance--reliability tradeoffs, System level fault diagnosis, Hardware and software redundancy techniques, and Fault-tolerant system design methods.

#### Empfehlungen

Module / Vertiefungsfach 1 / Theoretische Grundlagen / Algorithmentechnik / Kryptographie und Sicherheit / Betriebssysteme / Parallelverarbeitung / Softwaretechnik und Übersetzerbau / Entwurf eingebetteter Systeme und Rechnerarchitektur / Pflichtmodule / Wahlpflichtmodule /

Siehe Teilleistung

Module / Vertiefungsfach 1 / Theoretische Grundlagen / Algorithmentchnik / Kryptographie und Sicherheit / Betriebssysteme / Parallelverarbeitung / Softwaretechnik und Übersetzerbau / Entwurf eingebetteter Systeme und Rechnerarchitektur / Pflichtmodule / Wahlpflichtmodule /

### 1.2.7.2.11 M-INFO-100851 Testing Digital Systems I

<b>Leistungspunkte:</b>	03,00	<b>Modulturnus:</b>
<b>Moduldauer:</b>	1 Semester	<b>Unterrichtssprache:</b>
<b>Auslaufend:</b>	Nein	<b>Gültig bis:</b>
<b>Curriculare Verankerung:</b>	Wahlpflicht in Wahlpflichtmodule	
<b>Modulverantwortliche:</b>		

#### Teilleistungen

Pflichtbestandteile	LP	Verantwortliche
Testing Digital Systems I(S.435)	03,00	Mehdi Baradaran Tahoori

#### Voraussetzungen

Siehe Teilleistung

#### Erfolgskontrolle

Siehe Teilleistung

#### Lernziele

The course provides the basic techniques for testing digital circuits.

#### Inhalt

The objective of this course is to provide the foundations for developing test methods for digital systems and provides the techniques necessary to practice design for testability.

This course encompasses the theoretical and practical aspects of digital systems testing and the design of easily testable circuits. Topics include defect and fault models, test generation for combinational and sequential circuits, testing measures and costs, and design for testability.

#### Empfehlungen

Siehe Teilleistung

### 1.2.7.2.12 M-INFO-101625 Seminar Rekonfigurierbare und Adaptive Systeme

<b>Leistungspunkte:</b>	03,00	<b>Modulturnus:</b>	
<b>Moduldauer:</b>	1 Semester	<b>Unterrichtssprache:</b>	Deutsch
<b>Auslaufend:</b>	Nein	<b>Gültig bis:</b>	
<b>Curriculare Verankerung:</b>	Wahlpflicht in Wahlpflichtmodule		
<b>Modulverantwortliche:</b>			

### Teilleistungen

Pflichtbestandteile	LP	Verantwortliche
Seminar Rekonfigurierbare und Adaptive Systeme(S.454)	3	Jörg Henkel

#### Voraussetzungen

Siehe Teilleistung.

#### Erfolgskontrolle

Siehe Teilleistung.

#### Lernziele

- Der/Die Studierende erhält eine erste Einführung in das wissenschaftliche Arbeiten auf einem speziellen Fachgebiet.
- Der/Die Studierende ist durch die Bearbeitung der Seminararbeit zudem auf die Abfassung der Masterarbeit vorbereitet.
- Seminarveranstaltungen vermitteln neben Techniken des wissenschaftlichen Arbeitens auch Schlüsselqualifikationen

#### Inhalt

Seit einiger Zeit sind verschiedene Arten von (re-)konfigurierbaren Systemen verfügbar. Das Spektrum reicht dabei von einmal konfigurierbaren Systemen, die zur Entwurfszeit für ihre produktspezifischen Anforderungen programmiert werden, über rekonfigurierbare Systeme, die auch noch nach der Inbetriebnahme angepasst werden können bis hin zu dynamisch rekonfigurierbaren Systemen, deren Konfiguration zur Laufzeit verändert werden kann und deren Fähigkeit zur dynamischen Rekonfiguration ein wichtiger Bestandteil ihrer Systemfunktionalität ist.

Gerade für die dynamisch rekonfigurierbaren Systeme fehlen heute noch Entwurfsmethoden und Werkzeuge, welche die zeitliche Veränderbarkeit der Hardwarefunktionalität modellieren und somit Konzepte wie Selbstrekonfiguration oder auch Selbstheilung bei Teilausfällen unterstützen. Viele weitere

Module / Vertiefungsfach 1 / Theoretische Grundlagen / Algorithmentchnik / Kryptographie und Sicherheit / Betriebssysteme / Parallelverarbeitung / Softwaretechnik und Übersetzerbau / Entwurf eingebetteter Systeme und Rechnerarchitektur / Pflichtmodule / Wahlpflichtmodule /

Anwendungsmöglichkeiten, wie z.B. Prozessoren mit einem dynamisch rekonfigurierbaren Befehlssatz, sind noch nicht gut genug untersucht und werden darum bisher kaum in der Praxis verwendet.

Im Rahmen dieser Seminarreihe werden in jedem Semester verschiedene Themen zum jeweiligen Stand der Forschung dynamischer Rekonfiguration und den Verwendungsmöglichkeiten für Eingebettete Systeme behandelt. Die Schwerpunkte liegen dabei auf folgenden drei Themengebieten:

- Prozessoren mit dynamisch rekonfigurierbaren Befehlssätzen benötigen ein Laufzeitsystem zur Verwaltung der Rekonfiguration. Unter den Aspekten Multi-Tasking und Integration in Multi-Core Systeme sind die aktuellen Schwerpunkte die Algorithmen für das Laufzeitsystem, und die Betriebssystemerweiterungen zur Unterstützung von rekonfigurierbaren Prozessoren.
- Das Themengebiet „Compiler für rekonfigurierbare Systeme“ beschäftigt sich damit, wie automatisch Hardware-Fragmente erzeugt werden können, die zur Laufzeit der Software auf einem rekonfigurierbaren System die Ausführung der Software beschleunigen.
- Aggressive Skalierung in der Halbleiterherstellungstechnologie verstärkt die Anfälligkeit der FPGAs für verschiedene Ausfallmechanismen und Alterungseffekte. Die Fähigkeit zur Selbstrekonfiguration wird in zuverlässigen Rekonfigurierbaren Systemen genutzt, um Alterungseffekte zu vermindern oder das System nach Ausfällen wiederherzustellen.

### **Empfehlungen**

Siehe Teilleistung.

### 1.2.7.2.13 M-INFO-101626 Seminar: Zuverlässige On-Chip Systeme

<b>Leistungspunkte:</b>	03,00	<b>Modulturnus:</b>	
<b>Moduldauer:</b>	1 Semester	<b>Unterrichtssprache:</b>	Deutsch
<b>Auslaufend:</b>	Nein	<b>Gültig bis:</b>	
<b>Curriculare Verankerung:</b>	Wahlpflicht in Wahlpflichtmodule		
<b>Modulverantwortliche:</b>			

### Teilleistungen

Pflichtbestandteile	LP	Verantwortliche
Seminar: Zuverlässige On-Chip Systeme(S.454)	03,00	Jörg Henkel

#### Voraussetzungen

Siehe Teilleistung

#### Erfolgskontrolle

Siehe Teilleistung

#### Lernziele

- Der/Die Studierende erhält eine erste Einführung in das wissenschaftliche Arbeiten auf einem speziellen Fachgebiet.
- Der/Die Studierende ist durch die Bearbeitung der Seminararbeit zudem auf die Abfassung der Masterarbeit vorbereitet.
- Seminarveranstaltungen vermitteln neben Techniken des wissenschaftlichen Arbeitens auch Schlüsselqualifikationen

#### Inhalt

Physikalische Grenzen der CMOS-Technologie führen bei fortschreitender Reduzierung der Strukturbreiten zur Steigerung der Prozess Variabilität, zu thermischen Problemen und zur Empfindlichkeit für zufällige Ereignisse. Entwickler von eingebetteten Systemen optimieren traditionell für Geschwindigkeit, Größe, Leistung und der Zeit bis zur Markteinführung. Zukünftig wird jedoch die Zuverlässigkeit der Systeme als eine große Herausforderung an moderne Designer gesehen.

Der Schwerpunkt dieser Seminarreihe liegt darauf, verschiedene Forschungsansätze zu studieren, welche das Problem der Zuverlässigkeit im Bereich von eingebetteten Systemen betreffen und die neue architektonische Merkmale für robustes Systemdesign vorschlagen

#### Empfehlungen

Module / Vertiefungsfach 1 / Theoretische Grundlagen / Algorithmentechnik / Kryptographie und Sicherheit / Betriebssysteme / Parallelverarbeitung / Softwaretechnik und Übersetzerbau / Entwurf eingebetteter Systeme und Rechnerarchitektur / Pflichtmodule / Wahlpflichtmodule /

Module / Vertiefungsfach 1 / Theoretische Grundlagen / Algorithmentchnik / Kryptographie und Sicherheit / Betriebssysteme / Parallelverarbeitung / Softwaretechnik und Übersetzerbau / Entwurf eingebetteter Systeme und Rechnerarchitektur / Pflichtmodule / Wahlpflichtmodule /

#### 1.2.7.2.14 M-INFO-101629 Seminar: Eingebettete Systeme

<b>Leistungspunkte:</b>	3	<b>Modulturnus:</b>	
<b>Moduldauer:</b>	1 Semester	<b>Unterrichtssprache:</b>	Deutsch
<b>Auslaufend:</b>	Nein	<b>Gültig bis:</b>	
<b>Curriculare Verankerung:</b>	Wahlpflicht in Wahlpflichtmodule		
<b>Modulverantwortliche:</b>	Jörg Henkel		

### Teilleistungen

Pflichtbestandteile	LP	Verantwortliche
Seminar: Eingebettete Systeme(S.456)	03,00	Jörg Henkel

### Voraussetzungen

Siehe Teilleistung.

### Erfolgskontrolle

Siehe Teilleistung.

### Lernziele

- Der/Die Studierende erhält eine erste Einführung in das wissenschaftliche Arbeiten auf einem speziellen Fachgebiet.
- Der/Die Studierende ist durch die Bearbeitung der Seminararbeit zudem auf die Abfassung der Masterarbeit vorbereitet.
- Seminarveranstaltungen vermitteln neben Techniken des wissenschaftlichen Arbeitens auch Schlüsselqualifikationen.

### Inhalt

Im Rahmen der Seminarreihe „Eingebettete Systeme“ werden in jedem Semester verschiedene Themen zum jeweiligen Stand der Forschung behandelt. Die Schwerpunkte liegen dabei auf den Themengebieten:

- (Kabellose) Sensor-Netzwerke
- Low-Power Design

Module / Vertiefungsfach 1 / Theoretische Grundlagen / Algorithmentechnik / Kryptographie und Sicherheit / Betriebssysteme / Parallelverarbeitung / Softwaretechnik und Übersetzerbau / Entwurf eingebetteter Systeme und Rechnerarchitektur / Pflichtmodule / Wahlpflichtmodule /

- Multimedia für Eingebettete Systeme
- Verteilte Entscheidungsfindung für parallele Systeme

Die jeweils aktuellen Themen und weitere Schwerpunkte werden auf unserer Webseite bekannt gegeben.

### **Empfehlungen**

Module / Vertiefungsfach 1 / Theoretische Grundlagen / Algorithmentechnik / Kryptographie und Sicherheit / Betriebssysteme / Parallelverarbeitung / Softwaretechnik und Übersetzerbau / Entwurf eingebetteter Systeme und Rechnerarchitektur / Pflichtmodule / Wahlpflichtmodule /

**1.2.7.2.15 M-INFO-101631 Praktikum Entwurf von eingebetteten applikationsspezifischen Prozessoren**

<b>Leistungspunkte:</b>	04,00	<b>Modulturnus:</b>	
<b>Moduldauer:</b>	1 Semester	<b>Unterrichtssprache:</b>	Deutsch
<b>Auslaufend:</b>	Nein	<b>Gültig bis:</b>	
<b>Curriculare Verankerung:</b>	Wahlpflicht in Wahlpflichtmodule		
<b>Modulverantwortliche:</b>			

**Teilleistungen**

Pflichtbestandteile	LP	Verantwortliche
Praktikum Entwurf von eingebetteten applikationsspezifischen Prozessoren(S.455)	04,00	Jörg Henkel

**Voraussetzungen**

Siehe Teilleistung

**Erfolgskontrolle**

Siehe Teilleistung

**Lernziele**

Der Studierende wird in die Lage versetzt, einen Prozessor applikationsspezifisch mit Hilfe von passenden Werkzeugen so anzupassen, dass dieser besonders effizient im Sinne von Performanz bzw. Leistungsverbrauch ist. Der Studierende wird den Entwurf synthetisieren und simulieren können.

**Inhalt**

Der Entwurf eingebetteter Prozessoren hat in den letzten Jahren einen rapiden Fortschritt erlebt. Diese Entwicklung wurde und wird von der weiter ansteigenden Nachfrage nach applikationsspezifischen Lösungen geprägt, um die diversen und teilweise widersprüchlichen Anforderungen nach niedrigem Leistungsverbrauch, hoher Performance, niedrigen Kosten und vor allem einem schnellen time-to-market zu erfüllen.

An dieser Stelle setzt das Praktikum an. Es wird der Umgang mit einer Embedded-Prozessor Tool-Suite praktiziert. Konkret werden für eingebettete Anwendungen applikationsspezifische Prozessoren entwickelt, wobei das Hauptaugenmerk auf der Anpassung des applikationsspezifischen Instruktionssatzes liegt. Die Beschreibung des so angepassten

Module / Vertiefungsfach 1 / Theoretische Grundlagen / Algorithmentechnik / Kryptographie und Sicherheit / Betriebssysteme / Parallelverarbeitung / Softwaretechnik und Übersetzerbau / Entwurf eingebetteter Systeme und Rechnerarchitektur / Pflichtmodule / Wahlpflichtmodule /

Prozessors wird dann nach diversen Simulations- und Synthese-Schritten auf einer FPGA-Plattform nach funktionaler Korrektheit sowie nach Effizienz wie z.B. Performance/Leistungsverbrauch, Performance/Chipfläche etc. evaluiert. Bei Bedarf werden einige oder alle Entwurfsschritte mehrfach iteriert, um eine optimale Lösung zu finden. Ein Lernziel ist es dabei zu sehen, dass gerade Optimierungen auf hoher Abstraktionsebene besonders wirksam sind.

## **Empfehlungen**

## 1.2.8 Telematik

### 1.2.8.1 Pflichtmodule

### 1.2.8.2 Wahlpflichtmodule

#### 1.2.8.2.1 M-INFO-100728 Kontextsensitive Systeme

<b>Leistungspunkte:</b>	04,00	<b>Modulturnus:</b>
<b>Moduldauer:</b>	1 Semester	<b>Unterrichtssprache:</b>
<b>Auslaufend:</b>	Nein	<b>Gültig bis:</b>
<b>Curriculare Verankerung:</b>	Wahlpflicht in Wahlpflichtmodule	
<b>Modulverantwortliche:</b>	Michael Beigl	

#### Teilleistungen

Pflichtbestandteile	LP	Verantwortliche
Kontextsensitive Systeme(S.363)	04,00	Michael Beigl

#### Voraussetzungen

Siehe Teilleistung

#### Erfolgskontrolle

Siehe Teilleistung

#### Lernziele

Ziel der Vorlesung ist es, Kenntnisse über Grundlagen und weitergehende Methoden und Techniken zu kontextsensitiven Systemen in vermitteln.

Nach Abschluss der Vorlesung können die Studierenden

- das Konzept von Kontext erörtern und verschiedene für die Informationsverarbeitung durch Menschen und Computer relevante Kontexte aufzählen
- verschiedene Arten von kontextsensitiven Systemen anhand verschiedener Kriterien kategorisieren und unterscheiden

Module / Vertiefungsfach 1 / Theoretische Grundlagen / Algorithmentechnik / Kryptographie und Sicherheit / Betriebssysteme / Parallelverarbeitung / Softwaretechnik und Übersetzerbau / Entwurf eingebetteter Systeme und Rechnerarchitektur / Telematik / Pflichtmodule / Wahlpflichtmodule /

- aus einem allgemeinen Aufbau konkrete technische Implementierungen durch existierende Komponenten ableiten
- die Leistungsfähigkeit konkreter kontextsensitiver Systemen anhand von experimentell ermittelter Metriken bewerten und vergleichen
- Selbst für anhand gegebener Anforderungen neue kontextsensitive Systeme unter Einsatz existierender „Sensor“, „Machine Learning“ und „Big Data“-Komponenten entwerfen.

## **Inhalt**

Kontextsensitivität (englisch: Context-Awareness) ist die Eigenschaft einer Anwendung sich situationsgemäß zu verhalten. Beispiele für aktuelle kontextsensitive Systeme sind mobile Apps, die ihrer Ausgabe anhand der Nutzungshistorie, der Lokation und mit Hilfe der eingebauten Sensorik auf die Umgebungsbedingungen anpassen.

Kontext (wie auch in der zwischenmenschlichen Kommunikation) ist Grundlage einer effizienteren Interaktion zwischen Rechnersystemen und ihren Nutzern, idealerweise ohne explizite Eingaben. Kontexterkenkung unterstützt außerdem in verschiedensten Systemen komplexe Entscheidungen durch Vorhersagen auf Basis großer Datenmengen. Die verschiedenen Facetten des Kontextbegriffes, die für das Verständnis kontextsensitiver Systeme gebraucht werden wie sensorischer, Anwendungs-, und Nutzerkontext, werden in der Vorlesung erläutert und ein allgemeiner Entwurfsansatz für Kontextverarbeitung abgeleitet.

Wissen über den aktuellen und voraussichtlichen Kontext erhält ein System, indem es Zeitserien und Sensordatenströme kontinuierlich vorverarbeitet und über prädiktive Analysen klassifiziert. Zur Erstellung geeigneter Modelle werden verschiedenste Methoden des maschinellen Lernens in der Vorlesung vorgestellt. Im Fokus der Vorlesung steht der Entwurf, Implementierung und Integration einer vollständigen, effizienten und verteilten Verarbeitungskette auf der Basis geeigneter „Big Data“-Ansätze. Geeignete technische Lösungsansätze für große Datenbestände, zeitnahe Verarbeitung, verschiedene Datentypen, schützenswerten Daten und Datenqualität werden mit Bezug auf das Anwendungsfeld diskutiert. Die Vorlesung vermittelt weiterhin Wissen und Methoden in den Bereichen Sensorik, sensorbasierte Informationsverarbeitung, wissensbasierte Systeme und Mustererkennung, intelligente, reaktive Systeme.

## **Empfehlungen**

Siehe Teilleistung

### 1.2.8.2.2 M-INFO-100729 Mensch-Maschine-Interaktion

<b>Leistungspunkte:</b>	06,00	<b>Modulturnus:</b>
<b>Moduldauer:</b>	1 Semester	<b>Unterrichtssprache:</b>
<b>Auslaufend:</b>	Nein	<b>Gültig bis:</b>
<b>Curriculare Verankerung:</b>	Wahlpflicht in Wahlpflichtmodule	
<b>Modulverantwortliche:</b>	Michael Beigl	

#### Teilleistungen

Pflichtbestandteile	LP	Verantwortliche
Mensch-Maschine-Interaktion(S.364)	06,00	Michael Beigl

#### Voraussetzungen

Siehe Teilleistung

#### Erfolgskontrolle

Siehe Teilleistung

#### Lernziele

Die Studierenden sollen in die Grundlagen der Mensch-Maschine-Interaktion eingeführt werden. Nach Abschluss des Moduls haben die Studierende grundlegende Kenntnisse über die menschliche Informationsverarbeitung. Sie besitzen Wissen über existierende Benutzerschnittstellen und deren Funktion, beherrschen grundlegende Techniken zur Bewertung von Benutzerschnittstellen und kennen grundlegende Regeln und Techniken für deren Gestaltung.

#### Inhalt

Dieses Modul soll Studierenden grundlegende theoretische und praktische Aspekte der Mensch-Maschine-Interaktion vermitteln. Dazu wird als Grundlage ein Überblick über die menschliche Informationsverarbeitung gegeben. Designgrundlagen und Designmethoden für Ein- und Ausgabeeinheiten für Computer, eingebettete Systeme und mobile Geräte werden behandelt sowie Prinzipien, Richtlinien und Standards für den Entwurf von Benutzerschnittstellen vermittelt. Darüber hinaus wird auf Grundlagen und Beispiele für den Entwurf von Benutzerschnittstellen sowie auf Methoden zur Modellierung und Evaluierung von Systemen zur Mensch-Maschine Interaktion eingegangen.

#### Empfehlungen

Siehe Teilleistung

Module / Vertiefungsfach 1 / Theoretische Grundlagen / Algorithmentechnik / Kryptographie und Sicherheit / Betriebssysteme / Parallelverarbeitung / Softwaretechnik und Übersetzerbau / Entwurf eingebetteter Systeme und Rechnerarchitektur / Telematik / Pflichtmodule / Wahlpflichtmodule /

### 1.2.8.2.3 M-INFO-100734 Web-Anwendungen und Serviceorientierte Architekturen (II)

<b>Leistungspunkte:</b>	4	<b>Modulturnus:</b>
<b>Moduldauer:</b>	1 Semester	<b>Unterrichtssprache:</b>
<b>Auslaufend:</b>	Nein	<b>Gültig bis:</b>
<b>Curriculare Verankerung:</b>	Wahlpflicht in Wahlpflichtmodule	
<b>Modulverantwortliche:</b>	Sebastian Abeck	

#### Teilleistungen

Pflichtbestandteile	LP	Verantwortliche
Web-Anwendungen und Serviceorientierte Architekturen (II)(S.366)	04,00	Sebastian Abeck

#### Voraussetzungen

Siehe Teilleistung

#### Erfolgskontrolle

#### Lernziele

- Die Studierenden können die Inhalte der wichtigsten Konzepte und Technologien, die zur Entwicklung von serviceorientierten Web-Anwendungen erforderlich sind, wiedergeben. (Wissen und Verstehen).
- Die Studierenden können die Softwarearchitektur einer serviceorientierten Web-Anwendung modellieren (Anwenden).
- Die Studierenden können die vermittelten Web-Technologien an einem ausgewählten Ausschnitt einer serviceorientierten Web-Anwendung anwenden (Anwenden).
- Die Studierenden können die Qualität gewisser Service-Eigenschaften einer Web-Anwendung durch den Einsatz von Metriken bestimmen (Beurteilen).

#### Inhalt

Fortgeschrittene Webanwendungen folgen dem Paradigma der Serviceorientierung, indem diese Funktionalität in Form von Webservices über das Internet bereitstellen. Die Webservice-Technologie und die dazu bestehenden wichtigsten Standards werden eingeführt und deren Einsatz wird anhand des Beispiels aufgezeigt.

#### Empfehlungen

Siehe Teilleistung

#### 1.2.8.2.4 M-INFO-100739 Data and Storage Management

<b>Leistungspunkte:</b>	04,00	<b>Modulturnus:</b>
<b>Moduldauer:</b>	1 Semester	<b>Unterrichtssprache:</b>
<b>Auslaufend:</b>	Nein	<b>Gültig bis:</b>
<b>Curriculare Verankerung:</b>	Wahlpflicht in Wahlpflichtmodule	
<b>Modulverantwortliche:</b>	Bernhard Neumair	

#### Teilleistungen

Pflichtbestandteile	LP	Verantwortliche
Data and Storage Management(S.369)	03,00	Bernhard Neumair

#### Voraussetzungen

Siehe Teilleistung

#### Erfolgskontrolle

Siehe Teilleistung

#### Lernziele

- Die Studierenden verstehen die grundlegenden Modelle, Verfahren und Technologien für die Verwaltung von Daten in Massenspeicherarchitekturen
- Die Studierenden beurteilen die unterschiedlichen Speicherarchitekturen und Konzepte für die Speichervirtualisierung
- Die Studierenden analysieren Storage Area Networks (SAN) und Network Attached Storage (NAS)
- Die Studierenden verstehen Speichernetze und Speicherschnittstellen wie z.B. Fiber Channel und iSCSI
- Die Studierenden verstehen virtuelle sowie globale Filesysteme (z.B. CIFS, NFS)
- Die Studierenden verstehen RAID-Technologien und beurteilen die verschiedenen RAID-Klassen
- Die Studierenden verstehen die Technologie und Architektur von Speichermedien und analysieren ihre Performanz

#### Inhalt

Ausgehend von den aktuellen Anforderungen an die Massendatenspeicherung in Rechenzentren werden unterschiedliche Speicherarchitekturen und Konzepte für die Speichervirtualisierung erläutert. Diskutiert werden dabei u.a. eine Taxonomie der Speichervirtualisierung, Storage Area Networks (SAN), Network Attached Storage (NAS), Fiber Channel, iSCSI und virtuelle sowie globale Filesysteme (z.B. CIFS, NFS). Darüber hinaus werden Verfahren für die Gewährleistung einer hohen und langfristigen Verfügbarkeit der Daten (vgl. Backup, Replikation und Langzeitarchivierung) vermittelt. Zusätzlich werden zukünftige

Module / Vertiefungsfach 1 / Theoretische Grundlagen / Algorithmentechnik / Kryptographie und Sicherheit / Betriebssysteme / Parallelverarbeitung / Softwaretechnik und Übersetzerbau / Entwurf eingebetteter Systeme und Rechnerarchitektur / Telematik / Pflichtmodule / Wahlpflichtmodule /

Anforderungen, die aus der Verarbeitung großskaliger Daten sowie dem Verbund von räumlich verteilten Speicherinfrastrukturen (vgl. Cloud Storage) resultieren, diskutiert. Aktuelle Herausforderungen bei der Planung und dem Betrieb von Speicherinfrastrukturen werden erläutert und Plattformen sowie Werkzeuge für deren Verwaltung vorgestellt. Den Abschluss der Vorlesung bildet die Betrachtung von externen Anforderungen an den Betrieb von Speicherinfrastrukturen beispielsweise durch den Datenschutz sowie der IT-Sicherheit.

### **Empfehlungen**

Siehe Teilleistung

Module / Vertiefungsfach 1 / Theoretische Grundlagen / Algorithmentechnik / Kryptographie und Sicherheit / Betriebssysteme / Parallelverarbeitung / Softwaretechnik und Übersetzerbau / Entwurf eingebetteter Systeme und Rechnerarchitektur / Telematik / Pflichtmodule / Wahlpflichtmodule /

### 1.2.8.2.5 M-INFO-100747 Integriertes Netz- und Systemmanagement

<b>Leistungspunkte:</b>	03,00	<b>Modulturnus:</b>
<b>Moduldauer:</b>	1 Semester	<b>Unterrichtssprache:</b>
<b>Auslaufend:</b>	Nein	<b>Gültig bis:</b>
<b>Curriculare Verankerung:</b>	Wahlpflicht in Wahlpflichtmodule	
<b>Modulverantwortliche:</b>	Bernhard Neumair	

### Teilleistungen

Pflichtbestandteile	LP	Verantwortliche
Integriertes Netz- und Systemmanagement(S.373)	03,00	Bernhard Neumair

#### Voraussetzungen

Siehe Teilleistung

#### Erfolgskontrolle

Siehe Teilleistung

#### Lernziele

- Die Studierenden verstehen Management moderner, verteilter IT-Systeme und –Dienste
- Die Studierenden verstehen Konzepte und Modelle in den Bereichen Netzwerkmanagement, Systemmanagement, Anwendungsmanagement und IT-Servicemanagement
- Die Studierenden analysieren die verschiedenen Managementfunktionsbereiche, Managementmodelle und –Architekturen
- Die Studierenden beurteilen Internet-Management (SNMP) und OSI/TMN-Management
- Die Studierenden analysieren den Einsatz der Modelle und Architekturen in Management-Werkzeugen
- Die Studierenden verstehen Management-Plattformen für integriertes IT-Management
- Die Studierenden verstehen Managementwerkzeuge wie Trouble-Ticket-Systeme, SLA-Werkzeuge und Enterprise Management Systeme
- Die Studierenden verstehen Best-Practice-Ansätze und Strukturierungsvorgaben wie z.B. ITILv3

#### Inhalt

Die Vorlesung behandelt das Management moderner, verteilter IT-Systeme und -Dienste. Hierfür werden tragende Konzepte und Modelle in den Bereichen Netzwerkmanagement, Systemmanagement, Anwendungsmanagement und IT-Servicemanagement vorgestellt und diskutiert. Ausgehend von einer Vorstellung der Komplexität aktueller Netze anhand praktischer Szenarien wird die Brücke zwischen Konzepten der Grundvorlesungen und deren industriellem Einsatz geschlagen. Anhand dessen werden

Module / Vertiefungsfach 1 / Theoretische Grundlagen / Algorithmentechnik / Kryptographie und Sicherheit / Betriebssysteme / Parallelverarbeitung / Softwaretechnik und Übersetzerbau / Entwurf eingebetteter Systeme und Rechnerarchitektur / Telematik / Pflichtmodule / Wahlpflichtmodule /

die Anforderungen an das Netz- und Systemmanagement motiviert. Anschließend werden die verschiedenen Managementfunktionsbereiche, Managementmodelle und –Architekturen vorgestellt, u.a. Internet-Management (SNMP) und OSI/TMN-Management. Darauf aufbauend wird der Einsatz der Modelle in Architekturen in Management-Werkzeugen dargestellt. Weiterhin werden Management-Plattformen beschrieben, die die Basis für die Realisierung eines integrierten Managements bilden. Die Vorlesung setzt fort mit einem Überblick über Managementwerkzeuge wie Trouble-Ticket-Systeme und SLA-Werkzeuge und über Enterprise Management Systems. Abschließend werden Best-Practice-Ansätze und Strukturierungsvorgaben wie z.B. ITILv3 vorgestellt.

### **Empfehlungen**

Siehe Teilleistung

Module / Vertiefungsfach 1 / Theoretische Grundlagen / Algorithmentchnik / Kryptographie und Sicherheit / Betriebssysteme / Parallelverarbeitung / Softwaretechnik und Übersetzerbau / Entwurf eingebetteter Systeme und Rechnerarchitektur / Telematik / Pflichtmodule / Wahlpflichtmodule /

### 1.2.8.2.6 M-INFO-100761 Verteiltes Rechnen

<b>Leistungspunkte:</b>	04,00	<b>Modulturnus:</b>
<b>Moduldauer:</b>	1 Semester	<b>Unterrichtssprache:</b>
<b>Auslaufend:</b>	Nein	<b>Gültig bis:</b>
<b>Curriculare Verankerung:</b>	Wahlpflicht in Wahlpflichtmodule	
<b>Modulverantwortliche:</b>		

#### Teilleistungen

Pflichtbestandteile	LP	Verantwortliche
Verteiltes Rechnen(S.379)	04,00	Achim Streit

#### Voraussetzungen

Siehe Teilleistung

#### Erfolgskontrolle

Siehe Teilleistung

#### Lernziele

Studierende verstehen die Grundbegriffe verteilter Systeme, im Speziellen in den aktuellen Techniken des Grid und Cloud Computing sowie des Management großer bzw. verteilter Daten. Sie wenden zugrundeliegenden Paradigmen und Services auf gegebene Beispiel an.

Studierende analysieren Methoden und Technologien des Grid und Cloud Computing sowie verteilten Daten-Managements, die für den Einsatz in alltags- und industriellen Anwendungsgebieten geeignet sind bzw. welche heute von Google, Facebook, Amazon, etc. eingesetzt werden. Hierfür vergleichen die Studierenden Web/Grid Services, elementare Grid Funktionalitäten, Datenlebenszyklen, Metadaten, Archivierung, Cloud Service Typen (IaaS, SaaS, PaaS) und Public/Private Clouds anhand von Beispielen aus der Praxis.

#### Inhalt

ie Vorlesung „Verteiltes Rechnen“ gibt eine Einführung in die Welt des verteilten Rechnens mit einem Fokus auf Grundlagen, Technologien und Beispielen aus Grid, Cloud und dem Umgang mit Big Data.

Zuerst wird eine Einführung in die Hauptcharakteristika verteilter Systeme gegeben. Danach wird auf die Thematik Grid näher eingegangen und es werden Architektur, Grid Services, Sicherheit und Job Ausführung vorgestellt. Am Beispiel des WLCG (der Grid Infrastruktur zur Verteilung, Speicherung und

Module / Vertiefungsfach 1 / Theoretische Grundlagen / Algorithmentchnik / Kryptographie und Sicherheit / Betriebssysteme / Parallelverarbeitung / Softwaretechnik und Übersetzerbau / Entwurf eingebetteter Systeme und Rechnerarchitektur / Telematik / Pflichtmodule / Wahlpflichtmodule /

Analyse der Daten des LHC-Beschleunigers am CERN) wird die enge Verwandtschaft zwischen Grid Computing und verteiltem Daten-Management dargestellt.

Im zweiten Teil werden Prinzipien und Werkzeuge zum Management großer bzw. verteilter Daten vorgestellt - dies schließt Datenlebenszyklus, Metadaten und Archivierung ein. Beispiele aus Wissenschaft und Industrie dienen zur Veranschaulichung. Moderne Speichersysteme wie z.B. dCache, xrootd, Ceph und HadoopFS werden als praktische Beispiele vorgestellt.

Der dritte Teil der Vorlesung geht auf das Thema Cloud ein. Nach der Definition grundlegender Begriffe und Prinzipien (IaaS, PaaS, SaaS, public vs. private Clouds), auch mittels Beispielen, wird das Thema Virtualisierung als grundlegende Technik des Cloud Computing vorgestellt. Den Abschluss bildet MapReduce als Mechanismus zur Verarbeitung und Analyse großer, verteilter Datenbestände wie es auch von Google eingesetzt wird.

## **Empfehlungen**

Siehe Teilleistung

Module / Vertiefungsfach 1 / Theoretische Grundlagen / Algorithmentechnik / Kryptographie und Sicherheit / Betriebssysteme / Parallelverarbeitung / Softwaretechnik und Übersetzerbau / Entwurf eingebetteter Systeme und Rechnerarchitektur / Telematik / Pflichtmodule / Wahlpflichtmodule /

### 1.2.8.2.7 M-INFO-100784 Next Generation Internet

<b>Leistungspunkte:</b>	04,00	<b>Modulturnus:</b>
<b>Moduldauer:</b>	1 Semester	<b>Unterrichtssprache:</b>
<b>Auslaufend:</b>	Nein	<b>Gültig bis:</b>
<b>Curriculare Verankerung:</b>	Wahlpflicht in Wahlpflichtmodule	
<b>Modulverantwortliche:</b>	Martina Zitterbart,Roland Bless	

### Teilleistungen

Pflichtbestandteile	LP	Verantwortliche
Next Generation Internet(S.392)	04,00	Martina Zitterbart,Roland Bless

#### Voraussetzungen

Siehe Teilleistung

#### Erfolgskontrolle

Siehe Teilleistung

#### Lernziele

Studierende

- kennen grundlegende Eigenschaften und Architektur-Konzepte des Internets
- kennen die neuere Version des Internetprotokolls (IPv6) und können die Kenntnisse praktisch anwenden, neuere Transportprotokolle und aktuelle Ansätze zur Erhöhung der Flexibilität von Internet-basierter Kommunikation
- beherrschen Konzepte zur Dienstgüteunterstützung und Gruppenkommunikation und können Mechanismen zu deren Umsetzung im Internet anwenden
- besitzen die Fähigkeit, Peer-to-Peer-Systeme zu analysieren und zu bewerten

Insbesondere kennen Studierende wichtige Architekturkonzepte und Entwurfsprinzipien, die im Internet Anwendung finden und können diese anhand von Beispielen erläutern bzw. selbst beim Systementwurf anwenden. Außerdem kennen Studierende den Begriff der Dienstgüte sowie wichtige Dienstgüteparameter, beherrschen grundlegende Mechanismen zur Unterstützung von Dienstgüte (z.B. Klassifizierer, Verkehrsformer, Warteschlangen- und Bedienstrategien, Signalisierungsprotokolle zur Ressourcenreservierung), können diese analysieren und bewerten und können sie für den Entwurf von Kommunikationssystemen anwenden.

Studierende kennen Konzepte und Standards zur Bereitstellung Gruppenkommunikation im Internet und können Protokollabläufe in eigenen Worten erläutern und grundlegende Konzepte benennen. Zudem

Module / Vertiefungsfach 1 / Theoretische Grundlagen / Algorithmentechnik / Kryptographie und Sicherheit / Betriebssysteme / Parallelverarbeitung / Softwaretechnik und Übersetzerbau / Entwurf eingebetteter Systeme und Rechnerarchitektur / Telematik / Pflichtmodule / Wahlpflichtmodule /

beherrschen Studierende das neue Internetprotokoll Version 6 (IPv6), können es praktisch anwenden und können dessen Funktionsweise bzw. Unterschiede zur alten Version 4 erklären.

Studierende kennen die Eigenschaften von Peer-to-Peer-Systemen können diese erläutern und verschiedene Organisationsformen miteinander vergleichen. Des Weiteren beherrschen Studierende Verfahren zum Routing in solch dezentral organisierten Peer-to-Peer-Systemen und können dessen Funktionsweise in eigenen Worten detailliert erklären und anwenden. Überdies entwickeln die Studierenden ein Verständnis für die Funktionsweise neuerer Ansätze zur Erhöhung der Flexibilität von Kommunikationsnetzen (z.B. Netzvirtualisierung, Software-Defined Networking), können technische Verfahren zur Umsetzung analysieren, erläutern und anwenden.

## **Inhalt**

Im Mittelpunkt der Vorlesung stehen aktuelle Entwicklungen im Bereich der Internet-basierten Netztechnologien. Zunächst werden architekturelle Prinzipien des heutigen Internets vorgestellt und diskutiert, sowie anschließend motiviert, welche Herausforderungen heute und zukünftig existieren. Methoden zur Unterstützung von Dienstgüte, die Signalisierung von Anforderungen der Dienstgüte sowie IPv6 und Gruppenkommunikationsunterstützung werden besprochen. Der Einsatz der vorgestellten Technologien in IP-basierten Netzen wird diskutiert. Fortgeschrittene Ansätze wie aktive bzw. programmierbare Netze sind ebenso Gegenstand dieser Vorlesung wie neuere Entwicklungen im Bereich der Peer-to-Peer-Netzwerke.

## **Empfehlungen**

Siehe Teilleistung

### 1.2.8.2.8 M-INFO-100786 IT-Sicherheitsmanagement für vernetzte Systeme

<b>Leistungspunkte:</b>	05,00	<b>Modulturnus:</b>
<b>Moduldauer:</b>	1 Semester	<b>Unterrichtssprache:</b>
<b>Auslaufend:</b>	Nein	<b>Gültig bis:</b>
<b>Curriculare Verankerung:</b>	Wahlpflicht in Wahlpflichtmodule	
<b>Modulverantwortliche:</b>	Hannes Hartenstein	

### Teilleistungen

Pflichtbestandteile	LP	Verantwortliche
IT-Sicherheitsmanagement für vernetzte Systeme(S.393)	05,00	Hannes Hartenstein

#### Voraussetzungen

Siehe Teilleistung

#### Erfolgskontrolle

Siehe Teilleistung

#### Lernziele

Der/Die Studierende kennt die wesentlichen technischen, organisatorischen und rechtlichen Bausteine eines professionellen IT-Sicherheitsmanagements und kann nicht nur ihre Funktionsweise beschreiben, sondern sie auch selbst in der Praxis anwenden und Vor- und Nachteile alternativer Ansätze analysieren. Weiterhin kann er/sie die Eignung bestehender IT-Sicherheitskonzepte beurteilen. Zudem kennt der/die Studierende den Stand aktueller Forschungsfragen im Bereich des IT-Sicherheitsmanagements sowie zugehörige Lösungsansätze. Die Lernziele sind im Einzelnen:

1. Der/Die Studierende kennt die wesentlichen Schutzziele der IT-Sicherheit und kann ihre Bedeutung und Zielsetzung wiedergeben.
2. Der/Die Studierende versteht Aufbau, Phasen und wichtige Standards des IT-Sicherheitsprozesses und kann seine Anwendung beschreiben.
3. Der/Die Studierende kennt die Bedeutung des Risikomanagements für Unternehmen, kann dessen wesentliche Bestandteile verdeutlichen, und kann die Risikoanalyse auf exemplarische Bedrohungen anwenden.
4. Der/Die Studierende kennt zentrale Gesetze aus dem rechtlichen Umfeld der IT-Sicherheit und kann ihre Anwendung erläutern.
5. Der/Die Studierende versteht die Funktionsweise elementarer kryptographischer Bausteine und kann deren Eignung für spezifische Fälle bewerten.
6. Der/Die Studierende kennt alternative Schlüsselmanagement-Architekturen und kann ihre Vor- und Nachteile beurteilen.

Module / Vertiefungsfach 1 / Theoretische Grundlagen / Algorithmentechnik / Kryptographie und Sicherheit / Betriebssysteme / Parallelverarbeitung / Softwaretechnik und Übersetzerbau / Entwurf eingebetteter Systeme und Rechnerarchitektur / Telematik / Pflichtmodule / Wahlpflichtmodule /

7. Der/Die Studierende versteht den Begriff der digitalen Identität und kann verschiedene Authentifikationsstrategien anwenden.
8. Der/Die Studierende kennt unterschiedliche, weit verbreitete Zugriffskontrollmodelle und kann ihre Anwendung in der Praxis verdeutlichen.
9. Der/Die Studierende kennt unterschiedliche Architekturen zum organisationsinternen Management digitaler Identitäten und kann ihre wesentlichen Eigenschaften erörtern.
10. Der/Die Studierende kennt mit RADIUS, SAML und oAuth mehrere Ansätze zur organisationsübergreifenden Verwaltung von Identitäten und kann ihre Funktionsweise erläutern.
11. Der/Die Studierende versteht Bedeutung eines professionellen Notfallmanagements und kann dessen Umsetzung beschreiben.
12. Der/Die Studierende versteht Problemstellung und den grundlegenden Ansatz des vertraulichen Auslagerns von Daten und kann behandelte Auslagerungsstrategien durchführen.
13. Der/Die Studierende kennt mehrere alternative Shared Cryptographic File Systems und kann deren Unterschiede anhand eines Schlüsselgraphen verdeutlichen.

## **Inhalt**

Die Vorlesung behandelt Methodik, Technik und aktuelle Forschungsfragen im Bereich des Managements der IT-Sicherheit verteilter und vernetzter IT-Systeme und -Dienste. Nach einer Einführung in allgemeine Management-Konzepte werden die wesentlichen Problemfelder und Herausforderungen herausgearbeitet. Darauf aufbauend werden Angreifer-Modelle und Bedrohungsszenarien vorgestellt, klassifiziert und die Hauptaufgaben des IT-Sicherheitsmanagements erläutert. Anschließend werden die Standards aus dem Rahmenwerk ISO 2700x und der BSI-Grundschutz eingeführt. Die Studierenden erlernen, wie auf Basis der in diesen Werken vorgestellten Prozesse ein angemessenes IT-Sicherheitsniveau aufgebaut und erhalten werden kann. Als weitere Werkzeuge werden nicht nur rechtliche Grundlagen vermittelt, sondern auch Methoden vorgestellt, um Risiken zu ermitteln, zu bewerten und zu behandeln.

Der zweite Teil der Vorlesung stellt wichtige technische Bausteine aus dem Umfeld des IT-Sicherheitsmanagements vor. Hierzu zählen eine kurze Einführung in kryptographische Verfahren, das Schlüsselmanagement für Public Key Infrastructures sowie die Zugangs- und Zugriffskontrolle und zugehörige Authentifikations- und Autorisationsmechanismen. Der Bereich Identity & Access Management (IAM) wird im weiteren Verlauf der Vorlesung als wesentlicher Kern eines funktionierenden IT-Sicherheitsmanagements herausgestellt und sowohl in organisationsinternen als auch in organisationsübergreifenden Szenarien beleuchtet. Es werden weiterhin Integrationskonzepte bestehender IT-Dienste in moderne IAM-Infrastrukturen und Infrastrukturen zum Aufbau von organisationsübergreifenden Authentifikations- und Autorisationssystemen bzw. Single Sign-On-Systemen vorgestellt. Hierbei werden Systeme wie Kerberos, RADIUS, SAML, oAuth und openID behandelt. Abgerundet wird dieser Teil der Vorlesung durch eine Einführung in die Themen „sicherer Betrieb“ und „Business Continuity Management“ – dem Erhalt eines sicheren IT-Betriebs und dessen Wiederaufbau nach Störungen bzw. Sicherheitsvorfällen.

Im dritten Teil der Vorlesung werden aktuelle Forschungsbeiträge diskutiert. Um sicherheitsrelevante Problemstellungen zu beleuchten, die in Cloud-Computing Szenarien auftreten, werden aktuelle Ansätze zum sicheren Auslagern und Teilen von Daten vorgestellt. Des Weiteren werden Peer-to-Peer-basierte

Module / Vertiefungsfach 1 / Theoretische Grundlagen / Algorithmentechnik / Kryptographie und Sicherheit / Betriebssysteme / Parallelverarbeitung / Softwaretechnik und Übersetzerbau / Entwurf eingebetteter Systeme und Rechnerarchitektur / Telematik / Pflichtmodule / Wahlpflichtmodule /

Anonymisierungsdienste erläutert und unerwünschte Informationsflüsse in Online Social Networks wie etwa Facebook untersucht.

Unterstützt wird die Vorlesung durch Vorträge eines Referenten der Fiducia IT AG, der als Sicherheitsexperte seine Erfahrung aus der Praxis eines großen IT-Dienstleisters im Finanzsektor einbringt.

### **Empfehlungen**

Siehe Teilleistung

### 1.2.8.2.9 M-INFO-100787 Modellierung und Simulation von Netzen und Verteilten Systemen

<b>Leistungspunkte:</b>	04,00	<b>Modulturnus:</b>
<b>Moduldauer:</b>	1 Semester	<b>Unterrichtssprache:</b>
<b>Auslaufend:</b>	Nein	<b>Gültig bis:</b>
<b>Curriculare Verankerung:</b>	Wahlpflicht in Wahlpflichtmodule	
<b>Modulverantwortliche:</b>	Hannes Hartenstein	

#### Teilleistungen

Pflichtbestandteile	LP	Verantwortliche
Modellierung und Simulation von Netzen und Verteilten Systemen(S.394)	04,00	Hannes Hartenstein

#### Voraussetzungen

Siehe Teilleistung

#### Erfolgskontrolle

Siehe Teilleistung

#### Lernziele

Der/Die Studierende kann selbstständig ausgehend von einer konkreten Fragestellung aus dem Bereich der verteilten Systeme und Rechnernetze eine vollständige Simulationsstudie entwerfen und durchführen. Er/Sie kann die dazu notwendigen Werkzeuge, sowie statistischen und mathematischen Ansätze bzgl. ihrer Eignung bewerten, vergleichen und anwenden. Die Lernziele sind im Einzelnen:

1. Der/Die Studierende kennt den Ablauf eines Simulations-Workflows und kann seine einzelnen Schritte wiedergeben.
2. Der/Die Studierende kann beurteilen, für welche Problemstellungen sich Simulationsstudien eignen und welche Typen von Simulationsmodellen jeweils geeignet sind.
3. Der/Die Studierende kann ein System als ereignisdiskretes Simulationsmodell abbilden.
4. Der/Die Studierende versteht die Funktionsweise der verschiedenen Typen von Pseudozufallszahlengeneratoren und kann deren Güte beurteilen.
5. Der/Die Studierende versteht mehrere Ansätze zur Überführung von Pseudozufallszahlen zwischen verschiedenen Wahrscheinlichkeitsverteilungen und kann für gegebene Problemstellungen einen geeigneten Ansatz auswählen und anwenden.

Module / Vertiefungsfach 1 / Theoretische Grundlagen / Algorithmentechnik / Kryptographie und Sicherheit / Betriebssysteme / Parallelverarbeitung / Softwaretechnik und Übersetzerbau / Entwurf eingebetteter Systeme und Rechnerarchitektur / Telematik / Pflichtmodule / Wahlpflichtmodule /

6. Der/Die Studierende kann die Güte der Ergebnisse von Simulationsläufen beurteilen und Entscheidungen über ihre Aussagekraft treffen.

7. Der/Die Studierende kennt die existierenden Ansätze zur Ereignisverwaltung in ereignisdiskreten Simulatoren und kann die Ansätze bezüglich ihrer Performanz für verschiedene Anwendungsfälle analysieren und beurteilen.

8. Der/Die Studierende kennt in der Wissenschaft verbreitete Werkzeuge zur Simulation verschiedener Klassen von Netzwerken und zur statistischen Auswertung (bspw. ns-3, MATLAB).

9. Der/Die Studierende versteht die Modellierung diskreter und kontinuierlicher Systeme und die Herausforderungen bei der Kopplung verschiedenartiger Modelle. Er/Sie kennt Werkzeuge und Ansätze aus der Literatur zur effizienten Umsetzung hybrider Simulationen.

10. Der/Die Studierende versteht die verschiedenen Ansätze und Algorithmen für parallele und verteilte Simulation.

## **Inhalt**

Die Simulation von Netzen und verteilten Systemen ist ein Mittel zur schnellen und kostengünstigen Untersuchung und Bewertung von Protokollen und ist somit ein wichtiges Werkzeug in der Forschung im Bereich Netze und verteilte Systeme. Während analytische Betrachtungen häufig mit der Komplexität der Szenarien und Feldversuche mit einem hohen Hardware-Aufwand und den damit verbundenen Kosten zu kämpfen haben, kann durch Simulation der Parameterraum hinsichtlich Netztopologien, Kommunikationsmustern und Abhängigkeiten zu anderen Protokollen effizient erforscht werden. Simulationsergebnisse sind allerdings nur dann relevant, wenn eine sorgfältige Modellierung, Simulationsdurchführung und -auswertung vorgenommen wurde. Die Vorlesung vermittelt dazu die benötigten Grundlagen in mathematischer und algorithmischer Hinsicht sowie praktische Erfahrungen im Umgang mit Simulatoren und Simulationswerkzeugen. Weiterhin wird den Studenten vermittelt, wie Simulationen angewendet werden können, um aktuelle Forschungsfragen zu beantworten, z.B. im Bereich der Fahrzeug-zu-Fahrzeug-Kommunikation oder in sozialen Netzwerken.

## **Empfehlungen**

Siehe Teilleistung

Module / Vertiefungsfach 1 / Theoretische Grundlagen / Algorithmentechnik / Kryptographie und Sicherheit / Betriebssysteme / Parallelverarbeitung / Softwaretechnik und Übersetzerbau / Entwurf eingebetteter Systeme und Rechnerarchitektur / Telematik / Pflichtmodule / Wahlpflichtmodule /

### 1.2.8.2.10 M-INFO-100789 Ubiquitäre Informationstechnologien

<b>Leistungspunkte:</b>	05,00	<b>Modulturnus:</b>
<b>Moduldauer:</b>	1 Semester	<b>Unterrichtssprache:</b>
<b>Auslaufend:</b>	Nein	<b>Gültig bis:</b>
<b>Curriculare Verankerung:</b>	Wahlpflicht in Wahlpflichtmodule	
<b>Modulverantwortliche:</b>	Michael Beigl	

### Teilleistungen

Pflichtbestandteile	LP	Verantwortliche
Ubiquitäre Informationstechnologien(S.395)	05,00	Michael Beigl

### Voraussetzungen

Siehe Teilleistung

### Erfolgskontrolle

### Lernziele

Ziel der Vorlesung ist es, Kenntnisse über Grundlagen und weitergehende Methoden und Techniken des Ubiquitous Computing zu vermitteln. Nach Abschluss der Vorlesung können die Studierenden

- das erlernte Wissen über existierende Ubiquitous Computing Systeme wiedergeben und erörtern.
- die allgemeinen Kenntnisse zu Ubiquitären Systemen bewerten und Aussagen und Gesetzmäßigkeiten auf Sonderfälle übertragen.
- unterschiedliche Methoden zu Design-Prozessen und Nutzerstudien bewerten und beurteilen sowie geeignete Methoden für die Entwicklung neuer Lösungen auswählen.
- selbst neue ubiquitäre Systeme für den Einsatz in Alltags- oder industriellen Prozessumgebungen erfinden, planen, entwerfen und bewerten sowie Aufwände und technische Implikationen bemessen.

### Inhalt

Die Vorlesung gibt einen Überblick über Historie und lehrt die Konzepte, Theorien und Methoden der Ubiquitären Informationstechnologie (Ubiquitous Computing). Anhand des Appliance-Konzepts werden dann in der Übung von den Studierenden eigene Appliances entworfen, die Konstruktion geplant und dann entwickelt. Die notwendigen technischen und methodischen Grundlagen wie Hardware für Ubiquitäre Systeme, Software für Ubiquitäre Systeme, Prinzipien der Kontextererkennung für Ubiquitäre

Module / Vertiefungsfach 1 / Theoretische Grundlagen / Algorithmentechnik / Kryptographie und Sicherheit / Betriebssysteme / Parallelverarbeitung / Softwaretechnik und Übersetzerbau / Entwurf eingebetteter Systeme und Rechnerarchitektur / Telematik / Pflichtmodule / Wahlpflichtmodule /

Systeme, Vernetzung Ubiquitärerer Systeme und Entwurf von Ubiquitären Systemen und insbesondere Information Appliances werden thematisiert. In Ubiquitous Computing entwickelte Methoden des Entwurfs und Testens für Mensch-Maschine Interaktion und Mensch-Maschine Schnittstellen werden ausführlich erklärt. Es findet auch eine Einführung in die wirtschaftlichen Aspekte eines Ubiquitären Systems statt.

Im Übungsteil der Vorlesung wird durch praktische Anwendung der Wissensgrundlage der Vorlesung das Verständnis in Ubiquitäre Systeme vertieft. Die Studierenden entwerfen und entwickeln dazu eine eigene Appliance und testen diese. Ziel ist es die Schritte hin zu einer prototypischen und eventuell marktfähigen Appliance durchlaufen zu haben.

### **Empfehlungen**

Siehe Teilleistung

### 1.2.8.2.11 M-INFO-100801 Telematik

<b>Leistungspunkte:</b>	06,00	<b>Modulturnus:</b>
<b>Moduldauer:</b>	1 Semester	<b>Unterrichtssprache:</b>
<b>Auslaufend:</b>	Nein	<b>Gültig bis:</b>
<b>Curriculare Verankerung:</b>	Wahlpflicht in Wahlpflichtmodule	
<b>Modulverantwortliche:</b>	Martina Zitterbart	

#### Teilleistungen

Pflichtbestandteile	LP	Verantwortliche
Telematik(S.403)	06,00	Martina Zitterbart

#### Voraussetzungen

Siehe Teilleistung

#### Erfolgskontrolle

Siehe Teilleistung

#### Lernziele

Studierende

- beherrschen Protokolle, Architekturen, sowie Verfahren und Algorithmen, die im Internet für die Wegewahl und für das Zustandekommen einer zuverlässigen Ende-zu-Ende-Verbindung zum Einsatz kommen, sowie verschiedenen Medienzuteilungsverfahren in lokalen Netzen und weitere Kommunikationssysteme wie das leitungsvermittelte ISDN.
- besitzen ein Systemverständnis sowie Verständnis für die in einem weltumspannenden, dynamischen Netz auftretenden Probleme und der zur Abhilfe eingesetzten Mechanismen.
- sind mit aktuellen Entwicklungen wie z.B. SDN und Datacenter-Networking vertraut.
- kennen Möglichkeiten zur Verwaltung und Administration von Netzen.

Studierende beherrschen die grundlegenden Protokollmechanismen zur Etablierung zuverlässiger Ende-zu-Ende-Kommunikation. Studierende besitzen detailliertes Wissen über die bei TCP verwendeten Mechanismen zur Stau- und Flusskontrolle und können die Problematik der Fairness bei mehreren parallelen Transportströmen erörtern. Studierende können die Leistung von Transportprotokollen analytisch bestimmen und kennen Verfahren zur Erfüllung besonderer Rahmenbedingungen mit TCP, wie z.B. hohe Datenraten und kurze Latenzen. Studierende sind mit aktuellen Themen, wie der Problematik von Middleboxen im Internet, dem Einsatz von TCP in Datacentern und Multipath-TCP, vertraut. Studierende können Transportprotokolle in der Praxis verwenden und kennen praktische Möglichkeiten zu Überwindung der Heterogenität bei der Entwicklung verteilter Anwendungen, z.B. mithilfe von ASN.1 und BER.

Module / Vertiefungsfach 1 / Theoretische Grundlagen / Algorithmentechnik / Kryptographie und Sicherheit / Betriebssysteme / Parallelverarbeitung / Softwaretechnik und Übersetzerbau / Entwurf eingebetteter Systeme und Rechnerarchitektur / Telematik / Pflichtmodule / Wahlpflichtmodule /

Studierende kennen die Funktionen von Routern im Internet und können gängige Routing-Algorithmen wiedergeben und anwenden. Studierende können die Architektur eines Routers wiedergeben und kennen verschiedene Ansätze zur Platzierung von Puffern sowie deren Vor- und Nachteile. Studierende verstehen die Aufteilung von Routing-Protokolle in Interior und Exterior Gateway Protokolle und besitzen detaillierte Kenntnisse über die Funktionalität und die Eigenschaften von gängigen Protokollen wie RIP, OSPF und BGP. Die Studierenden sind mit aktuellen Themen wie IPv6 und SDN vertraut.

Studierende kennen die Funktion von Medienzuteilung und können Medienzuteilungsverfahren klassifizieren und analytisch bewerten. Studierende besitzen vertiefte Kenntnisse zu Ethernet und kennen verschiedene Ethernet-Ausprägungen und deren Unterschiede, insbesondere auch aktuelle Entwicklungen wie Echtzeit-Ethernet und Datacenter-Ethernet. Studierende können das Spanning-Tree-Protocol wiedergeben und anwenden. Studierende kennen die grundlegende Funktionsweise der Hilfsprotokolle LLC und PPP.

Studierende kennen die physikalischen Grundlagen, die bei dem Entwurf und die Bewertung von digitalen Leitungscodes relevant sind. Studierende können verbreitete Kodierungen anwenden und kennen deren Eigenschaften.

Studierende kennen die Architektur von ISDN und können insbesondere die Besonderheiten beim Aufbau des ISDN-Teilnehmeranschlusses wiedergeben. Studierende besitzen grundlegende Kenntnisse über das weltweite Telefonnetz SS7. Studierende können die technischen Besonderheiten von DSL wiedergeben. Studierende sind mit dem Konzept des Label Switching vertraut und können existierende Ansätze wie ATM und MPLS miteinander vergleichen. Studierende sind mit den grundlegenden Herausforderungen bei dem Entwurf optischer Transportnetze vertraut und kennen die grundlegenden Techniken, die bei SDH und DWDM angewendet werden.

## **Inhalt**

- Einführung
- Ende-zu-Ende Datentransport
- Routingprotokolle und -architekturen
- Medienzuteilung
- Brücken
- Datenübertragung
- ISDN
- Weitere ausgewählte Beispiele
- Netzmanagement

## **Empfehlungen**

Siehe Teilleistung

Module / Vertiefungsfach 1 / Theoretische Grundlagen / Algorithmentechnik / Kryptographie und Sicherheit / Betriebssysteme / Parallelverarbeitung / Softwaretechnik und Übersetzerbau / Entwurf eingebetteter Systeme und Rechnerarchitektur / Telematik / Pflichtmodule / Wahlpflichtmodule /

### 1.2.8.2.12 M-INFO-100808 Parallelrechner und Parallelprogrammierung

<b>Leistungspunkte:</b>	04,00	<b>Modulturnus:</b>
<b>Moduldauer:</b>	1 Semester	<b>Unterrichtssprache:</b>
<b>Auslaufend:</b>	Nein	<b>Gültig bis:</b>
<b>Curriculare Verankerung:</b>	Wahlpflicht in Wahlpflichtmodule	
<b>Modulverantwortliche:</b>	Achim Streit	

### Teilleistungen

Pflichtbestandteile	LP	Verantwortliche
Parallelrechner und Parallelprogrammierung(S.407)	04,00	Achim Streit

#### Voraussetzungen

Siehe Teilleistung

#### Erfolgskontrolle

Siehe Teilleistung

#### Lernziele

Studierende erörtern die Grundbegriffe paralleler Architekturen und die Konzepte ihrer Programmierung. Sie analysieren verschiedene Architekturen von Höchstleistungsrechnern und differenzieren zwischen verschiedenen Typen anhand von Beispielen aus der Vergangenheit und Gegenwart.

Studierende analysieren Methoden und Techniken zum Entwurf, Bewertung und Optimierung paralleler Programme, die für den Einsatz in Alltags- oder industriellen Anwendungen geeignet sind und wenden diese an. Studierende können Probleme im Bereich der Parallelprogrammierung beschreiben, analysieren, und beurteilen.

#### Inhalt

Die Vorlesung gibt eine Einführung in die Welt moderner Parallel- und Höchstleistungsrechner, des Supercomputings bzw. des High-Performance Computings (HPC) und die Programmierung dieser Systeme.

Zunächst werden allgemein und exemplarisch Parallelrechnersysteme vorgestellt und klassifiziert. Im Einzelnen wird auf speichergekoppelte und nachrichtengekoppelte System, Hybride System und Cluster sowie Vektorrechner eingegangen. Aktuelle Beispiele der leistungsfähigsten Supercomputer der Welt werden ebenso wie die Supercomputer am KIT kurz vorgestellt.

Module / Vertiefungsfach 1 / Theoretische Grundlagen / Algorithmentechnik / Kryptographie und Sicherheit / Betriebssysteme / Parallelverarbeitung / Softwaretechnik und Übersetzerbau / Entwurf eingebetteter Systeme und Rechnerarchitektur / Telematik / Pflichtmodule / Wahlpflichtmodule /

Im zweiten Teil wird auf die Programmierung solcher Parallelrechner, die notwendigen Programmierparadigmen und Synchronisationsmechanismen, die Grundlagen paralleler Software sowie den Entwurf paralleler Programme eingegangen. Eine Einführung in die heute üblichen Methoden der parallelen Programmierung mit OpenMP und MPI runden die Veranstaltung ab.

### **Empfehlungen**

Siehe Teilleistung

### 1.2.8.2.13 M-INFO-101635 Praktikum Web-Anwendungen und Serviceorientierte Architekturen (II)

<b>Leistungspunkte:</b>	4	<b>Modulturnus:</b>	
<b>Moduldauer:</b>	1 Semester	<b>Unterrichtssprache:</b>	Deutsch
<b>Auslaufend:</b>	Nein	<b>Gültig bis:</b>	
<b>Curriculare Verankerung:</b>	Wahlpflicht in Wahlpflichtmodule		
<b>Modulverantwortliche:</b>	Sebastian Abeck		

## Teilleistungen

Pflichtbestandteile	LP	Verantwortliche
Praktikum Web-Anwendungen und Serviceorientierte Architekturen (II)(S.456)	4	Sebastian Abeck

### Voraussetzungen

Siehe Teilleistung.

### Erfolgskontrolle

Siehe Teilleistung.

### Lernziele

- Die Studierenden können den Einsatz von Web-Technologien am Beispiel einer serviceorientierten Web-Anwendung nachvollziehen und bewerten (Verstehen, Anwenden, Analysieren).
- Die Studierenden können Analyse-Werkzeuge einsetzen, durch die sie die Qualität gewisser Service-Eigenschaften einer Web-Anwendung auf der Grundlage von Metriken bestimmen können (Anwenden, Beurteilen).

### Inhalt

Im Praktikum wird eine individuelle Projektaufgabe gestellt, die vom Studierenden unter Nutzung der in der Vorlesung "Web-Anwendungen und Serviceorientierte Architekturen (I und II)" behandelten Konzepte in einem Projektteam zu lösen ist.

### Empfehlungen

Siehe Teilleistung.

Module / Vertiefungsfach 1 / Theoretische Grundlagen / Algorithmentchnik / Kryptographie und Sicherheit / Betriebssysteme / Parallelverarbeitung / Softwaretechnik und Übersetzerbau / Entwurf eingebetteter Systeme und Rechnerarchitektur / Telematik / Pflichtmodule / Wahlpflichtmodule /

#### 1.2.8.2.14 M-INFO-100746 Seminar Hot Topics in Networking

<b>Leistungspunkte:</b>	03,00	<b>Modulturnus:</b>
<b>Moduldauer:</b>	1 Semester	<b>Unterrichtssprache:</b>
<b>Auslaufend:</b>	Nein	<b>Gültig bis:</b>
<b>Curriculare Verankerung:</b>	Wahlpflicht in Wahlpflichtmodule	
<b>Modulverantwortliche:</b>	Martina Zitterbart	

### Teilleistungen

Pflichtbestandteile	LP	Verantwortliche
Seminar Hot Topics in Networking(S.372)	03,00	Martina Zitterbart

#### Voraussetzungen

Siehe Teilleistung.

#### Erfolgskontrolle

Siehe Teilleistung.

#### Lernziele

- Die Studierenden erhalten eine erste Einführung in das wissenschaftliche Arbeiten auf einem speziellen Fachgebiet.
- Die Bearbeitung der Seminararbeit bereitet zudem auf die Abfassung der Masterarbeit vor.
- Mit dem Besuch der Seminarveranstaltungen werden neben Techniken des wissenschaftlichen Arbeitens auch Schlüsselqualifikationen integrativ vermittelt.

#### Inhalt

Das Seminar behandelt spezifische Themen, die teilweise in entsprechenden Vorlesungen angesprochen wurden, und vertieft diese. Es werden beispielsweise die Themenschwerpunkte Future Internet, Sensornetze, Sicherheit und Internet Performance behandelt. Bei letzterem steht vor allem die Betrachtung hochverteilter System (Peer-to-Peer-Netze, Cloud, Soziale Netze, Fahrzeugnetze) im Vordergrund.

#### Empfehlungen

### 1.2.8.2.15 M-INFO-100782 Netzsicherheit: Architekturen und Protokolle

<b>Leistungspunkte:</b>	04,00	<b>Modulturnus:</b>
<b>Moduldauer:</b>	1 Semester	<b>Unterrichtssprache:</b>
<b>Auslaufend:</b>	Nein	<b>Gültig bis:</b>
<b>Curriculare Verankerung:</b>	Wahlpflicht in Wahlpflichtmodule	
<b>Modulverantwortliche:</b>	Martina Zitterbart	

### Teilleistungen

Pflichtbestandteile	LP	Verantwortliche
Netzsicherheit: Architekturen und Protokolle(S.390)	04,00	Martina Zitterbart

#### Voraussetzungen

Siehe Teilleistung

#### Erfolgskontrolle

Siehe Teilleistung

#### Lernziele

Studierende

- kennen grundlegende Herausforderungen, Schutzziele und kryptographische Bausteine, die für den Entwurf sicherer Kommunikationssysteme relevant sind
- beherrschen sicherheitsrelevante Kommunikationsprotokolle (z.B. Kerberos, TLS, IPSec) und können grundlegende Sicherheitsmechanismen identifizieren und erläutern
- besitzen die Fähigkeit, Kommunikationsprotokolle unter Sicherheitsaspekten zu analysieren und zu bewerten
- besitzen die Fähigkeit, die Qualität von Sicherheitsmechanismen im Bezug zu geforderten Schutzzielen zu beurteilen und zu bewerten

Insbesondere kennen Studierende typische Angriffstechniken wie Abhören, Zwischenschalten oder Wiedereinspielen und können diese anhand von Beispielen erläutern. Zudem beherrschen Studierende kryptographische Primitiven wie symmetrische und asymmetrische Verschlüsselung, digitale Signaturen, Message Authentication Codes und können diese insbesondere für den Entwurf sicherer Kommunikationsdienste anwenden.

Studierende kennen den verteilten Authentifizierungsdienst Kerberos und können den Protokollablauf in eigenen Worten erläutern und grundlegende Konzepte (z.B. Tickets) benennen. Zudem beherrschen Studierende relevante Kommunikationsprotokolle zum Schutz der Kommunikation im Internet (u.a. IPSec, TLS) und können diese erklären sowie deren Sicherheitseigenschaften analysieren und bewerten.

Module / Vertiefungsfach 1 / Theoretische Grundlagen / Algorithmentechnik / Kryptographie und Sicherheit / Betriebssysteme / Parallelverarbeitung / Softwaretechnik und Übersetzerbau / Entwurf eingebetteter Systeme und Rechnerarchitektur / Telematik / Pflichtmodule / Wahlpflichtmodule /

Studierende kennen unterschiedliche Verfahren zum Netzzugangsschutz und können verbreitete Authentifizierungsverfahren (z.B. CHAP, PAP, EAP) erläutern und miteinander vergleichen. Des Weiteren beherrschen Studierende Verfahren zum Schutz drahtloser Zugangnetze und können u.a. Verfahren wie WEP, WPA und WPA2 analysieren und bewerten.

Studierende beherrschen unterschiedliche Vertrauensmodelle und können grundlegende technische Konzepte (z.B. digitale Zertifikate, PKI) in eigenen Worten erklären und anwenden. Zudem entwickeln die Studierenden ein Verständnis für Datenschutzaspekte in Kommunikationsnetzen und können technische Verfahren zum Schutz der Privatsphäre erläutern und anwenden.

### **Inhalt**

Die Vorlesung „Netzicherheit: Architekturen und Protokolle“ betrachtet Herausforderungen und Techniken im Design sicherer Kommunikationsprotokolle sowie Themen des Datenschutzes und der Privatsphäre. Komplexe Systeme wie Kerberos werden detailliert betrachtet und ihre Entwurfsentscheidungen in Bezug auf Sicherheitsaspekte herausgestellt. Spezieller Fokus wird auf PKI-Grundlagen, -Infrastrukturen sowie spezifische PKI-Formate gelegt. Weitere Schwerpunkte stellen die verbreiteten Sicherheitsprotokolle IPsec und TLS/SSL sowie Protokolle zum Infrastrukturschutz dar.

### **Empfehlungen**

Siehe Teilleistung

### 1.2.8.2.16 M-INFO-100783 Multimediakommunikation

<b>Leistungspunkte:</b>	04,00	<b>Modulturnus:</b>
<b>Moduldauer:</b>	1 Semester	<b>Unterrichtssprache:</b>
<b>Auslaufend:</b>	Nein	<b>Gültig bis:</b>
<b>Curriculare Verankerung:</b>	Wahlpflicht in Wahlpflichtmodule	
<b>Modulverantwortliche:</b>	Martina Zitterbart,Roland Bless	

#### Teilleistungen

Pflichtbestandteile	LP	Verantwortliche
Multimediakommunikation(S.391)	04,00	Martina Zitterbart,Roland Bless

#### Voraussetzungen

Siehe Teilleistung

#### Erfolgskontrolle

Siehe Teilleistung

#### Lernziele

Studierende

- kennen grundlegende Eigenschaften von Multimedia-Anwendungen und Audio-/Videodaten, die für den Transport über das Internet relevant sind, und können diese erläutern.
- kennen grundlegende digitale Repräsentationen und Verfahren zur Kompression von Audio- und Videodaten und können diese anwenden.
- beherrschen Mechanismen und Kommunikationsprotokolle (z.B. RTP, SIP), um die Übertragung von Multimediadaten über das unzuverlässige Internet zu ermöglichen bzw. zu unterstützen, und können diese anwenden.
- besitzen die Fähigkeit, Kommunikationsprotokolle für die Übertragung von Audio-/Videodaten zu analysieren und zu bewerten

Insbesondere kennen Studierende typische Eigenschaften von Multimediakommunikation und können diese anhand von Beispielen erläutern. Zudem kennen Studierende verschiedene Klassen von multimedialen Anwendungen, deren Eigenschaften und können diese analysieren und bewerten.

Des Weiteren beherrschen Studierende grundlegende Mechanismen für die Übertragung von multimedialen Daten und können diese für den Entwurf von Multimediakommunikationsprotokollen anwenden.

Module / Vertiefungsfach 1 / Theoretische Grundlagen / Algorithmentechnik / Kryptographie und Sicherheit / Betriebssysteme / Parallelverarbeitung / Softwaretechnik und Übersetzerbau / Entwurf eingebetteter Systeme und Rechnerarchitektur / Telematik / Pflichtmodule / Wahlpflichtmodule /

Studierende kennen Standards zur Übertragung bzw. Steuerung von Multimediadaten (u.a. MPEG, SIP, RTP, RTSP) und können den Protokollablauf in eigenen Worten erläutern, grundlegende Konzepte (z.B. Intra-bzw. Inter-Strom-Synchronisation) benennen und anwenden. Zudem beherrschen Studierende relevante Kommunikationsprotokolle zum Transport von Audio-/Videodaten im Internet und können diese erklären und anwenden.

Studierende kennen unterschiedliche Audio-/Videocodecs und können deren Eigenschaften erläutern und miteinander vergleichen. Des Weiteren beherrschen Studierende das Session Initiation Protocol (SIP) zum Aufbau von multimedialen Sitzungen bzw. Voice-over-IP-Verbindungen und können dessen Funktionsweise in eigenen Worten detailliert erklären und anwenden. Überdies entwickeln die Studierenden ein Verständnis für die Funktionsweise von Audio/Video-Streaming und können technische Verfahren zur Steuerung und Caching erläutern und anwenden. Zusätzlich kennen Studierende den Aufbau und die grundlegende Funktionsweise der DVB-Standards für digitales Fernsehen.

## **Inhalt**

Diese Vorlesung beschreibt Techniken und Protokolle, um beispielsweise Audio- und

Videodaten im Internet zu übertragen. Behandelte Themen sind unter anderem: Audio- und Videokonferenzen, Audio/Video-Transportprotokolle, Voice over IP (VoIP), SIP zur

Signalisierung und Aufbau sowie Steuerung von Multimedia-Sitzungen, RTP zum Transport von Multimediadaten über das Internet, RTSP zur Steuerung von A/V-Strömen, ENUM zur Rufnummernabbildung, A/V-Streaming, Middleboxes und Caches, Advanced TV und Video on Demand.

## **Empfehlungen**

Siehe Teilleistung

### 1.2.8.2.17 M-INFO-100785 Mobilkommunikation

<b>Leistungspunkte:</b>	04,00	<b>Modulturnus:</b>
<b>Moduldauer:</b>	1 Semester	<b>Unterrichtssprache:</b>
<b>Auslaufend:</b>	Nein	<b>Gültig bis:</b>
<b>Curriculare Verankerung:</b>	Wahlpflicht in Wahlpflichtmodule	
<b>Modulverantwortliche:</b>	Martina Zitterbart, Oliver Waldhorst	

#### Teilleistungen

Pflichtbestandteile	LP	Verantwortliche
Mobilkommunikation(S.392)	04,00	Martina Zitterbart, Oliver Waldhorst

#### Voraussetzungen

Siehe Teilleistung

#### Erfolgskontrolle

Siehe Teilleistung

#### Lernziele

Studierende

- kennen die Grundbegriffe der Mobilkommunikation und können grundlegende Methoden sowie Einflussfaktoren der drahtlosen Kommunikation bewerten
- beherrschen Struktur und Funktionsweise prominenter, praktisch relevanter Mobilkommunikationssysteme (z.B. GSM, UMTS, WLAN)
- kennen typische Problemstellungen in Mobilkommunikationssystemen und können zur Lösung geeignete Methoden bewerten, auswählen und anwenden

Die Studierenden kennen typische Probleme bei der drahtlosen Übertragung (z.B. Signalausbreitung, Dämpfung) und können diese anhand von Beispielen erläutern und zueinander in Beziehung setzen. Sie können zudem erkennen, wo diese Probleme typischerweise beim Entwurf unterschiedlicher Kommunikationssysteme auftreten.

Die Studierenden kennen ein Portfolio von Methoden zur Modulation digitaler Daten, zum Multiplexen, zur Koordination konkurrierender Medienzugriffe und zum Mobilitätsmanagement. Sie können diese in eigenen Worten erläutern, können sie bewerten und geeignete Kandidaten beim Entwurf von Systemen zur Mobilkommunikation auswählen.

Module / Vertiefungsfach 1 / Theoretische Grundlagen / Algorithmentechnik / Kryptographie und Sicherheit / Betriebssysteme / Parallelverarbeitung / Softwaretechnik und Übersetzerbau / Entwurf eingebetteter Systeme und Rechnerarchitektur / Telematik / Pflichtmodule / Wahlpflichtmodule /

Die Studierenden beherrschen die grundsätzlichen Konzepte drahtloser lokaler Netze nach IEEE 802.11 sowie drahtloser persönlicher Netze mit Bluetooth. Sie können diese erläutern und die jeweiligen Varianten miteinander vergleichen. Weiterhin können sie insbesondere den Medienzugriff detailliert analysieren und bewerten.

Die Studierenden beherrschen den Aufbau digitaler Telekommunikationssysteme wie GSM, UMTS und LTE sowie die einzelnen Aufgaben der jeweiligen Komponenten und deren detailliertes Zusammenspiel im Gesamtsystem. Sie beherrschen die konzeptionellen Unterschiede der vorgestellten Systeme und können in eigenen Worten erläutern, aus welchem Grund bestimmte Methoden aus dem Portfolio in den jeweiligen Systemen eingesetzt werden.

Die Studierenden kennen grundlegende Verfahren im Bereich des Routings in selbstorganisierenden drahtlosen Ad-hoc Netzen und können diese umfassend analysieren sowie ihren Einsatz abhängig vom Anwendungsszenario bewerten. Weiterhin beherrschen sie die grundlegenden Konzepte zur Mobilitätsunterstützung im Internet (Mobile IP und Mobile IPv6).

### **Inhalt**

Die Vorlesung diskutiert zunächst typische Probleme bei der drahtlosen Übertragung, wie z.B.: Signalausbreitung, -dämpfung, Reflektionen und Interferenzen. Ausgehend davon erarbeitet sie ein Portfolio von Methoden zur Modulation digitaler Daten, zum Multiplexing, zur Koordination konkurrierender Medienzugriffe und zum Mobilitätsmanagement. Um zu veranschaulichen, wo und wie diese Methoden in der Praxis eingesetzt werden, werden typische Mobilkommunikationssysteme mit großer Praxisrelevanz im Detail vorgestellt. Dazu gehören drahtlose lokale Netze nach IEEE 802.11, drahtlose persönliche Netze mit Bluetooth sowie drahtlose Telekommunikationssysteme wie GSM, UMTS mit HSPA und LTE. Diskussionen von Mechanismen auf Vermittlungsschicht (Mobile Ad-hoc Netze und MobileIP) sowie Transportschicht runden die Vorlesung ab.

### **Empfehlungen**

Siehe Teilleistung

### 1.2.8.2.18 M-INFO-100800 Internet of Everything

<b>Leistungspunkte:</b>	04,00	<b>Modulturnus:</b>
<b>Moduldauer:</b>	1 Semester	<b>Unterrichtssprache:</b>
<b>Auslaufend:</b>	Nein	<b>Gültig bis:</b>
<b>Curriculare Verankerung:</b>	Wahlpflicht in Wahlpflichtmodule	
<b>Modulverantwortliche:</b>	Martina Zitterbart	

#### Teilleistungen

Pflichtbestandteile	LP	Verantwortliche
Internet of Everything(S.402)	04,00	Martina Zitterbart

#### Voraussetzungen

Siehe Teilleistung

#### Erfolgskontrolle

Siehe Teilleistung

#### Lernziele

Studierende

- kennen die Herausforderungen des Internet of Everything (IoE) sowohl aus technischer wie auch aus rechtlicher Sicht
- kennen und verstehen die Gefahren für die Privatsphäre der Nutzer im IoE sowie grundlegende Mechanismen und Protokolle um diese zu schützen
- beherrschen die grundlegenden Architekturen und Protokolle aus dem Bereich drahtlose Sensornetze und Internet der Dinge.

Studierende kennen die Plattformen und Anwendungen des Internet of Everything. Studierende haben ein Verständnisses

für Herausforderungen beim Entwurf von Protokollen und Anwendungen für das IoE.

Studierende kennen und verstehen die Gefahren für die Privatsphäre der Nutzer des zukünftigen IoE. Sie kennen Protokolle und Mechanismen um zukünftige Anwendungen zu ermöglichen, beispielsweise Smart Metering und Smart Traffic, und gleichzeitig die Privatsphäre der Nutzer zu schützen.

Studierende kennen und verstehen klassische Sensornetz-Protokolle und Anwendungen, wie beispielsweise Medienzugriffsverfahren, Routing Protokolle, Transport Protokolle sowie Mechanismen zur Topologiekontrolle. Die Studierenden kennen und verstehen das Zusammenspiel einzelner Kommunikationsschichten und den Einfluss auf beispielsweise den Energiebedarf der Systeme.

Module / Vertiefungsfach 1 / Theoretische Grundlagen / Algorithmentechnik / Kryptographie und Sicherheit / Betriebssysteme / Parallelverarbeitung / Softwaretechnik und Übersetzerbau / Entwurf eingebetteter Systeme und Rechnerarchitektur / Telematik / Pflichtmodule / Wahlpflichtmodule /

Studierende kennen Protokolle für das Internet der Dinge wie beispielsweise 6LoWPAN, RPL, CoAP und DICE. Die Studierenden verstehen die Herausforderungen und Annahmen, die zur Standardisierung der Protokolle geführt haben.

Die Studierenden haben ein grundlegendes Verständnis von

Sicherheitstechnologien im IoE. Sie kennen typische

Schutzziele und Angriffe, sowie Bausteine und Protokolle um die Schutzziele umzusetzen.

### **Inhalt**

Die Vorlesung behandelt ausgewählte Protokolle, Architekturen, sowie Verfahren und Algorithmen die für das IoE wesentlich sind. Dies schließt neben klassischen Themen aus dem Bereich der drahtlosen Sensor-Aktor-Netze wie z.B. Medienzugriff und Routing auch neue Herausforderungen und Lösungen für die Sicherheit und Privatheit der übertragenen Daten im IoE mit ein. Ebenso werden gesellschaftlich und rechtlich relevante Aspekte angesprochen.

### **Empfehlungen**

Siehe Teilleistung

### 1.2.8.2.19 M-INFO-101247 Basispraktikum Protocol Engineering

<b>Leistungspunkte:</b>	04,00	<b>Modulturnus:</b>	one-time
<b>Moduldauer:</b>	1 Semester	<b>Unterrichtssprache:</b>	
<b>Auslaufend:</b>	Nein	<b>Gültig bis:</b>	
<b>Curriculare Verankerung:</b>	Wahlpflicht in Wahlpflichtmodule		
<b>Modulverantwortliche:</b>	Tamim Asfour		

### Teilleistungen

Pflichtbestandteile	LP	Verantwortliche
Basispraktikum Protocol Engineering(S.445)	04,00	Martina Zitterbart

#### Voraussetzungen

Siehe Teilleistung.

#### Erfolgskontrolle

Siehe Teilleistung.

#### Lernziele

In dieser Veranstaltung sollen die Teilnehmer den Prozess der Standardisierung von Internet-Protokollen in der Praxis kennenlernen. Dies umfasst Konzeption, Spezifikation, Implementierung und Test. Ziel ist es, die theoretischen Grundkenntnisse aus der LV **Telematik** [24128] in die Praxis umzusetzen und dabei die erlernten Konzepte zu vertiefen.

#### Inhalt

Das semesterbegleitende Projekt behandelt die Standardisierung eines Internet-Protokolls. Diese gliedert sich in Entwurf, Spezifikation, Implementierung und Interoperabilitätstest

#### Empfehlungen

Module / Vertiefungsfach 1 / Theoretische Grundlagen / Algorithmentechnik / Kryptographie und Sicherheit / Betriebssysteme / Parallelverarbeitung / Softwaretechnik und Übersetzerbau / Entwurf eingebetteter Systeme und Rechnerarchitektur / Telematik / Pflichtmodule / Wahlpflichtmodule /

### 1.2.8.2.20 M-INFO-101687 Seminar Service-orientierte Architekturen

<b>Leistungspunkte:</b>	03,00	<b>Modulturnus:</b>	
<b>Moduldauer:</b>	1 Semester	<b>Unterrichtssprache:</b>	Deutsch
<b>Auslaufend:</b>	Nein	<b>Gültig bis:</b>	
<b>Curriculare Verankerung:</b>	Wahlpflicht in Wahlpflichtmodule		
<b>Modulverantwortliche:</b>	Sebastian Abeck		

### Teilleistungen

Pflichtbestandteile	LP	Verantwortliche
Seminar Service-orientierte Architekturen(S.460)	03,00	Sebastian Abeck

#### Voraussetzungen

Keine

#### Erfolgskontrolle

Siehe Teilleistung.

#### Lernziele

- Der Studierende analysiert und formuliert das im Bereich der Serviceorientierten Architekturen angesiedelte Seminarthema.
- Der Studierende recherchiert und analysiert die in diesem Gebiet bestehende Literatur.
- Der Studierende strukturiert und bewertet den Stand der Forschung zu dem zu bearbeitenden Seminarthema.
- Der Studierende zeigt eventuell bestehende Lücken zum Stand der Forschung zu dem zu bearbeitenden Seminarthema auf.
- Der Studierende dokumentiert und präsentiert die erzielten Ergebnisse.

#### Inhalt

Das Internet und das darauf aufsetzenden Web sind zu der Standard-Verteilungsplattform für verteilte Anwendungen geworden. Die Grundlage hierfür liefern neben den etablierten objekt- und komponentenorientierten Methoden des Software Engineering eine Vielzahl von standardisierten Technologien (u.a. XML und Web-Services), die in der Vorlesung "Web-Anwendungen und Serviceorientierte Architekturen" (WASA) detailliert behandelt werden.

#### Empfehlungen

### 1.2.8.2.21 M-INFO-101880 Seminar: Ubiquitäre Systeme

<b>Leistungspunkte:</b>	03,00	<b>Modulturnus:</b>	
<b>Moduldauer:</b>		<b>Unterrichtssprache:</b>	Deutsch
<b>Auslaufend:</b>	Nein	<b>Gültig bis:</b>	
<b>Curriculare Verankerung:</b>	Wahlpflicht in Wahlpflichtmodule		
<b>Modulverantwortliche:</b>	Michael Beigl		

### Teilleistungen

Pflichtbestandteile	LP	Verantwortliche
Seminar: Ubiquitäre Systeme(S.462)	03,00	Michael Beigl

#### Voraussetzungen

Siehe Teilleistung.

#### Erfolgskontrolle

Siehe Teilleistung.

#### Lernziele

Aktuelle Forschungsergebnisse aus dem Bereich ubiquitärer Systeme sollen erarbeitet und kritisch diskutiert werden. Nach Abschluss des Seminars können die Studierenden

- selbständig eine strukturierte Literaturrecherche zu einem gegebenen Thema durchführen und geeignete Literatur selbständig suchen, identifizieren, analysieren und bewerten
- den Stand der Technik bzw. Wissenschaft zu einem Themenbereich darstellen, differenziert bewerten und Schlüsse draus ziehen
- wissenschaftliche Ergebnisse zu einem Thema strukturiert darstellen und einem Fachpublikum im Rahmen eines Vortrags präsentieren
- Techniken des wissenschaftlichen Schreibens dazu anzuwenden, einen wissenschaftlichen Übersichtsartikel zu einem Thema zu verfassen
- Wissenschaftliche Texte anderer kritisch bewerten und einordnen

#### Inhalt

In dieser Seminarreihe wird in jedem Semester ein Schwerpunktthema aufgegriffen, zu dem von den Veranstaltungsteilnehmern einzelne Beiträge aufzuarbeiten sind. Ziel ist die Erfassung des Stands der Entwicklung bzgl. Technologien und deren Anwendungen im Bereich Ubiquitous Computing. Themen werden in der ersten Veranstaltung und auf der Web-Seite des Instituts bekannt gegeben.

Module / Vertiefungsfach 1 / Theoretische Grundlagen / Algorithmentechnik / Kryptographie und Sicherheit / Betriebssysteme / Parallelverarbeitung / Softwaretechnik und Übersetzerbau / Entwurf eingebetteter Systeme und Rechnerarchitektur / Telematik / Pflichtmodule / Wahlpflichtmodule /

### **Empfehlungen**

Module / Vertiefungsfach 1 / Theoretische Grundlagen / Algorithmentchnik / Kryptographie und Sicherheit / Betriebssysteme / Parallelverarbeitung / Softwaretechnik und Übersetzerbau / Entwurf eingebetteter Systeme und Rechnerarchitektur / Telematik / Pflichtmodule / Wahlpflichtmodule /

#### 1.2.8.2.22 M-INFO-101881 Seminar Sensorgetriebene Information Appliances

**Leistungspunkte:**

**Moduldauer:**

**Auslaufend:**

**Curriculare Verankerung:**

**Modulverantwortliche:**

Nein

Wahlpflicht in Wahlpflichtmodule

Michael Beigl

**Modulturnus:**

**Unterrichtssprache:**

**Gültig bis:**

### 1.2.8.2.23 M-INFO-101882 Praktikum: Sensorbasierte HCI Systeme

<b>Leistungspunkte:</b>	5	<b>Modulturnus:</b>	
<b>Moduldauer:</b>		<b>Unterrichtssprache:</b>	Deutsch
<b>Auslaufend:</b>	Nein	<b>Gültig bis:</b>	
<b>Curriculare Verankerung:</b>	Wahlpflicht in Wahlpflichtmodule		
<b>Modulverantwortliche:</b>	Michael Beigl		

### Teilleistungen

Pflichtbestandteile	LP	Verantwortliche
Praktikum: Sensorbasierte HCI Systeme(S.462)	05,00	Michael Beigl

### Voraussetzungen

Siehe Teilleistung.

### Erfolgskontrolle

Siehe Teilleistung.

### Lernziele

Das Praktikum vertieft Kenntnisse im Bereich der sensorbasierten Mensch-Maschine Interaktion. Die Studierenden erwerben praktische Kompetenzen in der Gestaltung und Bewertung von sensorbasierten HCI Systemen und Appliances. Nach Abschluss des Praktikums können die Studierenden

- Appliances konzipieren und gestalten
- entsprechende Aufgaben zur Konstruktion, Anwendung und Evaluation sensorbasierter HCI Systeme erarbeiten und kritisch bewerten
- das erarbeitete Konzept praktisch implementieren
- geeignete Interaktionsmethoden finden, umsetzen, und auf ihre Benutzbarkeit hin evaluieren

### Inhalt

Appliances und Smart Objects sind Alltagsgegenstände, die mit Sensorik und drahtloser Kommunikation ausgestattet sind und so Dienste idealerweise allein auf Basis sogenannter *impliziter* Interaktion, d.h. ohne explizite Eingaben der Nutzer erbringen können. Hierzu müssen die Systeme in der Lage sein,

Module / Vertiefungsfach 1 / Theoretische Grundlagen / Algorithmentechnik / Kryptographie und Sicherheit / Betriebssysteme / Parallelverarbeitung / Softwaretechnik und Übersetzerbau / Entwurf eingebetteter Systeme und Rechnerarchitektur / Telematik / Pflichtmodule / Wahlpflichtmodule /

Sensordaten zuzugreifen und zu verarbeiten. Damit Benutzer in der Lage sind, die Funktionalität der Geräte auch ohne explizite Nutzerschnittstelle zu verstehen, müssen die Gegenstände und Interaktionsprozesse so gewählt und gestaltet werden, dass Benutzer sie intuitiv verstehen.

Im Praktikum werden Methoden der sensorbasierten HCI in Form von Kleinprojekten praktisch erarbeitet. Die Studierenden lernen, Appliances zu gestalten und zu implementieren, sowie geeignete Interaktionsmethoden zu finden, umzusetzen, und auf ihre Benutzbarkeit hin zu evaluieren.

Die praktischen Aufgaben finden im Umfeld aktueller wissenschaftlicher Arbeiten statt. Wenn möglich wird die Teilnahme an einer wissenschaftlichen Demonstration oder eines wissenschaftlichen Wettbewerbs angestrebt. Die Teilnehmerinnen und Teilnehmer werden bei der Durchführung von den wissenschaftlichen Mitarbeiterinnen und Mitarbeitern unterstützt.

## **Empfehlungen**

### 1.2.8.2.24 M-INFO-101883 Praktikum: Kontextsensitive ubiquitäre Systeme

<b>Leistungspunkte:</b>	5	<b>Modulturnus:</b>	
<b>Moduldauer:</b>		<b>Unterrichtssprache:</b>	Deutsch
<b>Auslaufend:</b>	Nein	<b>Gültig bis:</b>	
<b>Curriculare Verankerung:</b>	Wahlpflicht in Wahlpflichtmodule		
<b>Modulverantwortliche:</b>	Michael Beigl		

### Teilleistungen

Pflichtbestandteile	LP	Verantwortliche
Praktikum: Kontextsensitive ubiquitäre Systeme(S.463)	5	Michael Beigl

#### Voraussetzungen

Siehe Teilleistung.

#### Erfolgskontrolle

Siehe Teilleistung.

#### Lernziele

#### Inhalt

Kontextsensitivität wird oftmals als Schlüsselkomponente ubiquitärer Systeme bezeichnet. Systeme, die den Kontext ihrer Nutzer erkennen und verarbeiten können, können Dienste optimal und idealerweise ohne explizite Eingaben der Nutzer erbringen (siehe auch Beschreibung zur Vorlesung 24658)

Im Praktikum werden Techniken, Methoden und Software der Kontexterfassung und -verarbeitung in den Bereichen Sensorik, sensorbasierte verteilte Informationsverarbeitung, Zeitserienverarbeitung und Maschinellem Lernen auf großen Datenbeständen in Form von Kleinprojekten praktisch vertieft.

Die praktischen Aufgaben finden im Umfeld aktueller wissenschaftlicher Arbeiten sowie aktueller Plattformen und Technologien statt. Das Praktikum ist forschungsorientiert und orientiert sich thematisch an aktuellen Projekte am Smart Data Innovation Lab am KIT. Dabei sollen insbesondere Einblicke in aktuelle Problemstellungen in der industriellen Anwendung gewährt werden. Ziel ist es auf

Module / Vertiefungsfach 1 / Theoretische Grundlagen / Algorithmentechnik / Kryptographie und Sicherheit / Betriebssysteme / Parallelverarbeitung / Softwaretechnik und Übersetzerbau / Entwurf eingebetteter Systeme und Rechnerarchitektur / Telematik / Pflichtmodule / Wahlpflichtmodule /

Basis von konkreten Anwendungsbeispielen in Gruppen innovative, effiziente und praxisorientierte Lösungsansätze zu erarbeiten und als technologische Demonstratoren wissenschaftlich zu präsentieren.

Die Teilnehmerinnen und Teilnehmer werden bei der Durchführung von den wissenschaftlichen Mitarbeiterinnen und Mitarbeitern unterstützt.

### **Empfehlungen**

### 1.2.8.2.25 M-INFO-101885 Energieinformatik 1

<b>Leistungspunkte:</b>	5	<b>Modulturnus:</b>	
<b>Moduldauer:</b>		<b>Unterrichtssprache:</b>	Deutsch
<b>Auslaufend:</b>	Nein	<b>Gültig bis:</b>	
<b>Curriculare Verankerung:</b>	Wahlpflicht in Wahlpflichtmodule		
<b>Modulverantwortliche:</b>	Veit Hagenmeyer		

### Teilleistungen

Pflichtbestandteile	LP	Verantwortliche
Energieinformatik 1(S.463)	5	Veit Hagenmeyer

### Voraussetzungen

Siehe Teilleistung.

### Erfolgskontrolle

Siehe Teilleistung.

### Lernziele

Nach erfolgreicher Teilnahme an der Lehrveranstaltung "Energieinformatik 1" sollen die Studierenden die physikalischen Grundlagen verschiedener Energieformen, deren Speicherung, deren Übertragung und die entsprechenden Energiewandlungsprozesse verstehen, entsprechende mathematische Modelle zu den Grundlagen erstellen können, in der Lage sein, Informatik-Methoden für Energieinformatik-Anwendungsfälle ausgewählten Beispielen (z.B. Modellierung lokaler Energiesysteme, Energienetzsimulation und -optimierung) anzuwenden, das bestehende Energiesystem Deutschlands darstellen können, in der Lage sein, energiewirtschaftliche Grundkenntnisse erklären zu können

### Inhalt

Energieformen, -systeme und -speicherung  
 Energiewandlungsprozesse (in Kraftwerken)  
 Erneuerbare Energien

Module / Vertiefungsfach 1 / Theoretische Grundlagen / Algorithmentchnik / Kryptographie und Sicherheit / Betriebssysteme / Parallelverarbeitung / Softwaretechnik und Übersetzerbau / Entwurf eingebetteter Systeme und Rechnerarchitektur / Telematik / Pflichtmodule / Wahlpflichtmodule /

Energieübertragung (Strom-/Gas-/Wärmenetze)  
Elektrische Netze der Zukunft, Lastmanagement  
Einsatz von Informations- und Kommunikationstechnik (IKT)  
Energiewirtschaft  
→ jeweils mit praxisnahen Minimalbeispielen

Begleitend zur Vorlesung wird eine Übung angeboten, in der das erworbene Wissen praktisch vertieft wird.

### **Empfehlungen**

### 1.2.8.2.26 M-INFO-101886 Seminar Big Data Tools

<b>Leistungspunkte:</b>	3	<b>Modulturnus:</b>	
<b>Moduldauer:</b>		<b>Unterrichtssprache:</b>	Deutsch
<b>Auslaufend:</b>	Nein	<b>Gültig bis:</b>	
<b>Curriculare Verankerung:</b>	Wahlpflicht in Wahlpflichtmodule		
<b>Modulverantwortliche:</b>	Achim Streit		

### Teilleistungen

Pflichtbestandteile	LP	Verantwortliche
Seminar Big Data Tools(S.464)	3	Achim Streit

#### Voraussetzungen

Siehe Teilleistung.

#### Erfolgskontrolle

Siehe Teilleistung.

#### Lernziele

#### Inhalt

Ile reden von „Big Data“. Tatsächlich könnte das explosionsartige Wachstum großer Datenmengen das nächste große Phänomen seit der Erfindung des Internets sein. In der heutigen Zeit kann jeder von überall auf Informationen zugreifen und diese verarbeiten. Dabei produziert jeder von uns zusätzlich eine Vielzahl digitaler Daten wie Videos, Audio, Fotos, etc. Alleine auf YouTube werden jede Minute ca. 48 Stunden Videomaterial hochgeladen. Auch als Nutzer dieser digitalen Produkte stellen wir erhebliche Anforderungen an diese Plattformen: Wir setzen die Verfügbarkeit der Daten, schnelle und effiziente Analysen sowie eine schnelle Suche in großen Datenmengen voraus.

Der Begriff Big Data wird dabei durch die sogenannten fünf „V“s geprägt. Jedes dieser „V“s drückt einen entscheidenden Aspekt großer Datenmengen aus, welche die heutige Infrastruktur an ihre Grenzen bringt:

Module / Vertiefungsfach 1 / Theoretische Grundlagen / Algorithmentechnik / Kryptographie und Sicherheit / Betriebssysteme / Parallelverarbeitung / Softwaretechnik und Übersetzerbau / Entwurf eingebetteter Systeme und Rechnerarchitektur / Telematik / Pflichtmodule / Wahlpflichtmodule /

- Volume: Das Speichern, Verteilen und Analysieren von Petabyte- oder sogar Zettabyte-weise Daten
- Variety: Das Verarbeiten einer Vielzahl unstrukturierter Daten unterschiedlichster Datenformate
- Velocity: Der dramatische Anstieg der erzeugten Datenmenge
- Veracity: Das Verarbeiten unbestimmter oder unpräziser Daten, z. B. Daten sozialer Medien
- Value: Auch kleine Datenbestände können wertvoll sein und müssen z.B. archiviert werden, weil sie ggf. einmalig sind

Die Herausforderungen, welche im Umfeld von Big Data entstehen, bieten die besten Möglichkeiten für Einzelpersonen, Forschungseinrichtungen sowie Unternehmen der Technologiebranche, sich zu engagieren, Lösungen zu entwickeln und die Welt zu verändern.

Im Seminar „Big Data Tools“ werden effiziente Methoden und Werkzeuge vorgestellt und diskutiert, die für den Umgang mit großen Datenmengen notwendig sind. Zu diesen gehören voraussichtlich:

1. Analyse großer Datenmengen des Experimentes ALICE vom LHC
2. Auswirkungen direkt adressierbarer Massenspeicher auf das Datenbankdesign
3. Ceph: ein durch Software definiertes Speichersystem
4. CernVM-FS: Verteilung wissenschaftlicher Software auf global verteilte Rechnerressourcen
5. dCache: ein hochtransparentes, fehlertolerantes Datenmanagementsystem
6. Docker und Linux Container: Virtualisierung 2.0?
7. Dspace: Erfassung, Speicherung und Weiterverbreitung von digitalen Ressourcen
8. Graphpartitionierung
9. MapReduce: Programmiermodell für die Datenverarbeitung in großen Clustern
10. MongoDB: dokumentenbasierte NoSQL Datenbanken
11. Objektbasierte Speicher
12. Parallele Dateisysteme
13. Verteilter Datenzugriff mit niedrigen Latenzzeiten mit xrootd

Bei Bedarf, können die Vorträge und Diskussionen auch in Englisch abgehalten werden.

Die endgültige Themenliste wird zu Beginn des Seminars vorgestellt.

## **Empfehlungen**

### 1.2.8.2.27 M-INFO-101887 Seminar Advanced Topics in Parallel Programming

<b>Leistungspunkte:</b>	3	<b>Modulturnus:</b>	
<b>Moduldauer:</b>		<b>Unterrichtssprache:</b>	Deutsch
<b>Auslaufend:</b>	Nein	<b>Gültig bis:</b>	
<b>Curriculare Verankerung:</b>	Wahlpflicht in Wahlpflichtmodule		
<b>Modulverantwortliche:</b>	Achim Streit		

### Teilleistungen

Pflichtbestandteile	LP	Verantwortliche
Seminar Advanced Topics in Parallel Programming(S.464)	3	Achim Streit

#### Voraussetzungen

Siehe Teilleistung

#### Erfolgskontrolle

Siehe Teilleistung.

#### Lernziele

#### Inhalt

Eine effiziente Nutzung hochwertiger Supercomputing-Ressourcen (auch Hochleistungsrechner bzw. HPC genannt) für Simulationen von Phänomenen aus der Physik, Chemie, Biologie, mathematischen oder technischen Modellierung, von neuronalen Netzen, Signalverarbeitung, usw. ist nur möglich, wenn die entsprechenden Anwendungen mit modernen und fortschrittlichen Methoden der parallelen Programmierung implementiert werden. Oftmals ist sogar die Fähigkeit der Anwendung zur guten Skalierung (d.h. zur effizienten Nutzung einer großen Menge von CPU-Kernen) oder zur Nutzung von Beschleunigerhardware wie z.B. Grafikkarten/GPUs eine Voraussetzung, um einen Zugang zu und entsprechende Rechenzeit auf großen HPC-Systemen genehmigt zu bekommen.

Die Verbesserung bestehender Algorithmen in den Simulationscodes durch fortschrittliche Parallelisierungstechniken kann zu erheblichen Leistungsverbesserungen führen; Ergebnisse können so schneller generiert werden. Oder es besteht auch die Möglichkeit zur Energieeinsparung, in dem

Module / Vertiefungsfach 1 / Theoretische Grundlagen / Algorithmentechnik / Kryptographie und Sicherheit / Betriebssysteme / Parallelverarbeitung / Softwaretechnik und Übersetzerbau / Entwurf eingebetteter Systeme und Rechnerarchitektur / Telematik / Pflichtmodule / Wahlpflichtmodule /

geeignete zeitintensive Rechenroutinen des Simulationsprogramms von CPUs mit einem relativ hohen Energiebedarf auf GPUs mit einem niedrigeren Energiebedarf (pro Rechenoperation) verlagert werden.

Im Seminar werden ausgewählte Themen zu moderne Techniken der parallelen Programmierung vorgestellt und diskutiert. Stichworte sind MPI, OpenMP, CUDA, OpenCL und OpenACC. Es werden auch Werkzeuge zur Analyse der Effizienz, Skalierbarkeit und des Zeitverbrauchs von parallelen Anwendungen adressiert. Themen aus dem Bereich der parallelen Dateisysteme und der Hochgeschwindigkeits-Übertragungstechnologien runden das Themenspektrum ab.

Voraussichtliche Themen...

Performance-Analyse und Optimierung von Simulationscodes:

- Grundlagen der parallelen Code-Optimierung z.B. mittels Alinea MAP / Scalasca / Intel Trace Analyzer und Collector
- Performance-Analyse von seriellen und parallelen Programmen

Parallele Programmierung auf Shared Memory Systemen mit oder ohne Hardware Beschleunigern (grafischen/mathematischen Co-Prozessoren):

- PGAS -multi-core hybrid Programmiermodelle
- Task-based parallelism mit Intel Threading Building Blocks
- OpenMP 4.0 - neuer Standard zur mehrfädigen Programmierung von CPUs & GPUs
- Parallelisierung rekursiver Programme mit Hilfe des OpenMP Task-Konzepts
- Parallel programming with Java Multithreading
- OpenACC - der neue Standard für heterogene Parallelprogrammierung
- Vergleich der GPU Beschleunigerkarten zur Hochdurchsatz-Bildverarbeitung

Parallel Programmierung für Systeme mit verteilte Speicher:

- Internes Scheduling von paralleler Prozessen mit Hilfe von MPI
- Parallele Datei-Manipulation und Zugriff über MPI-I/O
- Dynamisches Prozess-Management mit MPI zur Erzeugung von zusätzlichen Tasks
- Einseitige Kommunikation mit MPI – Grenzen und Evaluation

Parallele Programmierung mittels parallele File Systeme, Netzwerke und Tools:

- InfiniBandnetzwerken für Parallelrechner
- Programmierung mit Parallel I/O Systeme - Datenformats (HDF5, netCDF)
- High-performance parallel File Systeme (GPFS, Lustre, HPSS)

Numerische Bibliotheken und API für Parallel Solving:

- Programmierung und Ausführung paralleler Anwendungen mit MATLAB
- Parallel Programmierung mit linear Algebra Pakete (ScaLAPACK, PETSc)

**Empfehlungen**

Module / Vertiefungsfach 1 / Theoretische Grundlagen / Algorithmentechnik / Kryptographie und Sicherheit / Betriebssysteme / Parallelverarbeitung / Softwaretechnik und Übersetzerbau / Entwurf eingebetteter Systeme und Rechnerarchitektur / Telematik / Pflichtmodule / Wahlpflichtmodule /

### 1.2.8.2.28 M-INFO-101889 Praktikum Praxis der Telematik

<b>Leistungspunkte:</b>	06,00	<b>Modulturnus:</b>	
<b>Moduldauer:</b>	1 Semester	<b>Unterrichtssprache:</b>	Deutsch
<b>Auslaufend:</b>	Nein	<b>Gültig bis:</b>	
<b>Curriculare Verankerung:</b>	Wahlpflicht in Wahlpflichtmodule		
<b>Modulverantwortliche:</b>	Martina Zitterbart		

### Teilleistungen

Pflichtbestandteile	LP	Verantwortliche
Praktikum Praxis der Telematik(S.465)	06,00	

#### Voraussetzungen

Siehe Teilleistung.

#### Erfolgskontrolle

Siehe Teilleistung.

#### Lernziele

In dieser Veranstaltung sollen die Teilnehmer ausgewählte Protokolle, Architekturen, sowie Verfahren und Algorithmen, welche in der Vorlesung Telematik behandelt werden, in der Praxis kennenlernen. Ziel ist es, die dort erlernten Konzepte durch ihre Anwendung in der Übung oder im semesterbegleitenden Projekt zu verinnerlichen.

#### Inhalt

Die Veranstaltung behandelt Protokolle, Architekturen, sowie Verfahren und Algorithmen, die u.a. im Internet für die Wegewahl und für das Zustandekommen einer zuverlässigen Ende-zu-Ende-Verbindung zum Einsatz kommen. Neben verschiedenen Medienzuteilungsverfahren in lokalen Netzen werden auch weitere Kommunikationssysteme, wie z.B. das leitungsvermittelte ISDN behandelt. Die Teilnehmer sollten ebenfalls verstanden haben, welche Möglichkeiten zur Verwaltung und Administration von Netzen zur Verfügung stehen.

#### Empfehlungen

Module / Vertiefungsfach 1 / Theoretische Grundlagen / Algorithmentechnik / Kryptographie und Sicherheit / Betriebssysteme / Parallelverarbeitung / Softwaretechnik und Übersetzerbau / Entwurf eingebetteter Systeme und Rechnerarchitektur / Telematik / Pflichtmodule / Wahlpflichtmodule /

### 1.2.8.2.29 M-INFO-101890 Seminar Internet und Gesellschaft - gesellschaftliche Werte und technische Umsetzung

<b>Leistungspunkte:</b>	3	<b>Modulturnus:</b>	
<b>Moduldauer:</b>		<b>Unterrichtssprache:</b>	Deutsch
<b>Auslaufend:</b>	Nein	<b>Gültig bis:</b>	
<b>Curriculare Verankerung:</b>	Wahlpflicht in Wahlpflichtmodule		
<b>Modulverantwortliche:</b>			

#### Teilleistungen

Pflichtbestandteile	LP	Verantwortliche
Seminar Internet und Gesellschaft - gesellschaftliche Werte und technische Umsetzung(S.465)	3	

#### Voraussetzungen

Siehe Teilleistung.

#### Erfolgskontrolle

Siehe Teilleistung.

#### Lernziele

#### Inhalt

#### Empfehlungen

Module / Vertiefungsfach 1 / Theoretische Grundlagen / Algorithmentechnik / Kryptographie und Sicherheit / Betriebssysteme / Parallelverarbeitung / Softwaretechnik und Übersetzerbau / Entwurf eingebetteter Systeme und Rechnerarchitektur / Telematik / Pflichtmodule / Wahlpflichtmodule /

### 1.2.8.2.30 M-INFO-101891 Projektpraktikum: Software Defined Networking

<b>Leistungspunkte:</b>	6	<b>Modulturnus:</b>	
<b>Moduldauer:</b>		<b>Unterrichtssprache:</b>	Deutsch
<b>Auslaufend:</b>	Nein	<b>Gültig bis:</b>	
<b>Curriculare Verankerung:</b>	Wahlpflicht in Wahlpflichtmodule		
<b>Modulverantwortliche:</b>	Martina Zitterbart		

### Teilleistungen

Pflichtbestandteile	LP	Verantwortliche
Projektpraktikum: Software Defined Networking(S.466)	6	Martina Zitterbart

#### Voraussetzungen

Siehe Teilleistung.

#### Erfolgskontrolle

Siehe Teilleistung.

#### Lernziele

#### Inhalt

Das Praktikum befasst sich mit der Realisierung eines Softwareprojektes im Bereich Software Defined Networking (SDN). Bei SDN wird die Steuerung und Überwachung eines Netzes in einen Controller ausgelagert. Über die OpenFlow-Schnittstelle kann dann die eigentliche Weiterleitungs-Hardware programmiert werden.

Im Rahmen des Praktikums wollen wir gemeinsam herausfinden, inwiefern sich diese Technik auch in den eigenen vier Wänden einsetzen lässt. Dazu soll ein SDN Home Router konzipiert und entwickelt werden, der den Anwender in die Lage versetzt, sein Netzwerk mithilfe von SDN-Applikationen zu überwachen und zu steuern. In Kleingruppen werden wir verschiedene Funktionen aus dem Heimnetzwerkbereich bauen bzw. nachbauen, z.B. eine Firewall oder eine Kindersicherung. Denkbar ist auch ein Monitoring-System, das den Internet-Konsum aller angeschlossener Rechner aufschlüsselt. Oder ein Traffic Engineering Mechanismus, der dafür sorgt, dass man YouTube auch dann noch genießen kann, wenn der kleinere Bruder ein 100GB Spiel herunterlädt. Viele weitere Varianten sind denkbar. Was am Ende umgesetzt wird, entscheiden wir gemeinsam im Praktikum. Eigene Ideen sind sehr willkommen!

#### Empfehlungen

Module / Vertiefungsfach 1 / Theoretische Grundlagen / Algorithmentechnik / Kryptographie und Sicherheit / Betriebssysteme / Parallelverarbeitung / Softwaretechnik und Übersetzerbau / Entwurf eingebetteter Systeme und Rechnerarchitektur / Telematik / Informationssysteme / Pflichtmodule / Wahlpflichtmodule /

## 1.2.9 Informationssysteme

### 1.2.9.1 Pflichtmodule

### 1.2.9.2 Wahlpflichtmodule

#### 1.2.9.2.1 M-INFO-100720 Konzepte und Anwendungen von Workflowsystemen

<b>Leistungspunkte:</b>	05,00	<b>Modulturnus:</b>
<b>Moduldauer:</b>	1 Semester	<b>Unterrichtssprache:</b>
<b>Auslaufend:</b>	Nein	<b>Gültig bis:</b>
<b>Curriculare Verankerung:</b>	Wahlpflicht in Wahlpflichtmodule	
<b>Modulverantwortliche:</b>	Jutta Mülle	

### Teilleistungen

Pflichtbestandteile	LP	Verantwortliche
Konzepte und Anwendungen von Workflowsystemen(S.359)	05,00	Jutta Mülle

#### Voraussetzungen

Siehe Teilleistung

#### Erfolgskontrolle

Siehe Teilleistung

#### Lernziele

Am Ende des Kurses sollen die Teilnehmer in der Lage sein, Workflows zu modellieren, die Modellierungsaspekte und ihr Zusammenspiel zu erläutern, Modellierungsmethoden miteinander zu vergleichen und ihre Anwendbarkeit in unterschiedlichen Anwendungsbereichen einzuschätzen. Sie sollten den technischen Aufbau eines Workflow-Management-Systems mit den wichtigsten Komponenten kennen und verschiedene Architekturen bewerten können. Schließlich sollten die Teilnehmer einen Einblick in die aktuellen relevanten Standards und in den Stand der Forschung durch aktuelle Forschungsthemen gewonnen haben.

#### Inhalt

Module / Vertiefungsfach 1 / Theoretische Grundlagen / Algorithmentechnik / Kryptographie und Sicherheit / Betriebssysteme / Parallelverarbeitung / Softwaretechnik und Übersetzerbau / Entwurf eingebetteter Systeme und Rechnerarchitektur / Telematik / Informationssysteme / Pflichtmodule / Wahlpflichtmodule /

Workflow-Management-Systeme (WFMS) unterstützen die Abwicklung von Geschäftsprozessen entsprechend vorgegebener Arbeitsabläufe. Immer wichtiger wird die Unterstützung von Abläufen im Service-orientierten Umfeld.

- Die Vorlesung beginnt mit der Einordnung von WFMS in betriebliche Informationssysteme und stellt den Zusammenhang mit der Geschäftsprozessmodellierung her.
- Es werden formale Grundlagen für WFMS eingeführt (Petri- Netze, Pi-Kalkül).
- Modellierungsmethoden für Workflows und der Entwicklungsprozess von Workflow-Management-Anwendungen werden vorgestellt und in Übungen vertieft.
- Insbesondere der Einsatz von Internettechniken speziell von Web Services und Standardisierungen für Prozessmodellierung, Orchestrierung und Choreographie werden in diesem Kontext vorgestellt.
- Im Teil Realisierung von Workflow-Management-Systemen werden verschiedene Architekturen sowie Systemtypen und beispielhaft konkrete Systeme behandelt.
- Weiterhin wird auf anwendungsgetriebene Vorgehensweisen zur Änderung von Workflows, speziell Geschäftsprozess-Reengineering und kontinuierliche Prozessverbesserung eingegangen.
- Abschließend werden Ergebnisse aus aktuellen Forschungsrichtungen, wie Methoden und Konzepte zur Unterstützung flexibler, adaptiver Workflows, Security für Workflows und Prozess-Mining behandelt.

## **Empfehlungen**

Module / Vertiefungsfach 1 / Theoretische Grundlagen / Algorithmentechnik / Kryptographie und Sicherheit / Betriebssysteme / Parallelverarbeitung / Softwaretechnik und Übersetzerbau / Entwurf eingebetteter Systeme und Rechnerarchitektur / Telematik / Informationssysteme / Pflichtmodule / Wahlpflichtmodule /

### 1.2.9.2.2 M-INFO-100727 Data Mining Paradigmen und Methoden für komplexe Datenbestände

<b>Leistungspunkte:</b>	05,00	<b>Modulturnus:</b>
<b>Moduldauer:</b>	1 Semester	<b>Unterrichtssprache:</b>
<b>Auslaufend:</b>	Nein	<b>Gültig bis:</b>
<b>Curriculare Verankerung:</b>	Wahlpflicht in Wahlpflichtmodule	
<b>Modulverantwortliche:</b>	Emmanuel Müller, Klemens Böhm	

### Teilleistungen

Pflichtbestandteile	LP	Verantwortliche
Data Mining Paradigmen und Methoden für komplexe Datenbestände(S.363)	05,00	Emmanuel Müller, Klemens Böhm

#### Voraussetzungen

Siehe Teilleistung.

#### Erfolgskontrolle

Siehe Teilleistung.

#### Lernziele

Am Ende der Lehrveranstaltung sollen die Teilnehmer die Notwendigkeit von fortgeschrittenen Data Mining Konzepten gut verstanden haben und erläutern können. Sie sollen unterschiedliche Ansätze zur Analyse großer und komplexer Datenbestände hinsichtlich ihrer Wirksamkeit und Anwendbarkeit einschätzen und vergleichen können. Die Teilnehmer sollen verstehen, welche Probleme im Themenbereich Data Mining derzeit offen sind, und einen Einblick in den diesbezüglichen Stand der Forschung gewonnen haben.

#### Inhalt

In der Vorlesung werden Kenntnisse zu fortgeschrittenen Methoden des Data Mining mit aktuellem Forschungsbezug vermittelt. Traditionelle Data Mining Methoden sind schon seit längerem in der Literatur bekannt und werden in grundlegenden Vorlesungen behandelt. Durch die immer größer und

Module / Vertiefungsfach 1 / Theoretische Grundlagen / Algorithmentechnik / Kryptographie und Sicherheit / Betriebssysteme / Parallelverarbeitung / Softwaretechnik und Übersetzerbau / Entwurf eingebetteter Systeme und Rechnerarchitektur / Telematik / Informationssysteme / Pflichtmodule / Wahlpflichtmodule /

komplexer werdenden Daten in heutigen Anwendungen lassen sich einige dieser traditionellen Verfahren nur noch auf verhältnismäßig kleine und einfache Probleminstanzen anwenden. Durch die Forschung in den letzten Jahren wurden jedoch einige neue Paradigmen für große und hochdimensionale Datenbanken entwickelt, die mit den neuen Herausforderungen in heutigen und zukünftigen Anwendungen skalieren sollen.

In der Vorlesung werden anhand von aktuellen Anwendungen neue Problemstellungen für Data Mining Methoden aufgezeigt. Der Schwerpunkt der Vorlesung liegt auf fortgeschrittenen Data Mining Paradigmen zur Wissensextraktion aus hochdimensionalen Daten. Es werden die grundsätzlichen Charakteristiken unterschiedlicher Paradigmen verglichen und verschiedene algorithmische Lösungen aus jedem dieser Bereiche vorgestellt. Darüber hinaus werden neue Evaluierungsmethoden vorgestellt, um diese Data Mining Lösungen für konkrete Anwendungen bewerten zu können.

Überblick über den Inhalt der Vorlesung:

- Motivation der neuen Herausforderungen anhand aktueller Anwendungen.
- Überblick über traditionelle Data Mining Verfahren und deren Schwächen.
- Abstraktion der Problemstellungen für hochdimensionale Datenbanken.
- Lösungsansätze neuer Paradigmen: Subspace Clustering und Projected Clustering zur Erkennung von Clustern in Teilräumen von hochdimensionalen Daten.
- Lösungsansätze zur Elimination von Redundanz in der Ausgabemenge von Data Mining Methoden. Verbesserung der Qualität durch Optimierung der Ergebnismenge.
- Extraktion von neuem Wissen durch alternative Sichten auf die Daten. Suche nach Alternativen zu gegebenen Ergebnismengen und Analyse von orthogonalen Teilräumen.
- Outlier Mining Techniken in hochdimensionalen Datenbanken. Problemstellungen und aktuelle Lösungsansätze aus Forschungs- und Industrieprojekten.
- Ausblick zur eigenen Forschung in diesen Bereichen.

## **Empfehlungen**

Siehe Teilleistung.

Module / Vertiefungsfach 1 / Theoretische Grundlagen / Algorithmentchnik / Kryptographie und Sicherheit / Betriebssysteme / Parallelverarbeitung / Softwaretechnik und Übersetzerbau / Entwurf eingebetteter Systeme und Rechnerarchitektur / Telematik / Informationssysteme / Pflichtmodule / Wahlpflichtmodule /

### 1.2.9.2.3 M-INFO-100752 Indexstrukturen für effiziente Anfragebearbeitung auf großen Datenbeständen

<b>Leistungspunkte:</b>	03,00	<b>Modulturnus:</b>
<b>Moduldauer:</b>	1 Semester	<b>Unterrichtssprache:</b>
<b>Auslaufend:</b>	Nein	<b>Gültig bis:</b>
<b>Curriculare Verankerung:</b>	Wahlpflicht in Wahlpflichtmodule	
<b>Modulverantwortliche:</b>	Emmanuel Müller, Klemens Böhm	

#### Teilleistungen

Pflichtbestandteile	LP	Verantwortliche
Indexstrukturen für effiziente Anfragebearbeitung auf großen Datenbeständen(S.375)	03,00	Emmanuel Müller, Klemens Böhm

#### Voraussetzungen

Siehe Teilleistung.

#### Erfolgskontrolle

Siehe Teilleistung.

#### Lernziele

Die Vorlesung verfolgt mehrere Ziele. Aus Sicht der Modellierung von Datenstrukturen werden grundlegende Prinzipien der Speicherung von großen Datenbeständen in unterschiedlichsten Datenräumen untersucht. Orthogonal dazu wird aus Sicht der Algorithmen die effiziente Anfragebearbeitung mit unterschiedlichen Anfragetypen behandelt. Die Teilnehmer sollen diese klassischen Ansätze beherrschen aber auch ihre Grenzen kennenlernen.

Darüber hinaus sollen sie einen Einblick in die Anwendung von Indexstrukturen in anderen Gebieten (z.B. in der Datenanalyse) bekommen und ein Gefühl dafür entwickeln, wie diese für neue Daten- und Anfragetypen in Forschungs- und Industrieanwendungen weiterentwickelt werden können.

#### Inhalt

Module / Vertiefungsfach 1 / Theoretische Grundlagen / Algorithmentechnik / Kryptographie und Sicherheit / Betriebssysteme / Parallelverarbeitung / Softwaretechnik und Übersetzerbau / Entwurf eingebetteter Systeme und Rechnerarchitektur / Telematik / Informationssysteme / Pflichtmodule / Wahlpflichtmodule /

Datenbanksysteme gehören zu den Grundlagen der heutigen Datenverarbeitung. Sie sind essentieller Bestandteil für die Speicherung, Analyse und Exploration von großen Datenbeständen in Forschung und Wirtschaft. Viele Anwendungen in der Genetik, im Mobilfunk oder im Web sind erst durch Datenbanksysteme ermöglicht worden. Kenntnisse über effiziente Zugriffsmethoden auf komplexe Datenbanksysteme, deren Grundlagen in verschiedenen Datenstrukturen und die effiziente Anfragebearbeitung mit intelligenten Algorithmen sind weiterführende Kenntnisse, die sich ein Informatiker zusätzlich zu seinem Allgemeinwissen über Datenbanksysteme aneignen sollte.

Diese Kenntnisse werden in der Vorlesung vermittelt. Als grundlegende Struktur der Vorlesung werden unterschiedliche Datentypen behandelt:

- 1-dimensionale Datenräume
- mehr-dimensionale Datenräume
- hochdimensionale Datenräume
- metrische Datenräume

Orthogonal dazu werden verschiedene Anfragetypen und effiziente Algorithmen zu deren Bearbeitung behandelt. Es werden unterschiedliche Anwendungen von Indexstrukturen untersucht und die Grenzen der klassischen Zugriffsmethoden aufgezeigt. Der Vergleich zwischen verschiedenen Indexstrukturen ist dabei ein essentieller Bestandteil der Vorlesung. Grundlegende Konzepte werden in unterschiedlichen Indexstrukturen eingeführt und dienen als Basis für die zukünftige Entwicklung von neuen Datenstrukturen. Die Vorlesung leistet somit auch einen Beitrag zur Softwareentwicklung und zur Analyse von großen Datenbeständen. In beiden Bereichen ist effizienter Datenzugriff eine immer wichtiger werdende Anforderung im Hinblick auf die Skalierbarkeit der Systeme.

## **Empfehlungen**

Siehe Teilleistung.

Module / Vertiefungsfach 1 / Theoretische Grundlagen / Algorithmentchnik / Kryptographie und Sicherheit / Betriebssysteme / Parallelverarbeitung / Softwaretechnik und Übersetzerbau / Entwurf eingebetteter Systeme und Rechnerarchitektur / Telematik / Informationssysteme / Pflichtmodule / Wahlpflichtmodule /

#### 1.2.9.2.4 M-INFO-100768 Analysetechniken für große Datenbestände

<b>Leistungspunkte:</b>	05,00	<b>Modulturnus:</b>
<b>Moduldauer:</b>	1 Semester	<b>Unterrichtssprache:</b>
<b>Auslaufend:</b>	Nein	<b>Gültig bis:</b>
<b>Curriculare Verankerung:</b>	Wahlpflicht in Wahlpflichtmodule	
<b>Modulverantwortliche:</b>	Klemens Böhm	

### Teilleistungen

Pflichtbestandteile	LP	Verantwortliche
Analysetechniken für große Datenbestände(S.382)	05,00	Klemens Böhm

#### Voraussetzungen

Siehe Teilleistung.

#### Erfolgskontrolle

Siehe Teilleistung.

#### Lernziele

Am Ende der Lehrveranstaltung sollen die Teilnehmer die Notwendigkeit von Konzepten der Datenanalyse gut verstanden haben und erläutern können. Sie sollen unterschiedliche Ansätze zur Verwaltung und Analyse großer Datenbestände hinsichtlich ihrer Wirksamkeit und Anwendbarkeit einschätzen und vergleichen können. Die Teilnehmer sollen verstehen, welche Probleme im Themenbereich der Vorlesung derzeit offen sind, und einen Einblick in den diesbezüglichen Stand der Forschung gewonnen haben.

#### Inhalt

Techniken zur Analyse großer Datenbestände stoßen bei Anwendern auf großes Interesse. Das Spektrum ist breit und umfasst klassische Branchen wie Banken und Versicherungen, neuere Akteure, insbesondere Internet-Firmen oder Betreiber neuartiger Informationsdienste und sozialer Medien, und Natur- und Ingenieurwissenschaften. In allen Fällen besteht der Wunsch, in sehr großen, z. T. verteilten Datenbeständen die Übersicht zu behalten, mit möglichst geringem Aufwand interessante Zusammenhänge aus dem Datenbestand zu extrahieren und erwartetes Systemverhalten mit dem tatsächlichen systematisch vergleichen zu können. In der Vorlesung geht es sowohl um die Aufbereitung von Daten als Voraussetzung für eine schnelle und leistungsfähige Analyse als auch um moderne Techniken für die Analyse an sich.

#### Empfehlungen

Siehe Teilleistung.

Module / Vertiefungsfach 1 / Theoretische Grundlagen / Algorithmentechnik / Kryptographie und Sicherheit / Betriebssysteme / Parallelverarbeitung / Softwaretechnik und Übersetzerbau / Entwurf eingebetteter Systeme und Rechnerarchitektur / Telematik / Informationssysteme / Pflichtmodule / Wahlpflichtmodule /

### 1.2.9.2.5 M-INFO-100769 Datenhaltung in der Cloud

<b>Leistungspunkte:</b>	05,00	<b>Modulturnus:</b>
<b>Moduldauer:</b>	1 Semester	<b>Unterrichtssprache:</b>
<b>Auslaufend:</b>	Nein	<b>Gültig bis:</b>
<b>Curriculare Verankerung:</b>	Wahlpflicht in Wahlpflichtmodule	
<b>Modulverantwortliche:</b>	Klemens Böhm	

### Teilleistungen

Pflichtbestandteile	LP	Verantwortliche
Datenhaltung in der Cloud(S.383)	05,00	Klemens Böhm

#### Voraussetzungen

Siehe Teilleistung

#### Erfolgskontrolle

Siehe Teilleistung

#### Lernziele

Am Ende der Lehrveranstaltung sollen die Teilnehmer Prinzipien sowie Vor- und Nachteile der Datenhaltung in der Cloud gut erklären können, und sie sollen verstanden haben, dass geringfügige Unterschiede in der Problemstellung zu stark verschiedenen Lösungen führen. Insbesondere sollen die Teilnehmer die wesentlichen Ansätze, wie sich in der Cloud Konsistenz sicherstellen lässt erläutern und voneinander abgrenzen können.

#### Inhalt

Eigentümer' großer Datenbestände gehen verstärkt dazu über, ihre Daten nicht mehr selbst zu verwalten, sondern sie in die Cloud zu verlagern und dort verwalten zu lassen. Es gibt jedoch viele grundsätzliche Probleme im Zusammenhang mit derart verteilter Datenhaltung, die noch nicht gelöst sind, bzw. für die existierende Lösungen uns nicht zufrieden stellen. Zwar gibt es eine Vielzahl von Systemen mit dem Anspruch, Datenhaltung in der Cloud zu unterstützen. Die dort realisierten Lösungen sind jedoch nicht immer wirklich gut, der Anwendungsprogrammierer muss einen Teil des Problems selbst lösen, oder es kann passieren, dass eine elegante, in theoretischer Hinsicht solide Lösung zu unbefriedigendem Laufzeitverhalten führt. Das Ziel dieser Vorlesung ist es, Sie in die Theorie der verteilten Datenhaltung in der Cloud einzuführen und Sie mit entsprechenden Algorithmen und Methoden bekanntzumachen. Wir behandeln u. a. die korrekte und fehlertolerante Ausführung von Transaktionen in verteilten Umgebungen, und zwar sowohl 'klassische' Lösungen als auch neue

Module / Vertiefungsfach 1 / Theoretische Grundlagen / Algorithmentechnik / Kryptographie und Sicherheit / Betriebssysteme / Parallelverarbeitung / Softwaretechnik und Übersetzerbau / Entwurf eingebetteter Systeme und Rechnerarchitektur / Telematik / Informationssysteme / Pflichtmodule / Wahlpflichtmodule /

Entwicklungen, moderne Techniken für den Umgang mit Replikation und die Besonderheiten von Datenströmen.

### **Empfehlungen**

Module / Vertiefungsfach 1 / Theoretische Grundlagen / Algorithmentechnik / Kryptographie und Sicherheit / Betriebssysteme / Parallelverarbeitung / Softwaretechnik und Übersetzerbau / Entwurf eingebetteter Systeme und Rechnerarchitektur / Telematik / Informationssysteme / Pflichtmodule / Wahlpflichtmodule /

### 1.2.9.2.6 M-INFO-100780 Datenbankeinsatz

<b>Leistungspunkte:</b>	05,00	<b>Modulturnus:</b>
<b>Moduldauer:</b>	1 Semester	<b>Unterrichtssprache:</b>
<b>Auslaufend:</b>	Nein	<b>Gültig bis:</b>
<b>Curriculare Verankerung:</b>	Wahlpflicht in Wahlpflichtmodule	
<b>Modulverantwortliche:</b>	Klemens Böhm	

### Teilleistungen

Pflichtbestandteile	LP	Verantwortliche
Datenbankeinsatz(S.389)	05,00	Klemens Böhm

#### Voraussetzungen

Siehe Teilleistung.

#### Erfolgskontrolle

Siehe Teilleistung.

#### Lernziele

Am Ende der Lehrveranstaltung sollen die Teilnehmer Datenbank-Konzepte (insbesondere Datenmodelle, Anfragesprachen) – breiter, als es in einführenden Datenbank-Veranstaltungen vermittelt wurde – erläutern und miteinander vergleichen können. Sie sollten Alternativen bezüglich der Verwaltung komplexer Anwendungsdaten mit Datenbank-Technologie kennen und bewerten können.

#### Inhalt

Diese Vorlesung soll Studierende an den Einsatz moderner Datenbanksysteme heranführen, in Breite und Tiefe. 'Breite' erreichen wir durch die ausführliche Betrachtung unterschiedlicher Philosophien und unterschiedlicher Datenmodelle mit entsprechenden Anfragesprachen. Wir gehen beispielsweise sowohl auf sogenannte NoSQL-Datenbanktechnologie ein als auch auf semistrukturierte Datenbanken (vulgo XML-Datenbanken, mit XQuery als Anfragesprache) und Graph-Datenbanken. 'Tiefe' erreichen wir durch die Betrachtung mehrerer nichttrivialer Anwendungen. Dazu gehören beispielhaft die Verwaltung von XML-Datenbeständen oder E-Commerce Daten mit SQL-Datenbanken. Diese Anwendungen sind von allgemeiner Natur und daher auch isoliert betrachtet bereits interessant.

#### Empfehlungen

Module / Vertiefungsfach 1 / Theoretische Grundlagen / Algorithmentechnik / Kryptographie und Sicherheit / Betriebssysteme / Parallelverarbeitung / Softwaretechnik und Übersetzerbau / Entwurf eingebetteter Systeme und Rechnerarchitektur / Telematik / Informationssysteme / Pflichtmodule / Wahlpflichtmodule /

Siehe Teilleistung.

Module / Vertiefungsfach 1 / Theoretische Grundlagen / Algorithmentechnik / Kryptographie und Sicherheit / Betriebssysteme / Parallelverarbeitung / Softwaretechnik und Übersetzerbau / Entwurf eingebetteter Systeme und Rechnerarchitektur / Telematik / Informationssysteme / Pflichtmodule / Wahlpflichtmodule /

### 1.2.9.2.7 M-INFO-100781 Informationsintegration und mobile Web-Anwendungen

<b>Leistungspunkte:</b>	03,00	<b>Modulturnus:</b>
<b>Moduldauer:</b>	1 Semester	<b>Unterrichtssprache:</b>
<b>Auslaufend:</b>	Nein	<b>Gültig bis:</b>
<b>Curriculare Verankerung:</b>	Wahlpflicht in Wahlpflichtmodule	
<b>Modulverantwortliche:</b>	Jutta Mülle	

### Teilleistungen

Pflichtbestandteile	LP	Verantwortliche
Informationsintegration und mobile Web-Anwendungen(S.390)	03,00	Jutta Mülle

#### Voraussetzungen

Siehe Teilleistung.

#### Erfolgskontrolle

Siehe Teilleistung.

#### Lernziele

Die Studierenden

- kennen aktuelle Technologien (u.a. J2EE, JSF, .NET, XML) zum Bau von Web-Anwendungen und können ihren Einsatz in konkreten Szenarien bewerten,
- kennen aktuelle Technologien zur Informations- und Dienstintegration,
- kennen aktuelle Ansätze zur Entwicklung mobiler WebApps,
- beherrschen Architekturansätze (u.a. Mehrschichtenarchitektur, Model-View-Controller, Mediatorarchitektur, dienstorientierte Architekturen) für die Integration heterogener Systeme und den Bau skalierbarer Web-Anwendungen,
- können Integrationsprobleme auf unterschiedlichen Ebenen (Präsentation, Dienste, Information, Technik) analysieren,
- beherrschen die Anwendung von virtuellen und materialisierten Integrationsansätzen auf konkrete Szenarien,
- kennen die wesentlichen Konzepte und Technologien von dienstorientierten Architekturen,
- kennen die Einsatzpotentiale von semantischen Technologien für die Integration auf Informations- und Dienstebene.

Module / Vertiefungsfach 1 / Theoretische Grundlagen / Algorithmentechnik / Kryptographie und Sicherheit / Betriebssysteme / Parallelverarbeitung / Softwaretechnik und Übersetzerbau / Entwurf eingebetteter Systeme und Rechnerarchitektur / Telematik / Informationssysteme / Pflichtmodule / Wahlpflichtmodule /

- kennen Architekturen zur Echtzeitdatenintegration.

## **Inhalt**

Web-Anwendungen bieten Nutzern eine einheitliche Sicht auf ein sehr vielfältiges Angebot an Informationen, Produkten und Dienstleistungen eines oder mehrerer Unternehmern. Um solche Portale zu realisieren ist es daher erforderlich, sowohl unternehmensintern als auch zwischen kooperierenden Unternehmen die unterschiedlichen IT-Systeme für Warenwirtschaft, Buchhaltung, Qualitätsmanagement, Kundenservice etc. so zu koppeln, dass ein integriertes Informations- und Dienstangebot für den Kunden entsteht.

Am Beispiel des fiktiven „Klick-and-Bau“ Baumarktportals werden wir illustrieren, wie sich der Weg von einem klassischen Ladengeschäft zu einem organisationsübergreifenden Web-Portal vollzieht und welche Konzepte und Techniken diesen Weg unterstützen. Zu Beginn behandeln wir Grundlagen zu Web-Technologien und mobilen WebApps. Anschließend behandeln wir die Integration und Web-Anbindung von vorhandenen IT-Systemen in einem einzelnen Unternehmen. Anschließend betrachten wir den Zusammenschluss mehrerer Unternehmen zu einer „virtuellen Einkaufsmeile“ und die damit verbundenen Datenaustausch-Probleme. Hierbei spielt die Informationsintegration eine wichtige Rolle. In einem dritten Teil werden weitergehende Entwicklungen und konkrete Systeme und Produkte betrachtet, u.a. zu Echtzeitdatenverarbeitung, ereignisgesteuerte Architekturen, Crowd-Sourcing / Crowd-basierte Meinungssammlung und Kontextmanagement / context-aware Systems. Zusätzlich stellen Unternehmen im Rahmen von Praxisbeiträgen ihre Lösungsansätze, Produkte und Arbeitsweise im Bereich Portale, Web-Technologien und Informations- und Dienstintegration vor.

Im Rahmen der Veranstaltung sollen sowohl technologieunabhängige Konzepte und Methoden, als auch konkrete aktuelle Technologien aus dem Umfeld von EJB, .NET, XML, RDF/ OWL und Web Services präsentiert werden. Hierzu werden zu ausgewählten Technologien Tutorials angeboten.

## **Empfehlungen**

Siehe Teilleistung

Module / Vertiefungsfach 1 / Theoretische Grundlagen / Algorithmentchnik / Kryptographie und Sicherheit / Betriebssysteme / Parallelverarbeitung / Softwaretechnik und Übersetzerbau / Entwurf eingebetteter Systeme und Rechnerarchitektur / Telematik / Informationssysteme / Pflichtmodule / Wahlpflichtmodule /

### 1.2.9.2.8 M-INFO-100835 Datenschutz und Privatheit in vernetzten Informationssystemen

<b>Leistungspunkte:</b>	03,00	<b>Modulturnus:</b>
<b>Moduldauer:</b>	1 Semester	<b>Unterrichtssprache:</b>
<b>Auslaufend:</b>	Nein	<b>Gültig bis:</b>
<b>Curriculare Verankerung:</b>	Wahlpflicht in Wahlpflichtmodule	
<b>Modulverantwortliche:</b>	Klemens Böhm	

### Teilleistungen

Pflichtbestandteile	LP	Verantwortliche
Datenschutz und Privatheit in vernetzten Informationssystemen(S.425)	03,00	Klemens Böhm

#### Voraussetzungen

Siehe Teilleistung.

#### Erfolgskontrolle

Siehe Teilleistung.

#### Lernziele

Die Studenten sollen in die Ziele und Grundbegriffe der Informationellen Selbstbestimmung eingeführt werden. Sie sollen dazu die grundlegende Herausforderungen des Datenschutzes und ihre vielfältigen Auswirkungen auf Gesellschaft und Individuen benennen können. Weiterhin sollen die Studenten aktuelle Technologien zum Datenschutz beherrschen und anwenden können, z.B. Methoden des Spatial & Temporal Cloaking. Die Studenten sollen damit in die Lage versetzt werden, die Risiken unbekannter Technologien für die Privatheit zu analysieren, geeignete Maßnahmen zum Umgang mit diesen Risiken vorzuschlagen und die Effektivität dieser Maßnahmen abzuschätzen.

#### Inhalt

In diesem Modul soll vermittelt werden, welchen Einfluss aktuelle und derzeit in der Entwicklung befindliche Informationssysteme auf die Privatheit ausüben. Diesen Herausforderungen werden technische Maßnahmen zum Datenschutz gegenübergestellt, die derzeit in der Forschung diskutiert werden. Ein Exkurs zu den gesellschaftlichen Implikationen von Datenschutzproben und Datenschutztechniken rundet das Modul ab.

#### Empfehlungen

Siehe Teilleistung.

Module / Vertiefungsfach 1 / Theoretische Grundlagen / Algorithmentechnik / Kryptographie und Sicherheit / Betriebssysteme / Parallelverarbeitung / Softwaretechnik und Übersetzerbau / Entwurf eingebetteter Systeme und Rechnerarchitektur / Telematik / Informationssysteme / Pflichtmodule / Wahlpflichtmodule /

### 1.2.9.2.9 M-INFO-101662 Datenbank-Praktikum

<b>Leistungspunkte:</b>	04,00	<b>Modulturnus:</b>	
<b>Moduldauer:</b>	1 Semester	<b>Unterrichtssprache:</b>	Deutsch
<b>Auslaufend:</b>	Nein	<b>Gültig bis:</b>	
<b>Curriculare Verankerung:</b>	Wahlpflicht in Wahlpflichtmodule		
<b>Modulverantwortliche:</b>			

### Teilleistungen

Pflichtbestandteile	LP	Verantwortliche
Datenbank-Praktikum(S.457)	04,00	Klemens Böhm

#### Voraussetzungen

Siehe Teilleistung

#### Erfolgskontrolle

Siehe Teilleistung

#### Lernziele

Im Praktikum soll das aus Vorlesungen wie „Datenbanksysteme“ und “Datenbankeinsatz” erlernte Wissen in die Praxis umgesetzt werden. Dabei geht es vor allem um Anwendungsprogrammierung mit Datenbanksystemen, Benutzung interaktiver Anfragesprachen, sowie um Datenbankentwurf. Darüber hinaus sollen die Studenten lernen, im Team zusammenzuarbeiten, um die einzelnen Versuche erfolgreich zu absolvieren.

#### Inhalt

Das Datenbankpraktikum bietet Studierenden den praktischen Einsatz von Datenbanksystemen in Ergänzung zu den unterschiedlichen Vorlesungen kennenzulernen. Die Teilnehmer werden in ausgewählten Versuchen mit kommerzieller (objekt-)relationaler sowie XML Datenbanktechnologie vertraut gemacht. Darüber hinaus können sie Datenbankentwurf an praktischen Beispielen erproben. Im Einzelnen stehen folgende Versuche auf dem Programm:

- Zugriff auf Datenbanken, auch aus Anwendungsprogrammen heraus,
- Verwaltung von Datenbeständen mit nicht konventioneller Datenbanktechnologie,
- Performanceoptimierungen bei der Anfragebearbeitung,
- Datenbank-Entwurf.

Module / Vertiefungsfach 1 / Theoretische Grundlagen / Algorithmentechnik / Kryptographie und Sicherheit / Betriebssysteme / Parallelverarbeitung / Softwaretechnik und Übersetzerbau / Entwurf eingebetteter Systeme und Rechnerarchitektur / Telematik / Informationssysteme / Pflichtmodule / Wahlpflichtmodule /

Arbeiten im Team ist ein weiterer wichtiger Aspekt bei allen Versuchen.

### **Empfehlungen**

Module / Vertiefungsfach 1 / Theoretische Grundlagen / Algorithmentchnik / Kryptographie und Sicherheit / Betriebssysteme / Parallelverarbeitung / Softwaretechnik und Übersetzerbau / Entwurf eingebetteter Systeme und Rechnerarchitektur / Telematik / Informationssysteme / Pflichtmodule / Wahlpflichtmodule /

### 1.2.9.2.10 M-INFO-101663 Praktikum: Analyse großer Datenbestände

<b>Leistungspunkte:</b>	04,00	<b>Modulturnus:</b>	Jedes 2. Semester Sommersemester
<b>Moduldauer:</b>	1 Semester	<b>Unterrichtssprache:</b>	Deutsch
<b>Auslaufend:</b>	Nein	<b>Gültig bis:</b>	
<b>Curriculare</b>	Wahlpflicht		in
<b>Verankerung:</b>	Wahlpflichtmodule		
<b>Modulverantwortliche:</b>			

### Teilleistungen

Pflichtbestandteile	LP	Verantwortliche
Praktikum: Analyse großer Datenbestände(S.458)	04,00	Klemens Böhm

#### Voraussetzungen

Siehe Teilleistung

#### Erfolgskontrolle

Siehe Teilleistung

#### Lernziele

Im Praktikum soll das in der Vorlesung „Analysetechniken für große Datenbestände“ erlernte Wissen über Data Mining in die Praxis umgesetzt werden. Dabei sollen die Studierenden gängige Softwaretools im Bereich Datenanalyse kennenlernen und diese in einer realen Anwendung einsetzen. Im ersten Teil des Praktikums sollen die Studierenden mit der Vorverarbeitung von Rohdaten sowie mit den Analyseschritten im KDD-Prozess vertraut gemacht werden. Sie sollen lernen wie man mit handelsüblichen Analysetools die bestmöglichen Ergebnisse in einer gegebenen Anwendung erzielen kann. Im zweiten Teil des Praktikums sollen die Schwächen eines einzelnen Analyseschrittes näher untersucht werden. Die Studierenden werden mit ungelösten Problemen aus der Fachliteratur konfrontiert und lernen Lösungen dazu selbst zu entwickeln. Darüber hinaus sollen die Studenten lernen, im Team zusammenzuarbeiten, um die einzelnen Aufgaben erfolgreich zu lösen.

#### Inhalt

Im Rahmen des Praktikums „Analyse großer Datenbestände“ wird das theoretische Wissen aus der Vorlesung „Analysetechniken für große Datenbestände“ mit Hilfe gängiger Softwaretools praktisch vertieft. Die Veranstaltung teilt sich in zwei Blöcke: Einen zum aktuellen Stand der Technik und einen darüber hinausgehenden Themenblock mit offenen Forschungsfragen. Im ersten Block wird unter Anlehnung an den KDD-Prozess ein Anwendungsbeispiel für die Wissensextraktion und Datenexploration in einem Unternehmen durchgespielt. Hierbei werden die verschiedenen Data Mining Verfahren näher beleuchtet. Der Fokus liegt auf Verfahren zum Clustering, der Klassifikation sowie der Bestimmung von Frequent Itemsets und Association Rules. Im zweiten Block wird ein einzelner Schritt im

Module / Vertiefungsfach 1 / Theoretische Grundlagen / Algorithmentechnik / Kryptographie und Sicherheit / Betriebssysteme / Parallelverarbeitung / Softwaretechnik und Übersetzerbau / Entwurf eingebetteter Systeme und Rechnerarchitektur / Telematik / Informationssysteme / Pflichtmodule / Wahlpflichtmodule /

KDD-Prozess und dessen Schwächen im Stand der Technik betrachtet. Die Studierenden werden für diese offenen Probleme sensibilisiert und angeleitet eigene Lösungsansätze zu diesen offenen Forschungsfragen zu entwickeln. Sowohl das Anwendungsbeispiel als auch die offenen Forschungsfragen werden in Teams bearbeitet.

### **Empfehlungen**

Module / Vertiefungsfach 1 / Theoretische Grundlagen / Algorithmentechnik / Kryptographie und Sicherheit / Betriebssysteme / Parallelverarbeitung / Softwaretechnik und Übersetzerbau / Entwurf eingebetteter Systeme und Rechnerarchitektur / Telematik / Informationssysteme / Pflichtmodule / Wahlpflichtmodule /

### 1.2.9.2.11 M-INFO-101794 Seminar Informationssysteme

<b>Leistungspunkte:</b>	04,00	<b>Modulturnus:</b>	
<b>Moduldauer:</b>	1 Semester	<b>Unterrichtssprache:</b>	Deutsch
<b>Auslaufend:</b>	Nein	<b>Gültig bis:</b>	
<b>Curriculare Verankerung:</b>	Wahlpflicht in Wahlpflichtmodule		
<b>Modulverantwortliche:</b>			

### Teilleistungen

Pflichtbestandteile	LP	Verantwortliche
Seminar Informationssysteme(S.460)	04,00	Klemens Böhm

#### Voraussetzungen

Siehe Teilleistung

#### Erfolgskontrolle

Siehe Teilleistung

#### Lernziele

#### Inhalt

#### Empfehlungen

Module / Vertiefungsfach 1 / Theoretische Grundlagen / Algorithmentchnik / Kryptographie und Sicherheit / Betriebssysteme / Parallelverarbeitung / Softwaretechnik und Übersetzerbau / Entwurf eingebetteter Systeme und Rechnerarchitektur / Telematik / Informationssysteme / Computergrafik und Geometrieverarbeitung / Pflichtmodule / Wahlpflichtmodule /

## 1.2.10 Computergrafik und Geometrieverarbeitung

### 1.2.10.1 Pflichtmodule

### 1.2.10.2 Wahlpflichtmodule

#### 1.2.10.2.1 M-INFO-100724 Praktikum: General-Purpose Computation on Graphics Processing Units

<b>Leistungspunkte:</b>	03,00	<b>Modulturnus:</b>
<b>Moduldauer:</b>	1 Semester	<b>Unterrichtssprache:</b>
<b>Auslaufend:</b>	Nein	<b>Gültig bis:</b>
<b>Curriculare Verankerung:</b>	Wahlpflicht in Wahlpflichtmodule	
<b>Modulverantwortliche:</b>	Carsten Dachsbacher	

### Teilleistungen

Pflichtbestandteile	LP	Verantwortliche
Praktikum: General-Purpose Computation on Graphics Processing Units(S.362)	03,00	Carsten Dachsbacher

#### Voraussetzungen

Siehe Teilleistung

#### Erfolgskontrolle

Siehe Teilleistung.

#### Lernziele

Die Studierenden sollen die Fähigkeit erwerben, programmierbare Grafik-Hardware mittels geeigneter Schnittstellen (z.B. OpenCL, CUDA) zur Lösung von wissenschaftlichen und technischen Berechnungen einzusetzen. Die Studierenden sollen dadurch die praktische Fähigkeit erwerben systematisch ein paralleles, effizientes Programm auf der Basis geeigneter Algorithmen zu entwickeln. Die Studierenden erlernen grundlegende Algorithmen für parallele Architekturen, können diese analysieren und bewerten, und üben deren Einsatz in praktischen Anwendungen.

#### Inhalt

Module / Vertiefungsfach 1 / Theoretische Grundlagen / Algorithmentechnik / Kryptographie und Sicherheit / Betriebssysteme / Parallelverarbeitung / Softwaretechnik und Übersetzerbau / Entwurf eingebetteter Systeme und Rechnerarchitektur / Telematik / Informationssysteme / Computergrafik und Geometrieverarbeitung / Pflichtmodule / Wahlpflichtmodule /

Das Praktikum behandelt grundlegende Konzepte für den Einsatz von moderner Grafik-Hardware für technische und wissenschaftliche Berechnungen und Simulationen. Beginnend mit grundlegenden Algorithmen, z.B. parallele Reduktion oder Matrix-Multiplikation, vermittelt das Praktikum Wissen über die Eigenschaften und Fähigkeiten moderner Grafik-Prozessoren (GPUs). Im Rahmen des Praktikums werden kleinere Teilprojekte bearbeitet, bei denen sich die Studierenden Wissen über die verwendeten Algorithmen aneignen und sie auf ein spezielles Problem anwenden; als Programmierschnittstelle dient z.B. OpenCL oder CUDA.

### **Empfehlungen**

Siehe Teilleistung.

Module / Vertiefungsfach 1 / Theoretische Grundlagen / Algorithmentechnik / Kryptographie und Sicherheit / Betriebssysteme / Parallelverarbeitung / Softwaretechnik und Übersetzerbau / Entwurf eingebetteter Systeme und Rechnerarchitektur / Telematik / Informationssysteme / Computergrafik und Geometrieverarbeitung / Pflichtmodule / Wahlpflichtmodule /

### 1.2.10.2.2 M-INFO-100731 Photorealistische Bildsynthese

<b>Leistungspunkte:</b>	05,00	<b>Modulturnus:</b>
<b>Moduldauer:</b>	1 Semester	<b>Unterrichtssprache:</b>
<b>Auslaufend:</b>	Nein	<b>Gültig bis:</b>
<b>Curriculare Verankerung:</b>	Wahlpflicht in Wahlpflichtmodule	
<b>Modulverantwortliche:</b>	Carsten Dachsbacher	

#### Teilleistungen

Pflichtbestandteile	LP	Verantwortliche
Photorealistische Bildsynthese(S.365)	05,00	Carsten Dachsbacher

#### Voraussetzungen

Siehe Teilleistung.

#### Erfolgskontrolle

Siehe Teilleistung.

#### Lernziele

Die Studierenden verstehen Algorithmen und Verfahren zur Erzeugung realistischer Bilder (z.B. Reflexionsmodelle, Lichttransportsimulation, Monte Carlo Methoden), können diese analysieren und beurteilen, und können geeignete Rendering-Verfahren für einen gegebenen Einsatzzweck auswählen und implementieren.

#### Inhalt

Algorithmen und Verfahren der Computergrafik für die Erzeugung fotorealistischer Bilder. Themen sind unter anderem: globale Beleuchtung und Lichttransportphänomene, Path Tracing, Photon Mapping, Radiometrie, BRDFs, Radiosity, Monte Carlo Verfahren und Importance Sampling.

#### Empfehlungen

Siehe Teilleistung.

Module / Vertiefungsfach 1 / Theoretische Grundlagen / Algorithmentechnik / Kryptographie und Sicherheit / Betriebssysteme / Parallelverarbeitung / Softwaretechnik und Übersetzerbau / Entwurf eingebetteter Systeme und Rechnerarchitektur / Telematik / Informationssysteme / Computergrafik und Geometrieverarbeitung / Pflichtmodule / Wahlpflichtmodule /

### 1.2.10.2.3 M-INFO-100732 Interaktive Computergrafik

<b>Leistungspunkte:</b>	05,00	<b>Modulturnus:</b>
<b>Moduldauer:</b>	1 Semester	<b>Unterrichtssprache:</b>
<b>Auslaufend:</b>	Nein	<b>Gültig bis:</b>
<b>Curriculare Verankerung:</b>	Wahlpflicht in Wahlpflichtmodule	
<b>Modulverantwortliche:</b>	Carsten Dachsbacher	

#### Teilleistungen

Pflichtbestandteile	LP	Verantwortliche
Interaktive Computergrafik(S.365)	05,00	Carsten Dachsbacher

#### Voraussetzungen

Siehe Teilleistung.

#### Erfolgskontrolle

Siehe Teilleistung.

#### Lernziele

Die Studierenden lernen in dieser Vorlesung wichtige Algorithmen und Verfahren für interaktive Computergrafik und Echtzeit-Computergrafik kennen, können diese verstehen und bewerten. Die erworbenen Kenntnisse sind in vielen Bereichen der Forschung in der Computergrafik und bei der Entwicklung von computergrafischen Anwendungen, interaktiven Visualisierungen, (Serious) Games und Simulatoren/Virtual Reality wichtig. Die Studierenden können geeignete Rendering-Verfahren für einen gegebenen Einsatzzweck auswählen und selbst implementieren.

#### Inhalt

Algorithmen und Verfahren der interaktiven Computergrafik. Die Themen sind unter anderem: Programmierung von Grafik-Hardware mittels OpenGL, Culling und Level-of-Detail Verfahren, effiziente Schatten- und Beleuchtungsverfahren, Deferred Shading und Bildraumverfahren, Voxeldarstellungen, Precomputed Radiance Transfer, Tessellierung.

#### Empfehlungen

Vorkenntnisse aus der Vorlesung **Computergrafik**.

Es wird empfohlen die Vorlesung **Fotorealistische Bildsynthese** besucht zu haben.

Module / Vertiefungsfach 1 / Theoretische Grundlagen / Algorithmentechnik / Kryptographie und Sicherheit / Betriebssysteme / Parallelverarbeitung / Softwaretechnik und Übersetzerbau / Entwurf eingebetteter Systeme und Rechnerarchitektur / Telematik / Informationssysteme / Computergrafik und Geometrieverarbeitung / Pflichtmodule / Wahlpflichtmodule /

#### 1.2.10.2.4 M-INFO-100738 Visualisierung

<b>Leistungspunkte:</b>	05,00	<b>Modulturnus:</b>
<b>Moduldauer:</b>	1 Semester	<b>Unterrichtssprache:</b>
<b>Auslaufend:</b>	Nein	<b>Gültig bis:</b>
<b>Curriculare Verankerung:</b>	Wahlpflicht in Wahlpflichtmodule	
<b>Modulverantwortliche:</b>	Carsten Dachsbacher	

#### Teilleistungen

Pflichtbestandteile	LP	Verantwortliche
Visualisierung(S.368)	05,00	Carsten Dachsbacher

#### Voraussetzungen

Siehe Teilleistung.

#### Erfolgskontrolle

Siehe Teilleistung.

#### Lernziele

Die Studierenden lernen in dieser Vorlesung wichtige Algorithmen und Verfahren der Visualisierung kennen und können diese unterschiedlichen Anwendungsfeldern zuordnen, sie analysieren und bewerten. Die erworbenen Kenntnisse sind in vielen Bereichen der Forschung in der Computergrafik, und der (Medizin-/Bio-/Ingenieurs-)Informatik wertvoll. Die Studierenden können für ein gestelltes Problem geeignete Visualisierungstechniken auswählen und selbst implementieren.

#### Inhalt

Die Visualisierung beschäftigt sich mit der visuellen Repräsentation von Daten aus wissenschaftlichen Experimenten, Simulationen, medizinischen Scannern, Datenbanken etc., mit dem Ziel ein größeres Verständnis oder eine einfachere Repräsentation komplexer Vorgänge zu erhalten. Hierzu werden u.a. Methoden aus der interaktiven Computergrafik herangezogen und neue Methoden entwickelt. Diese Vorlesung behandelt die sogenannte Visualisierungspipeline, spezielle Algorithmen und Datenstrukturen und zeigt praktische Anwendungen.

Themen dieser Vorlesung sind u.a.:

- Einführung, Visualisierungspipeline
- Datenakquisition und -repräsentation
- Perzeption und Abbildung (Mapping) auf grafische Repräsentationen
- Visualisierung von Skalarfeldern (Isoflächenextraktion, Volumenrendering)
- Visualisierung von Vektorfeldern (Particle Tracing, texturbasierte Methoden)

Module / Vertiefungsfach 1 / Theoretische Grundlagen / Algorithmentechnik / Kryptographie und Sicherheit / Betriebssysteme / Parallelverarbeitung / Softwaretechnik und Übersetzerbau / Entwurf eingebetteter Systeme und Rechnerarchitektur / Telematik / Informationssysteme / Computergrafik und Geometrieverarbeitung / Pflichtmodule / Wahlpflichtmodule /

- Tensorfelder und Daten mit mehreren Attributen
- Informationsvisualisierung

### **Empfehlungen**

Siehe Teilleistung.

Module / Vertiefungsfach 1 / Theoretische Grundlagen / Algorithmentechnik / Kryptographie und Sicherheit / Betriebssysteme / Parallelverarbeitung / Softwaretechnik und Übersetzerbau / Entwurf eingebetteter Systeme und Rechnerarchitektur / Telematik / Informationssysteme / Computergrafik und Geometrieverarbeitung / Pflichtmodule / Wahlpflichtmodule /

### 1.2.10.2.5 M-INFO-100812 Netze und Punktwolken

<b>Leistungspunkte:</b>	03,00	<b>Modulturnus:</b>
<b>Moduldauer:</b>	1 Semester	<b>Unterrichtssprache:</b>
<b>Auslaufend:</b>	Nein	<b>Gültig bis:</b>
<b>Curriculare Verankerung:</b>	Wahlpflicht in Wahlpflichtmodule	
<b>Modulverantwortliche:</b>	Hartmut Prautzsch	

### Teilleistungen

Pflichtbestandteile	LP	Verantwortliche
Netze und Punktwolken(S.410)	03,00	Hartmut Prautzsch

#### Voraussetzungen

Siehe Teilleistung.

#### Erfolgskontrolle

Siehe Teilleistung.

#### Lernziele

Die Hörer und Hörerinnen der Vorlesung beherrschen wichtige Algorithmen und grundlegende Konzepte für den Umgang mit diskreten Flächendarstellungen Sie sind in der Lage, Zusammenhänge mit dem Stoff der Vorlesungen wie „Geometrische Optimierung“ oder „Angewandte Differentialgeometrie“ herzustellen und sich in dem Gebiet weiter zu vertiefen.

#### Inhalt

Diskrete, stufige oder stückweise lineare Darstellungen von Flächen und Körpern haben sich dank verschiedener bildgebender Verfahren in den letzten 10 Jahren neben Darstellungen von höherem Grad und höherer Glattheitsordnung etabliert. Tomographen liefern Voxeldarstellungen und Laserscanner dicht nebeneinander liegende Oberflächenpunkte eines Körpers.

In der Vorlesung werden verschiedene Verfahren vorgestellt, mit denen sich aus solchen Voxeldarstellungen und Punktwolken Dreiecksnetze gewinnen lassen, also stetige

Module / Vertiefungsfach 1 / Theoretische Grundlagen / Algorithmentchnik / Kryptographie und Sicherheit / Betriebssysteme / Parallelverarbeitung / Softwaretechnik und Übersetzerbau / Entwurf eingebetteter Systeme und Rechnerarchitektur / Telematik / Informationssysteme / Computergrafik und Geometrieverarbeitung / Pflichtmodule / Wahlpflichtmodule /

Flächenbeschreibungen. Darüber hinaus werden Methoden zur Fehlerminimierung, Glättung, Netzminimierung und -optimierung besprochen und wie sich geeignete Parametrisierungen von Flächen finden lassen. Außerdem werden hierarchische Darstellungen vorgestellt und gezeigt, wie sich aus Dreiecksnetzen Aussagen über die Geometrie einer Fläche näherungsweise berechnen lassen.

### **Empfehlungen**

Module / Vertiefungsfach 1 / Theoretische Grundlagen / Algorithmentchnik / Kryptographie und Sicherheit / Betriebssysteme / Parallelverarbeitung / Softwaretechnik und Übersetzerbau / Entwurf eingebetteter Systeme und Rechnerarchitektur / Telematik / Informationssysteme / Computergrafik und Geometrieverarbeitung / Pflichtmodule / Wahlpflichtmodule /

#### 1.2.10.2.6 M-INFO-100837 Kurven und Flächen im CAD I

<b>Leistungspunkte:</b>	05,00	<b>Modulturnus:</b>
<b>Moduldauer:</b>	1 Semester	<b>Unterrichtssprache:</b>
<b>Auslaufend:</b>	Nein	<b>Gültig bis:</b>
<b>Curriculare Verankerung:</b>	Wahlpflicht in Wahlpflichtmodule	
<b>Modulverantwortliche:</b>	Hartmut Prautzsch	

### Teilleistungen

Pflichtbestandteile	LP	Verantwortliche
Kurven und Flächen im CAD I(S.426)	05,00	Hartmut Prautzsch

#### Voraussetzungen

Siehe Teilleistung.

#### Erfolgskontrolle

Siehe Teilleistung.

#### Lernziele

Die Hörer und Hörerinnen der Vorlesung beherrschen wichtige Grundlagen und Techniken. Sie sind in der Lage, aufbauenden, weiterführenden und speziellen Vorlesungen wie den Vorlesungen „Kurven und Flächen im CAD II und III“, „Rationale Splines“ oder „Unterteilungsalgorithmen“ zu folgen, sowie generell in der Lage, sich in dem Gebiet weiter zu vertiefen.

#### Inhalt

Bézier- und B-Spline-Techniken, Polarformen, Algorithmen von de Casteljau, de Boor und Boehm, Oslo-Algorithmus, Stärks Anschlusskonstruktion, Unterteilung, Übergang zu anderen Darstellungen, Algorithmen zur Erzeugung und Schneiden von Kurven und Flächen, Interpolationssplines, sowie etwas zu Tensorproduktflächen (=Kurven mit Kontrollkurven.)

#### Empfehlungen

Module / Vertiefungsfach 1 / Theoretische Grundlagen / Algorithmentchnik / Kryptographie und Sicherheit / Betriebssysteme / Parallelverarbeitung / Softwaretechnik und Übersetzerbau / Entwurf eingebetteter Systeme und Rechnerarchitektur / Telematik / Informationssysteme / Computergrafik und Geometrieverarbeitung / Pflichtmodule / Wahlpflichtmodule /

### 1.2.10.2.7 M-INFO-100856 Computergrafik

<b>Leistungspunkte:</b>	06,00	<b>Modulturnus:</b>
<b>Moduldauer:</b>	1 Semester	<b>Unterrichtssprache:</b>
<b>Auslaufend:</b>	Nein	<b>Gültig bis:</b>
<b>Curriculare Verankerung:</b>	Wahlpflicht in Wahlpflichtmodule	
<b>Modulverantwortliche:</b>	Carsten Dachsbacher	

#### Teilleistungen

Pflichtbestandteile	LP	Verantwortliche
Computergrafik(S.438)	06,00	Carsten Dachsbacher

#### Voraussetzungen

Siehe Teilleistung.

#### Erfolgskontrolle

Siehe Teilleistung.

#### Lernziele

Die Studierenden sollen grundlegende Konzepte und Algorithmen der Computergrafik verstehen und anwenden lernen, verschiedene Algorithmen bewerten und für Anwendungen in der Computergrafik einsetzen und implementieren können. Die erworbenen Kenntnisse ermöglichen einen erfolgreichen Besuch weiterführender Veranstaltungen im Vertiefungsgebiet Computergrafik.

#### Inhalt

Diese Vorlesung vermittelt grundlegende Algorithmen der Computergrafik, Farbmodelle, Beleuchtungsmodelle, Bildsynthese-Verfahren (Ray Tracing, Rasterisierung), Transformationen und Abbildungen, Texturen und Texturierungstechniken, Grafik-Hardware und APIs (z.B. OpenGL), geometrisches Modellieren und Dreiecksnetze.

#### Empfehlungen

Siehe Teilleistung.

Module / Vertiefungsfach 1 / Theoretische Grundlagen / Algorithmentechnik / Kryptographie und Sicherheit / Betriebssysteme / Parallelverarbeitung / Softwaretechnik und Übersetzerbau / Entwurf eingebetteter Systeme und Rechnerarchitektur / Telematik / Informationssysteme / Computergrafik und Geometrieverarbeitung / Pflichtmodule / Wahlpflichtmodule /

### 1.2.10.2.8 M-INFO-101213 Kurven und Flächen im CAD III

<b>Leistungspunkte:</b>	03,00	<b>Modulturnus:</b>	Jedes Semester
<b>Moduldauer:</b>	1 Semester	<b>Unterrichtssprache:</b>	
<b>Auslaufend:</b>	Nein	<b>Gültig bis:</b>	
<b>Curriculare Verankerung:</b>	Wahlpflicht in Wahlpflichtmodule		
<b>Modulverantwortliche:</b>	Hartmut Prautzsch		

### Teilleistungen

Pflichtbestandteile	LP	Verantwortliche
Kurven und Flächen im CAD III(S.442)	03,00	Hartmut Prautzsch

#### Voraussetzungen

Siehe Teilleistung

#### Erfolgskontrolle

Siehe Teilleistung

#### Lernziele

Die Hörer und Hörerinnen der Vorlesung beherrschen wichtige Grundlagen und Techniken. Sie sind in der Lage, aufbauenden, weiterführenden und speziellen Vorlesungen wie den Vorlesungen &#8222;Rationale Splines&#8222; oder &#8222;Unterteilungsalgorithmen&#8222; zu folgen, sowie generell in der Lage, sich in dem Gebiet weiter zu vertiefen.

#### Inhalt

Seit Anfang der 60er haben sich Bézier- und B-Spline-Darstellungen als wichtigstes Werkzeug zur Darstellung und Bearbeitung von Kurven und Flächen in rechnergestützten industriellen Anwendungen etabliert. Diese Darstellungen sind intuitiv, haben geometrische Bedeutung und führen auf konstruktive und numerisch robuste Algorithmen. In dieser Vorlesung wird eine mathematisch fundierte Einführung in die Bézier- und B-Spline-Techniken gegeben. Vermittelt werden vor allem konstruktive Algorithmen und ein Verständnis für geometrische Zusammenhänge. Die Vorlesung folgt im Wesentlichen dem unten angegebenen Buch "Bézier and B-Spline Techniques". Während in der Vorlesung „Kurven und Flächen im CAD I“ im wesentlichen Kurven und Tensorproduktflächen behandelt werden, werden in der Vorlesung „Kurven und Flächen im CAD II“ vor allem Konstruktionen glatter Freiformflächen diskutiert. Inhalt der dritten Vorlesung „Kurven und Flächen im CAD III“ sind Boxsplines, multivariate Splines, (Glattheits)energieminimierende Flächen, Interpolation unregelmäßiger Messpunkte, Schnittalgorithmen und weitere ausgewählte Themen.

#### Empfehlungen

Module / Vertiefungsfach 1 / Theoretische Grundlagen / Algorithmentechnik / Kryptographie und Sicherheit / Betriebssysteme / Parallelverarbeitung / Softwaretechnik und Übersetzerbau / Entwurf eingebetteter Systeme und Rechnerarchitektur / Telematik / Informationssysteme / Computergrafik und Geometrieverarbeitung / Pflichtmodule / Wahlpflichtmodule /

#### 1.2.10.2.9 M-INFO-101231 Kurven und Flächen im CAD II

<b>Leistungspunkte:</b>	05,00	<b>Modulturnus:</b>	one-time
<b>Moduldauer:</b>		<b>Unterrichtssprache:</b>	
<b>Auslaufend:</b>	Nein	<b>Gültig bis:</b>	
<b>Curriculare Verankerung:</b>	Wahlpflicht in Wahlpflichtmodule		
<b>Modulverantwortliche:</b>			

### Teilleistungen

Pflichtbestandteile	LP	Verantwortliche
Kurven und Flächen im CAD II(S.444)	05,00	Hartmut Prautzsch

#### Voraussetzungen

Siehe Teilleistung.

#### Erfolgskontrolle

Siehe Teilleistung.

#### Lernziele

Die Hörer und Hörerinnen der Vorlesung beherrschen wichtige Grundlagen und Techniken. Sie sind in der Lage, aufbauenden, weiterführenden und speziellen Vorlesungen wie den Vorlesungen „Kurven und Flächen im CAD III“, „Rationale Splines“ oder „Unterteilungsalgorithmen“ zu folgen, sowie generell in der Lage, sich in dem Gebiet weiter zu vertiefen.

#### Inhalt

Bézier- und B-Spline-Techniken für Tensorprodukt- und Dreiecksflächen.: de Casteljau-Algorithmus, konvexe Flächen, Unterteilung, differenzierbare Übergänge, Konstruktionen von Powell-Sabin, Clough-Tocher und Piper, Konstruktion glatter Freiformflächen, Punktumschließungsproblem, Boxsplines.

#### Empfehlungen

Siehe Teilleistung.

Module / Vertiefungsfach 1 / Theoretische Grundlagen / Algorithmentechnik / Kryptographie und Sicherheit / Betriebssysteme / Parallelverarbeitung / Softwaretechnik und Übersetzerbau / Entwurf eingebetteter Systeme und Rechnerarchitektur / Telematik / Informationssysteme / Computergrafik und Geometrieverarbeitung / Pflichtmodule / Wahlpflichtmodule /

### 1.2.10.2.10 M-INFO-101563 Praktikum: Visual Computing 1

<b>Leistungspunkte:</b>	06,00	<b>Modulturnus:</b>	
<b>Moduldauer:</b>	1 Semester	<b>Unterrichtssprache:</b>	Deutsch
<b>Auslaufend:</b>	Nein	<b>Gültig bis:</b>	
<b>Curriculare Verankerung:</b>	Wahlpflicht in Wahlpflichtmodule		
<b>Modulverantwortliche:</b>	Carsten Dachsbacher		

### Teilleistungen

Pflichtbestandteile	LP	Verantwortliche
Praktikum: Visual Computing 1(S.452)	06,00	Carsten Dachsbacher

#### Voraussetzungen

Siehe Teilleistung

#### Erfolgskontrolle

Siehe Teilleistung

#### Lernziele

In dieser Lehrveranstaltung werden praktische Probleme aus dem Kernbereich der Computergraphik und dem breiteren Feld des Visual Computing gelöst. In verschiedenen Teilprojekten werden u.a. die Anwendung von verschiedenen computergraphischen Techniken und der Einsatz moderner Graphik-Hardware geübt. Darüber hinaus soll im Team zusammengearbeitet werden, um die Aufgaben des Praktikums zu lösen.

#### Inhalt

Das Praktikum behandelt spezifische Themen, die teilweise in entsprechenden Vorlesungen auf dem Vertiefungsfach Computergraphik angesprochen wurden und vertieft diese. Ein vorheriger Besuch der jeweiligen Vorlesung ist hilfreich, aber keine Voraussetzung für den Besuch.

#### Empfehlungen

Siehe Teilleistung

Module / Vertiefungsfach 1 / Theoretische Grundlagen / Algorithmentechnik / Kryptographie und Sicherheit / Betriebssysteme / Parallelverarbeitung / Softwaretechnik und Übersetzerbau / Entwurf eingebetteter Systeme und Rechnerarchitektur / Telematik / Informationssysteme / Computergrafik und Geometrieverarbeitung / Pflichtmodule / Wahlpflichtmodule /

### 1.2.10.2.11 M-INFO-101567 Praktikum: Visual Computing 2

<b>Leistungspunkte:</b>	06,00	<b>Modulturnus:</b>	
<b>Moduldauer:</b>	1 Semester	<b>Unterrichtssprache:</b>	Deutsch
<b>Auslaufend:</b>	Nein	<b>Gültig bis:</b>	
<b>Curriculare Verankerung:</b>	Wahlpflicht in Wahlpflichtmodule		
<b>Modulverantwortliche:</b>			

### Teilleistungen

Pflichtbestandteile	LP	Verantwortliche
Praktikum: Visual Computing 2(S.453)	06,00	Carsten Dachsbacher

#### Voraussetzungen

Siehe Teilleistung

#### Erfolgskontrolle

Siehe Teilleistung

#### Lernziele

In dieser Lehrveranstaltung werden praktische Probleme aus dem Kernbereich der Computergraphik und dem breiteren Feld des Visual Computing gelöst. In verschiedenen Teilprojekten werden u.a. die Anwendung von verschiedenen computergraphischen Techniken und der Einsatz moderner Graphik-Hardware geübt. Darüber hinaus soll im Team zusammengearbeitet werden, um die Aufgaben des Praktikums zu lösen.

#### Inhalt

Das Praktikum behandelt spezifische Themen, die teilweise in entsprechenden Vorlesungen auf dem Vertiefungsfach Computergraphik angesprochen wurden und vertieft diese. Ein vorheriger Besuch der jeweiligen Vorlesung ist hilfreich, aber keine Voraussetzung für den Besuch.

#### Empfehlungen

Siehe Teilleistung

Module / Vertiefungsfach 1 / Theoretische Grundlagen / Algorithmentechnik / Kryptographie und Sicherheit / Betriebssysteme / Parallelverarbeitung / Softwaretechnik und Übersetzerbau / Entwurf eingebetteter Systeme und Rechnerarchitektur / Telematik / Informationssysteme / Computergrafik und Geometrieverarbeitung / Pflichtmodule / Wahlpflichtmodule /

### 1.2.10.2.12 M-INFO-101660 Seminar Angewandte Geometrie und Geometrisches Design

<b>Leistungspunkte:</b>	03,00	<b>Modulturnus:</b>	
<b>Moduldauer:</b>		<b>Unterrichtssprache:</b>	Deutsch
<b>Auslaufend:</b>	Nein	<b>Gültig bis:</b>	
<b>Curriculare Verankerung:</b>	Wahlpflicht in Wahlpflichtmodule		
<b>Modulverantwortliche:</b>	Hartmut Prautzsch		

#### Teilleistungen

Pflichtbestandteile	LP	Verantwortliche
Seminar Angewandte Geometrie und Geometrisches Geometrisches Design(S.457)	03,00	Hartmut Prautzsch

#### Voraussetzungen

Keine

#### Erfolgskontrolle

#### Lernziele

#### Inhalt

#### Empfehlungen

Module / Vertiefungsfach 1 / Theoretische Grundlagen / Algorithmentechnik / Kryptographie und Sicherheit / Betriebssysteme / Parallelverarbeitung / Softwaretechnik und Übersetzerbau / Entwurf eingebetteter Systeme und Rechnerarchitektur / Telematik / Informationssysteme / Computergrafik und Geometrieverarbeitung / Pflichtmodule / Wahlpflichtmodule /

### 1.2.10.2.13 M-INFO-101666 Praktikum Geometrisches Modellieren

<b>Leistungspunkte:</b>	03,00	<b>Modulturnus:</b>	
<b>Moduldauer:</b>	1 Semester	<b>Unterrichtssprache:</b>	Deutsch
<b>Auslaufend:</b>	Nein	<b>Gültig bis:</b>	
<b>Curriculare Verankerung:</b>	Wahlpflicht in Wahlpflichtmodule		
<b>Modulverantwortliche:</b>			

### Teilleistungen

Pflichtbestandteile	LP	Verantwortliche
Praktikum Geometrisches Modellieren(S.458)	03,00	Hartmut Prautzsch

#### Voraussetzungen

Siehe Teilleistung

#### Erfolgskontrolle

Siehe Teilleistung

#### Lernziele

Im Praktikum wird die Anwendung einiger CAD-Techniken für die Arbeit mit Freiformkurven und -flächen geübt. Darüber hinaus soll im Team zusammengearbeitet werden, um die Aufgaben des Praktikums zu lösen.

Die Teilnehmer und Teilnehmerinnen des Praktikums verstehen ausgewählte Algorithmen des Geometrischen Modellierens im Detail und können kleine bis mittlere lauffähige Programme in C++ erstellen.

#### Inhalt

In diesem Praktikum werden klassische Techniken des Kurven- und Flächenentwurfs behandelt, die in zahlreichen CAD-Systemen Anwendung finden. Anhand kleiner Beispielprobleme wird der Stoff aus den Vorlesungen im Bereich der geometrischen Datenverarbeitung erarbeitet. Im Rahmen des Praktikums wird mit einer C++-Klassenbibliothek gearbeitet, die um Methoden und Klassen erweitert werden soll. Vorkenntnisse aus den Vorlesungen *Kurven und Flächen im CAD* oder *Rationale Splines* oder vergleichbaren Veranstaltungen sind wünschenswert, aber nicht unbedingt erforderlich. Ein Teil der Inhalte des Praktikums ist auch in den CAGD-Applets, siehe <http://i33www.ira.uka.de/applets/>, einem "interaktiven Tutorial zum geometrischen Modellieren", enthalten.

Module / Vertiefungsfach 1 / Theoretische Grundlagen / Algorithmentechnik / Kryptographie und Sicherheit / Betriebssysteme / Parallelverarbeitung / Softwaretechnik und Übersetzerbau / Entwurf eingebetteter Systeme und Rechnerarchitektur / Telematik / Informationssysteme / Computergrafik und Geometrieverarbeitung / Pflichtmodule / Wahlpflichtmodule /

### **Empfehlungen**

Module / Vertiefungsfach 1 / Theoretische Grundlagen / Algorithmentechnik / Kryptographie und Sicherheit / Betriebssysteme / Parallelverarbeitung / Softwaretechnik und Übersetzerbau / Entwurf eingebetteter Systeme und Rechnerarchitektur / Telematik / Informationssysteme / Computergrafik und Geometrieverarbeitung / Pflichtmodule / Wahlpflichtmodule /

#### 1.2.10.2.14 M-INFO-101667 Praktikum: Diskrete Freiformflächen

<b>Leistungspunkte:</b>	06,00	<b>Modulturnus:</b>	
<b>Moduldauer:</b>	1 Semester	<b>Unterrichtssprache:</b>	Deutsch
<b>Auslaufend:</b>	Nein	<b>Gültig bis:</b>	
<b>Curriculare Verankerung:</b>	Wahlpflicht in Wahlpflichtmodule		
<b>Modulverantwortliche:</b>			

### Teilleistungen

Pflichtbestandteile	LP	Verantwortliche
Praktikum: Diskrete Freiformflächen(S.459)	06,00	Hartmut Prautzsch

#### Voraussetzungen

Siehe Teilleistung

#### Erfolgskontrolle

Siehe Teilleistung

#### Lernziele

Die Teilnehmer und Teilnehmerinnen des Praktikums verstehen ausgewählte Algorithmen zum Umgang mit diskreten Freiformflächen im Detail und können kleine bis mittlere lauffähige Programme in C++ erstellen.

#### Inhalt

Verfahren, zur Rekonstruktion von Oberflächen aus Messpunkten basierend auf Dreiecksnetzen, Verfahren zur Animierung von Körpern, die durch Dreiecksnetze dargestellt sind, Verfahren zur Berechnung geodätischer Abstände und kürzester Verbindungen auf Dreiecksnetzen, PQ-Netze und Optimierungsverfahren

#### Empfehlungen

Module / Vertiefungsfach 1 / Theoretische Grundlagen / Algorithmentechnik / Kryptographie und Sicherheit / Betriebssysteme / Parallelverarbeitung / Softwaretechnik und Übersetzerbau / Entwurf eingebetteter Systeme und Rechnerarchitektur / Telematik / Informationssysteme / Computergrafik und Geometrieverarbeitung / Pflichtmodule / Wahlpflichtmodule /

### 1.2.10.2.15 M-INFO-101853 Rationale Splines

<b>Leistungspunkte:</b>	05,00	<b>Modulturnus:</b>	
<b>Moduldauer:</b>		<b>Unterrichtssprache:</b>	Deutsch
<b>Auslaufend:</b>	Nein	<b>Gültig bis:</b>	
<b>Curriculare Verankerung:</b>	Wahlpflicht in Wahlpflichtmodule		
<b>Modulverantwortliche:</b>	Hartmut Prautzsch		

#### Teilleistungen

Pflichtbestandteile	LP	Verantwortliche
Rationale Splines Übung(S.461)	2	Hartmut Prautzsch
Rationale Splines Vorlesung(S.461)	03,00	

#### Voraussetzungen

Siehe Teilleistung.

#### Erfolgskontrolle

Siehe Teilleistung.

#### Lernziele

Die Hörer und Hörerinnen der Vorlesung sollen ein grundlegendes geometrisches Verständnis für Kurven und Flächen und deren Konstruktionen bekommen , die z. B. im CAD, CAGD, Computer Vision oder Photogrammetrie verwendet werden.

#### Inhalt

Projektive Räume, Quadriken, rationale Kurven, rationale Bezier- und Spline-Techniken, NURBS, duale Kurven, duale Bezier- und B-Spline-Darstellung, Parallelkurven und -flächen, Parametrisierung von Quadriken, Dreiecksflächen auf Quadriken, Zykliden.

#### Empfehlungen

Module / Vertiefungsfach 1 / Theoretische Grundlagen / Algorithmentechnik / Kryptographie und Sicherheit / Betriebssysteme / Parallelverarbeitung / Softwaretechnik und Übersetzerbau / Entwurf eingebetteter Systeme und Rechnerarchitektur / Telematik / Informationssysteme / Computergrafik und Geometrieverarbeitung / Pflichtmodule / Wahlpflichtmodule /

### 1.2.10.2.16 M-INFO-101857 Rationale Splines

<b>Leistungspunkte:</b>	03,00	<b>Modulturnus:</b>	
<b>Moduldauer:</b>		<b>Unterrichtssprache:</b>	Deutsch
<b>Auslaufend:</b>	Nein	<b>Gültig bis:</b>	
<b>Curriculare Verankerung:</b>	Wahlpflicht in Wahlpflichtmodule		
<b>Modulverantwortliche:</b>	Hartmut Prautzsch		

### Teilleistungen

Pflichtbestandteile	LP	Verantwortliche
Rationale Splines Vorlesung(S.461)	03,00	

#### Voraussetzungen

keine.

#### Erfolgskontrolle

Siehe Teilleistung.

#### Lernziele

Die Hörer und Hörerinnen der Vorlesung sollen ein grundlegendes geometrisches Verständnis für Kurven und Flächen und deren Konstruktionen bekommen, die z. B. im CAD, CAGD, Computer Vision oder Photogrammetrie verwendet werden.

#### Inhalt

Projektive Räume, Quadriken, rationale Kurven, rationale Bezier- und Spline-Techniken, NURBS, duale Kurven, duale Bezier- und B-Spline-Darstellung, Parallelkurven und -flächen, Parametrisierung von Quadriken, Dreiecksflächen auf Quadriken, Zykliken.

#### Empfehlungen

Module / Vertiefungsfach 1 / Theoretische Grundlagen / Algorithmentechnik / Kryptographie und Sicherheit / Betriebssysteme / Parallelverarbeitung / Softwaretechnik und Übersetzerbau / Entwurf eingebetteter Systeme und Rechnerarchitektur / Telematik / Informationssysteme / Computergrafik und Geometrieverarbeitung / Robotik und Automation / Pflichtmodule / Wahlpflichtmodule /

## 1.2.11 Robotik und Automation

### 1.2.11.1 Pflichtmodule

### 1.2.11.2 Wahlpflichtmodule

#### 1.2.11.2.1 M-INFO-100736 Einführung in die Bildfolgenauswertung

<b>Leistungspunkte:</b>	03,00	<b>Modulturnus:</b>
<b>Moduldauer:</b>	1 Semester	<b>Unterrichtssprache:</b>
<b>Auslaufend:</b>	Nein	<b>Gültig bis:</b>
<b>Curriculare Verankerung:</b>	Wahlpflicht in Wahlpflichtmodule	
<b>Modulverantwortliche:</b>	Jürgen Beyerer	

### Teilleistungen

Pflichtbestandteile	LP	Verantwortliche
Einführung in die Bildfolgenauswertung(S.368)	03,00	Jürgen Beyerer

#### Voraussetzungen

Siehe Teilleistung.

#### Erfolgskontrolle

Siehe Teilleistung.

#### Lernziele

Die Studierenden besitzen nach Besuch der Vorlesung und Erarbeitung der genannten und besprochenen Quellen einen Überblick über klassische und aktuelle Verfahren aus verschiedenen Bereichen der Bildfolgenauswertung. Diese erstrecken sich von der Bewegungsdetektion über die Korrespondenzbildung, über die Schätzung dreidimensionaler Strukturen aus Bewegung, über die Detektion und Verfolgung von Objekten in Bildfolgen bis hin zur Interpretation von visuell beobachtbaren Aktionen und Verhalten.

Module / Vertiefungsfach 1 / Theoretische Grundlagen / Algorithmentechnik / Kryptographie und Sicherheit / Betriebssysteme / Parallelverarbeitung / Softwaretechnik und Übersetzerbau / Entwurf eingebetteter Systeme und Rechnerarchitektur / Telematik / Informationssysteme / Computergrafik und Geometrieverarbeitung / Robotik und Automation / Pflichtmodule / Wahlpflichtmodule /

Studierende analysieren an sie gestellte Probleme aus dem Bereich der Bildfolgenauswertung und bewerten bekannte Verfahren und Verfahrensgruppen auf ihre Eignung zur Lösung der Probleme und wählen somit geeignete Verfahren und Verfahrensweisen aus.

## **Inhalt**

Unter Bildfolgenauswertung als Teilgebiet des Maschinensehens versteht man die automatische Ableitung von Aussagen über die in einer Bildfolge abgebildete Szene und deren zeitlicher Entwicklung. Die abgeleiteten Aussagen können dem menschlichen Benutzer bereitgestellt werden oder aber direkt in Aktionen technischer Systeme überführt werden. Bei der Analyse von Bildfolgen ist es gegenüber der Betrachtung von Einzelbildern möglich, Bewegungen als Bestandteil der zeitlichen Veränderung der beobachteten Szene mit in die Ableitung von Aussagen einzubeziehen.

Gegenstand der Vorlesung ist zunächst die Bestimmung einer vorliegenden Bewegung in der Szene aus den Bildern einer Bildfolge. Hierbei werden sowohl änderungsbasierte wie korrespondenzbasierte Verfahren behandelt. Die Nutzung der Bewegungsschätzung zwischen Einzelbildern einer Bildfolge wird im Weiteren an Beispielen wie der Mosaikbildung, der Bestimmung von Szenenstrukturen aus Bewegungen aber auch der Objektdetektion auf der Basis von Bewegungshinweisen verdeutlicht.

Einen Schwerpunkt der Vorlesung bilden Objektdetektion und vor allem Objektverfolgungsverfahren, welche zur automatischen Bestimmung von Bewegungsspuren im Bild sowie zur Schätzung der dreidimensionalen Bewegung von Szenenobjekten genutzt werden. Die geschätzten zwei- und dreidimensionalen Spuren bilden die Grundlage für Verfahren, welche die quantitativ vorliegende Information über eine beobachtete Szene mit qualitativen Begriffen verknüpfen. Dies wird am Beispiel der Aktionserkennung in Bildfolgen behandelt. Die Nutzung der Verbegrifflichung von Bildfolgenauswertungsergebnissen zur Information des menschlichen Benutzers wie auch zur automatischen Schlussfolgerung innerhalb eines Bildauswertungssystems wird an Beispielen verdeutlicht.

## **Empfehlungen**

Siehe Teilleistung.

Module / Vertiefungsfach 1 / Theoretische Grundlagen / Algorithmentchnik / Kryptographie und Sicherheit / Betriebssysteme / Parallelverarbeitung / Softwaretechnik und Übersetzerbau / Entwurf eingebetteter Systeme und Rechnerarchitektur / Telematik / Informationssysteme / Computergrafik und Geometrieverarbeitung / Robotik und Automation / Pflichtmodule / Wahlpflichtmodule /

### 1.2.11.2.2 M-INFO-100755 Bilddatenkompression

<b>Leistungspunkte:</b>	03,00	<b>Modulturnus:</b>
<b>Moduldauer:</b>	1 Semester	<b>Unterrichtssprache:</b>
<b>Auslaufend:</b>	Nein	<b>Gültig bis:</b>
<b>Curriculare Verankerung:</b>	Wahlpflicht in Wahlpflichtmodule	
<b>Modulverantwortliche:</b>	Alexey Pak, Jürgen Beyerer	

### Teilleistungen

Pflichtbestandteile	LP	Verantwortliche
Bilddatenkompression(S.376)	03,00	Alexey Pak, Jürgen Beyerer

#### Voraussetzungen

Siehe Teilleistung.

#### Erfolgskontrolle

Siehe Teilleistung.

#### Lernziele

Studierende lernen verschiedene Arten, Quellen und Einsatzbereiche von Bilddaten und Formen ihrer Kompression kennen sowie die Grundkonzepte der Informationstheorie, die relevant für Kommunikation und Kodierung sind. Studierende können allgemeine Prinzipien und Kriterien zur Charakterisierung verwenden um verschiedene Schemata zur Bildrepräsentation und Kodierung zu vergleichen. Studierende beherrschen ausgesuchte Algorithmen zur Entropiekodierung, Präkodierung und 1D-Signaldekorrelation im Detail.

Studierende kennen 2D-transformationsbasierte Dekorrelationsmethoden wie z.B. die Diskrete Fouriertransformation (DFT), Diskrete Cosinustransformation (DCT), Walsh-Hadamard-Transformation (WHT) und die Diskrete Wavelettransformation (DWT) und wissen auch um die temporalen Korrelationen und ihren Nutzen im Bereich der Video-Kodierung.

Studierende verstehen das menschliche visuelle System und die Statistik natürlicher Bilder. Des Weiteren haben Studierende zwei ungewöhnliche Anwendungen der Bilddatenkodierung kennengelernt, nämlich digitale Wasserzeichen und Steganographie. Als Übung analysieren Studierende verschiedene einfache steganographische Schemata.

#### Inhalt

Module / Vertiefungsfach 1 / Theoretische Grundlagen / Algorithmentechnik / Kryptographie und Sicherheit / Betriebssysteme / Parallelverarbeitung / Softwaretechnik und Übersetzerbau / Entwurf eingebetteter Systeme und Rechnerarchitektur / Telematik / Informationssysteme / Computergrafik und Geometrieverarbeitung / Robotik und Automation / Pflichtmodule / Wahlpflichtmodule /

Das Modul vermittelt die theoretischen und praktischen Aspekte der wichtigsten Stadien der Bilddatenerfassung und Kompression. Die Diskussion geht von der Kodierung un-korrelierter sequentieller Daten zur Dekorrelation der natürlichen 2D-Bilder und zur Ausnutzung der temporalen Korrelationen in der Komprimierung der Videodaten. Alle betrachteten Verfahren werden mit statistischer Begründung belegt und mit informationstheoretischen Massen charakterisiert. Zuletzt, zwei exotischen bildbasierten Kodierungsschemata (Watermarking und Steganographie) diskutiert werden.

### **Empfehlungen**

Module / Vertiefungsfach 1 / Theoretische Grundlagen / Algorithmentechnik / Kryptographie und Sicherheit / Betriebssysteme / Parallelverarbeitung / Softwaretechnik und Übersetzerbau / Entwurf eingebetteter Systeme und Rechnerarchitektur / Telematik / Informationssysteme / Computergrafik und Geometrieverarbeitung / Robotik und Automation / Pflichtmodule / Wahlpflichtmodule /

### 1.2.11.2.3 M-INFO-100757 Mechano-Informatik in der Robotik

<b>Leistungspunkte:</b>	04,00	<b>Modulturnus:</b>
<b>Moduldauer:</b>	1 Semester	<b>Unterrichtssprache:</b>
<b>Auslaufend:</b>	Nein	<b>Gültig bis:</b>
<b>Curriculare Verankerung:</b>	Wahlpflicht in Wahlpflichtmodule	
<b>Modulverantwortliche:</b>	Tamim Asfour	

### Teilleistungen

Pflichtbestandteile	LP	Verantwortliche
Mechano-Informatik in der Robotik(S.377)	04,00	Tamim Asfour

#### Voraussetzungen

Siehe Teilleistung.

#### Erfolgskontrolle

Siehe Teilleistung.

#### Lernziele

Studierende sollen die synergetische Integration von Mechanik, Elektronik, Regelung und Steuerung, eingebetteten Systemen, Methoden und Algorithmen der Informatik am Beispiel der Robotik verstehen. Studierende sollen in die Grundbegriffe und Methoden der Robotik, Signalverarbeitung, Bewegungsbeschreibung, maschinellen Intelligenz und kognitiven Systeme eingeführt werden. Speziell werden grundlegende und aktuelle Methoden sowie Werkzeuge zur Entwicklung und Programmierung von Robotern vermittelt werden. Anhand forschungsnaher Beispiele aus der humanoiden Robotik soll - auf eine interaktive Art und Weise - die Fähigkeit zum analytischen Denken sowie strukturiertem und zielgerichtetem Vorgehen bei der Analyse, Formalisierung und Lösung von Aufgabenstellungen erlernt werden.

Begleitend zur Vorlesung wird eine Übung angeboten, mit dem Ziel die Inhalte der Vorlesung praktisch zu vertiefen, und den Umgang mit MATLAB® durch deren Umsetzung zu vermitteln.

#### Inhalt

Die Vorlesung behandelt ingenieurwissenschaftliche und algorithmische Themen der Robotik, die durch Beispiele auf aktueller Forschung veranschaulicht und vertieft werden. Es werden mathematische Grundlagen der Robotik und Signalverarbeitung behandelt. Zunächst werden die mathematischen Grundlagen zur Beschreibung eines Robotersystems, Grundlagen der Signalverarbeitung sowie

Module / Vertiefungsfach 1 / Theoretische Grundlagen / Algorithmentechnik / Kryptographie und Sicherheit / Betriebssysteme / Parallelverarbeitung / Softwaretechnik und Übersetzerbau / Entwurf eingebetteter Systeme und Rechnerarchitektur / Telematik / Informationssysteme / Computergrafik und Geometrieverarbeitung / Robotik und Automation / Pflichtmodule / Wahlpflichtmodule /

grundlegende Algorithmen zur Steuerung vermittelt. Dazu gehören u.a. folgende Themen: Kinematik, Signalwandlung (analog-digital), intelligente Mechanik, Aktuatorik und Sensorik, Kraft-Positionsregelung, visuelles und taktiles Servoing, Neuronal Netze, dynamische Systeme, programmierbare Controller.

Weitere Informationen unter <http://www.humanoids.kit.edu>

### **Empfehlungen**

Siehe Teilleistung.

Module / Vertiefungsfach 1 / Theoretische Grundlagen / Algorithmentchnik / Kryptographie und Sicherheit / Betriebssysteme / Parallelverarbeitung / Softwaretechnik und Übersetzerbau / Entwurf eingebetteter Systeme und Rechnerarchitektur / Telematik / Informationssysteme / Computergrafik und Geometrieverarbeitung / Robotik und Automation / Pflichtmodule / Wahlpflichtmodule /

#### 1.2.11.2.4 M-INFO-100790 Steuerungstechnik für Roboter

**Leistungspunkte:**

**Moduldauer:**

**Auslaufend:**

**Curriculare Verankerung:**

**Modulverantwortliche:**

Nein

Wahlpflicht in Wahlpflichtmodule

Heinz Wörn

**Modulturnus:**

**Unterrichtssprache:**

**Gültig bis:**

Module / Vertiefungsfach 1 / Theoretische Grundlagen / Algorithmentechnik / Kryptographie und Sicherheit / Betriebssysteme / Parallelverarbeitung / Softwaretechnik und Übersetzerbau / Entwurf eingebetteter Systeme und Rechnerarchitektur / Telematik / Informationssysteme / Computergrafik und Geometrieverarbeitung / Robotik und Automation / Pflichtmodule / Wahlpflichtmodule /

### 1.2.11.2.5 M-INFO-100791 Innovative Konzepte zur Programmierung von Industrierobotern

<b>Leistungspunkte:</b>	04,00	<b>Modulturnus:</b>
<b>Moduldauer:</b>	1 Semester	<b>Unterrichtssprache:</b>
<b>Auslaufend:</b>	Nein	<b>Gültig bis:</b>
<b>Curriculare Verankerung:</b>	Wahlpflicht in Wahlpflichtmodule	
<b>Modulverantwortliche:</b>	Björn Hein	

### Teilleistungen

Pflichtbestandteile	LP	Verantwortliche
Innovative Konzepte zur Programmierung von Industrierobotern(S.396)	04,00	Björn Hein

#### Voraussetzungen

Siehe Teilleistung

#### Erfolgskontrolle

Siehe Teilleistung

#### Lernziele

Die Teilnehmer

- verstehen die Problematiken und Aufgabenstellungen bei der Programmierung von Industrierobotern (Handling, Programmierkonzepte, Kalibrierung, etc.)
- beherrschen die theoretischen Grundlagen, die für den Einsatz modellgestützter Planungsverfahren (Kollisionsvermeidung, Bahnplanung, Bahnoptimierung, Kalibrierung) notwendig sind.
- beherrschen im Bereich der Off-line Programmierung aktuelle Algorithmen und modellgestützte Verfahren zur kollisionsfreien Bahnplanung und Bahnoptimierung.
- besitzen die Fähigkeit die behandelten Verfahren zu analysieren und zu beurteilen, wann und in welchem Kontext diese einzusetzen sind.
- beherrschen grundlegenden Aufbau und Konzepte neuer Sensorsysteme (z.B. taktile Sensoren, Näherungssensoren).
- beherrschen Konzepte für den Einsatz dieser neuen Sensorsysteme im industriellen Kontext.
- Die Teilnehmer können die behandelten Planungs- und Optimierungsverfahren anhand von gegebenem Pseudocode in der Programmiersprache Python implementieren (400 - 800 Zeilen Code) und graphisch analysieren. Sie sind in der Lage für die Verfahren Optimierungen abzuleiten und diese Verfahren selbständig weiterzuentwickeln.

Module / Vertiefungsfach 1 / Theoretische Grundlagen / Algorithmentchnik / Kryptographie und Sicherheit / Betriebssysteme / Parallelverarbeitung / Softwaretechnik und Übersetzerbau / Entwurf eingebetteter Systeme und Rechnerarchitektur / Telematik / Informationssysteme / Computergrafik und Geometrieverarbeitung / Robotik und Automation / Pflichtmodule / Wahlpflichtmodule /

### **Inhalt**

- Die fortschreitende Leistungssteigerung heutiger Robotersteuerungen eröffnet neue Wege in der Programmierung von Industrierobotern. Viele Roboterhersteller nutzen die freiwerdenden Leistungsressourcen, um zusätzliche Modellberechnungen durchzuführen. Die Integration von Geometriemodellen auf der Robotersteuerung ermöglicht beispielsweise Kollisionserkennung bzw. Kollisionsvermeidung während der händischen Programmierung. Darüber hinaus lassen sich diese Modelle zur automatischen kollisionsfreien Bahnplanung und Bahnoptimierung heranziehen.

- Vor diesem Hintergrund vermittelt dieses Modul nach einer Einführung in die Themenstellung die theoretischen Grundlagen im Bereich der Kollisionserkennung, automatischen Bahnplanung, Kalibrierung (=Abgleich Modell/Realität), Visualisierung im industriellen Kontext und Verfahren zur intuitive Interaktion mit Industrierobotern.

### **Empfehlungen**

Siehe Teilleistung

Module / Vertiefungsfach 1 / Theoretische Grundlagen / Algorithmentechnik / Kryptographie und Sicherheit / Betriebssysteme / Parallelverarbeitung / Softwaretechnik und Übersetzerbau / Entwurf eingebetteter Systeme und Rechnerarchitektur / Telematik / Informationssysteme / Computergrafik und Geometrieverarbeitung / Robotik und Automation / Pflichtmodule / Wahlpflichtmodule /

### 1.2.11.2.6 M-INFO-100803 Echtzeitsysteme

<b>Leistungspunkte:</b>	06,00	<b>Modulturnus:</b>
<b>Moduldauer:</b>	1 Semester	<b>Unterrichtssprache:</b>
<b>Auslaufend:</b>	Nein	<b>Gültig bis:</b>
<b>Curriculare Verankerung:</b>	Wahlpflicht in Wahlpflichtmodule	
<b>Modulverantwortliche:</b>	Björn Hein,Heinz Wörn,Thomas Längle	

### Teilleistungen

Pflichtbestandteile	LP	Verantwortliche
Echtzeitsysteme(S.404)	06,00	Björn Hein,Heinz Wörn,Thomas Längle

#### Voraussetzungen

Siehe Teilleistung.

#### Erfolgskontrolle

Siehe Teilleistung.

#### Lernziele

- Der Student versteht grundlegende Verfahren, Modellierungen und Architekturen von Echtzeitsystemen am Beispiel der Automatisierungstechnik mit Messen, Steuern und Regeln und kann sie anwenden.
- Er kann einfache zeitkontinuierliche und zeitdiskrete PID-Regelungen modellieren und entwerfen sowie deren Übertragungsfunktion und deren Stabilität berechnen.
- Er versteht grundlegende Rechnerarchitekturen und Hardwaresysteme für Echtzeit- und Automatisierungssysteme.
- Er kann Rechnerarchitekturen für Echtzeitsysteme mit Mikrorechnersystemen und mit Analog- und Digitalchnittstellen zum Prozess entwerfen und analysieren.
- Der Student versteht die grundlegenden Problemstellungen wie Rechtzeitigkeit, Gleichzeitigkeit und Verfügbarkeit in der Echtzeitprogrammierung und Echtzeitkommunikation und kann die Verfahren synchrone, asynchrone Programmierung und zyklische zeitgesteuerte und unterbrechungsgesteuerte Steuerungsverfahren anwenden.
- Der Student versteht die grundlegenden Modelle und Methoden von Echtzeitbetriebssystemen wie Schichtenmodelle, Taskmodelle, Taskzustände, Zeitparameter, Echtzeitscheduling, Synchronisation und Verklemmungen, Taskkommunikation, Modelle der Speicher- und Ausgabeverwaltung sowie die Klassifizierung und Beispiele von Echtzeitsystemen.
- Er kann kleine Echtzeitsoftwaresysteme mit mehreren synchronen und asynchronen Tasks verklemmungsfrei entwerfen.
- Er versteht die Grundkonzepte der Echtzeitmiddleware, sowie der 3 Echtzeitsysteme: speicherprogrammierbare Steuerung, Werkzeugmaschinensteuerung, Robotersteuerung.

Module / Vertiefungsfach 1 / Theoretische Grundlagen / Algorithmentechnik / Kryptographie und Sicherheit / Betriebssysteme / Parallelverarbeitung / Softwaretechnik und Übersetzerbau / Entwurf eingebetteter Systeme und Rechnerarchitektur / Telematik / Informationssysteme / Computergrafik und Geometrieverarbeitung / Robotik und Automation / Pflichtmodule / Wahlpflichtmodule /

### **Inhalt**

Es werden die grundlegenden Prinzipien, Funktionsweisen und Architekturen von Echtzeitsystemen vermittelt. Einführend werden zunächst grundlegende Methoden für Modellierung und Entwurf von diskreten Steuerungen und zeitkontinuierlichen und zeitdiskreten Regelungen für die Automation von technischen Prozessen behandelt. Danach werden die grundlegenden Rechnerarchitekturen (Mikrorechner, Mikrokontroller Signalprozessoren, Parallelbusse) sowie Hardwareschnittstellen zwischen Echtzeitsystem und Prozess dargestellt. Echtzeitkommunikation am Beispiel Industrial Ethernet und Feldbusse werden eingeführt. Es werden weiterhin die grundlegenden Methoden der Echtzeitprogrammierung (synchrone und asynchrone Programmierung), der Echtzeitbetriebssysteme (Taskkonzept, Echtzeitscheduling, Synchronisation, Ressourcenverwaltung) sowie der Echtzeit-Middleware dargestellt. Abgeschlossen wird die Vorlesung durch Anwendungsbeispiele von Echtzeitsystemen aus der Fabrikautomation wie Speicherprogrammierbare Steuerung, Werkzeugmaschinensteuerung und Robotersteuerung.

### **Empfehlungen**

Module / Vertiefungsfach 1 / Theoretische Grundlagen / Algorithmentechnik / Kryptographie und Sicherheit / Betriebssysteme / Parallelverarbeitung / Softwaretechnik und Übersetzerbau / Entwurf eingebetteter Systeme und Rechnerarchitektur / Telematik / Informationssysteme / Computergrafik und Geometrieverarbeitung / Robotik und Automation / Pflichtmodule / Wahlpflichtmodule /

### 1.2.11.2.7 M-INFO-100810 Computer Vision für Mensch-Maschine-Schnittstellen

<b>Leistungspunkte:</b>	06,00	<b>Modulturnus:</b>
<b>Moduldauer:</b>	1 Semester	<b>Unterrichtssprache:</b>
<b>Auslaufend:</b>	Nein	<b>Gültig bis:</b>
<b>Curriculare Verankerung:</b>	Wahlpflicht in Wahlpflichtmodule	
<b>Modulverantwortliche:</b>	Rainer Stiefelhagen	

### Teilleistungen

Pflichtbestandteile	LP	Verantwortliche
Computer Vision für Mensch-Maschine-Schnittstellen(S.409)	06,00	Rainer Stiefelhagen

#### Voraussetzungen

Siehe Teilleistung.

#### Erfolgskontrolle

Siehe Teilleistung.

#### Lernziele

- Die Studierenden bekommen einen Überblick über grundlegende und aktuelle Bildverarbeitungsverfahren zur Erfassung von Menschen in Bildern und Bildfolgen sowie deren verschiedene Anwendungen im Bereich der Mensch-Maschine-Interaktion.
- Die Studierenden verstehen grundlegende Konzepte und aktuelle Verfahren zur Erfassung von Menschen in Bildern und Bildfolgen, deren Möglichkeiten und Grenzen und kann diese anwenden

#### Inhalt

Methoden des Maschinellen Sehens (Computer Vision) erlauben es, in Bildern und Bildfolgen Personen, ihre Körperhaltungen, Blickrichtungen, ihre Mimik, ihr Geschlecht und Alter, ihre Identität und Handlungen automatisch zu erkennen. Für diese computerbasierte visuelle Wahrnehmung von Menschen gibt es zahlreiche Anwendungsmöglichkeiten, wie beispielsweise interaktive „sehende“

Module / Vertiefungsfach 1 / Theoretische Grundlagen / Algorithmentechnik / Kryptographie und Sicherheit / Betriebssysteme / Parallelverarbeitung / Softwaretechnik und Übersetzerbau / Entwurf eingebetteter Systeme und Rechnerarchitektur / Telematik / Informationssysteme / Computergrafik und Geometrieverarbeitung / Robotik und Automation / Pflichtmodule / Wahlpflichtmodule /

Roboter, Fahrerassistenzsysteme, automatisierte Personenerkennung, oder auch die Suche in Bild- und Videoinhalten (Image Retrieval).

In dieser Vorlesung werden grundlegende und aktuelle Arbeiten aus dem Bereich des Maschinellen Sehens vorgestellt, die sich mit der Erfassung von Personen in Bildern und Bildfolgen beschäftigen.

- Im Einzelnen werden in der Vorlesung folgende Themen besprochen: Finden von Gesichtern in Bildern
- Anwendungen der Personenerfassung in Bildern und Bildfolgen
- Erkennung von Personen anhand des Gesichts (Gesichtserkennung)
- Mimikanalyse
- Schätzen von Kopfdrehung und Blickrichtung
- Globale und teilbasierte Modelle zur Detektion von Personen
- Tracking in Bildfolgen
- Erkennung von Bewegungen und Handlungen
- Gestenerkennung

Im Rahmen der Vorlesung werden außerdem zwei bis drei Programmierprojekte zu ausgewählten Vorlesungsthemen angeboten, die von den Teilnehmern in kleinen Teams bearbeitet werden sollen. Hierdurch kann das in der Vorlesung erlernte Wissen vertieft und praktisch angewandt werden.

## **Empfehlungen**

Module / Vertiefungsfach 1 / Theoretische Grundlagen / Algorithmentechnik / Kryptographie und Sicherheit / Betriebssysteme / Parallelverarbeitung / Softwaretechnik und Übersetzerbau / Entwurf eingebetteter Systeme und Rechnerarchitektur / Telematik / Informationssysteme / Computergrafik und Geometrieverarbeitung / Robotik und Automation / Pflichtmodule / Wahlpflichtmodule /

### 1.2.11.2.8 M-INFO-100814 Biologisch Motivierte Robotersysteme

<b>Leistungspunkte:</b>	03,00	<b>Modulturnus:</b>
<b>Moduldauer:</b>	1 Semester	<b>Unterrichtssprache:</b>
<b>Auslaufend:</b>	Nein	<b>Gültig bis:</b>
<b>Curriculare Verankerung:</b>	Wahlpflicht in Wahlpflichtmodule	
<b>Modulverantwortliche:</b>	Rüdiger Dillmann	

### Teilleistungen

Pflichtbestandteile	LP	Verantwortliche
Biologisch Motivierte Robotersysteme(S.411)	03,00	Rüdiger Dillmann

#### Voraussetzungen

Siehe Teilleistung.

#### Erfolgskontrolle

Siehe Teilleistung.

#### Lernziele

Studierende wenden die verschiedenen Entwurfsprinzipien der Methode "Bionik" in der Robotik sicher an. Somit können Studierende biologisch inspirierten Roboter entwerfen und Modelle für Kinematik, Mechanik, Regelung und Steuerung, Perzeption und Kognition analysieren, entwickeln, bewerten und auf andere Anwendungen übertragen.

Studierende kennen und verstehen die Leichtbaukonzepte und Materialeigenschaften natürlicher Vorbilder und sind ebenso mit den Konzepten und Methoden der Leichtbaurobotik vertraut sowie die resultierenden Auswirkungen auf die Energieeffizienz mobiler Robotersysteme.

Studierende können die verschiedenen natürlichen Muskeltypen und ihre Funktionsweise unterscheiden. Außerdem kennen sie die korrespondierenden, künstlichen Muskelsysteme und können das zugrundeliegende Muskelmodell ableiten. Dies versetzt sie in die Lage, antagonistische Regelungssysteme mit künstlichen Muskeln zu entwerfen.

Studierende kennen die wichtigsten Sinne des Menschen, sowie die dazugehörige Reizverarbeitung und Informationskodierung. Studierende können für diese Sinne technologische Sensoren ableiten, die die gleiche Funktion in der Robotik übernehmen.

Studierende können die Funktionsweise eines Zentralen Mustergenerators (CPG) gegenüber einem Reflex abgrenzen. Sie können Neuro-Oszillatoren theoretisch herleiten und einsetzen, um die

Module / Vertiefungsfach 1 / Theoretische Grundlagen / Algorithmentechnik / Kryptographie und Sicherheit / Betriebssysteme / Parallelverarbeitung / Softwaretechnik und Übersetzerbau / Entwurf eingebetteter Systeme und Rechnerarchitektur / Telematik / Informationssysteme / Computergrafik und Geometrieverarbeitung / Robotik und Automation / Pflichtmodule / Wahlpflichtmodule /

Laufbewegung eines Roboters zu steuern. Weiterhin können sie basierend auf den „Cruse Regeln“ Laufmuster für sechsbeinige Roboter erzeugen.

Studierende können die verschiedenen Lokomotionsarten sowie die dazu passenden Stabilitätskriterien für Laufbewegungen unterscheiden. Weiterhin kennen sie die wichtigsten Laufmuster für mehrbeinige Laufroboter und können eine Systemarchitektur für mobile Laufroboter konzipieren.

Studierende können Lernverfahren wie das Reinforcement Learning für das Parametrieren komplexer Parametersätze einsetzen. Insbesondere kennen sie die wichtigsten Algorithmen zum Online Lernen und können diese in der Robotik-Domäne anwenden.

Studierende kennen die Subsumption System-Architektur und können die Vorteile einer reaktiven Systemarchitektur bewerten. Sie können neue „Verhalten“ für biologisch inspirierte Roboter entwickeln und zu einem komplexen Verhaltensnetzwerk zusammenfügen.

Studierende können die mendelschen Gesetze anwenden und die Unterschiede zwischen Meiose und Mitose erklären. Weiterhin können sie genetische Algorithmen entwerfen und einsetzen, um komplexe Planungs- oder Perzeptionsprobleme in der Robotik zu lösen.

Studierende können die größten Herausforderungen bei der Entwicklung innovativer, humanoider Robotersysteme identifizieren und kennen Lösungsansätze sowie erfolgreiche Umsetzungen.

## **Inhalt**

Die Vorlesung biologisch motivierte Roboter beschäftigt sich intensiv mit Robotern, deren mechanische Konstruktion, Sensorkonzepte oder Steuerungsarchitektur von der Natur inspiriert wurden. Im Einzelnen wird jeweils auf Lösungsansätze aus der Natur geschaut (z.B. Leichtbaukonzepte durch Wabenstrukturen, menschliche Muskeln) und dann auf Robotertechnologien, die sich diese Prinzipien zunutze machen um ähnliche Aufgaben zu lösen (leichte 3D Druckteile oder künstliche Muskeln in der Robotik). Nachdem diese biologisch inspirierten Technologien diskutiert wurden, werden konkrete Robotersysteme und Anwendungen aus der aktuellen Forschung präsentiert, die diese Technologien erfolgreich einsetzen. Dabei werden vor allem mehrbeinige Laufroboter, schlangenartige und humanoide Roboter vorgestellt, und deren Sensor- und Antriebskonzepte diskutiert. Der Schwerpunkt der Vorlesung behandelt die Konzepte der Steuerung und Systemarchitekturen (z.B. verhaltensbasierte Systeme) dieser Robotersysteme, wobei die Lokomotion im Mittelpunkt steht. Die Vorlesung endet mit einem Ausblick auf zukünftige Entwicklungen und dem Aufbau von kommerziellen Anwendungen für diese Roboter.

## **Empfehlungen**

Module / Vertiefungsfach 1 / Theoretische Grundlagen / Algorithmentechnik / Kryptographie und Sicherheit / Betriebssysteme / Parallelverarbeitung / Softwaretechnik und Übersetzerbau / Entwurf eingebetteter Systeme und Rechnerarchitektur / Telematik / Informationssysteme / Computergrafik und Geometrieverarbeitung / Robotik und Automation / Pflichtmodule / Wahlpflichtmodule /

### 1.2.11.2.9 M-INFO-100815 Robotik III - Sensoren in der Robotik

<b>Leistungspunkte:</b>	03,00	<b>Modulturnus:</b>
<b>Moduldauer:</b>	1 Semester	<b>Unterrichtssprache:</b>
<b>Auslaufend:</b>	Nein	<b>Gültig bis:</b>
<b>Curriculare Verankerung:</b>	Wahlpflicht in Wahlpflichtmodule	
<b>Modulverantwortliche:</b>	Rüdiger Dillmann	

### Teilleistungen

Pflichtbestandteile	LP	Verantwortliche
Robotik III - Sensoren in der Robotik(S.412)	03,00	Rüdiger Dillmann

#### Voraussetzungen

Siehe Teilleistung.

#### Erfolgskontrolle

Siehe Teilleistung.

#### Lernziele

Der Hörer soll die wesentlichen in der Robotik gebräuchlichen Sensorprinzipien begreifen. Er soll verstehen wie der Datenfluss von der physikalischen Messung über die Digitalisierung, die Anwendung eines Sensormodells bis zur Bildverarbeitung, Merkmalsextraktion und Integration der Informationen in ein Umweltmodell funktioniert. Er soll in der Lage sein, für einfache Aufgabenstellungen geeignete Sensorkonzepte vorschlagen und seine Vorschläge begründen können.

#### Inhalt

Die Robotik III Vorlesung ergänzt die Robotik I um einen breiten Überblick zu in der Robotik verwendeter Sensorik und dem Auswerten von deren Daten. Ein Schwerpunkt der Vorlesung ist das Thema Computer Vision, welches von der Datenakquise, über die Kalibrierung bis hin zu Objekterkennung und Lokalisierung behandelt wird.

Sensoren sind wichtige Teilkomponenten von Regelkreisen und befähigen Roboter, ihre Aufgaben sicher auszuführen. Darüber hinaus dienen Sensoren der Erfassung der Umwelt sowie dynamischer Prozesse und Handlungsabläufe im Umfeld des Roboters. Die Themengebiete, die in der Vorlesung angesprochen werden, sind wie folgt: Sensortechnologie für eine Taxonomie von Sensorsystemen (u.a. visuelle und 3D-Sensoren), Modellierung von Sensoren (u.a. Farbkalibrierung und HDR-Bilder), Theorie und Praxis digitaler Signalverarbeitung, Maschinensehen, Multisensorintegration und Multisensordatenfusion.

Module / Vertiefungsfach 1 / Theoretische Grundlagen / Algorithmentechnik / Kryptographie und Sicherheit / Betriebssysteme / Parallelverarbeitung / Softwaretechnik und Übersetzerbau / Entwurf eingebetteter Systeme und Rechnerarchitektur / Telematik / Informationssysteme / Computergrafik und Geometrieverarbeitung / Robotik und Automation / Pflichtmodule / Wahlpflichtmodule /

Unter anderem werden Sensorsysteme besprochen wie relative Positionssensoren (optische Encoder, Potentiometer), Geschwindigkeitssensoren (Encoder, Tachogeneratoren), Beschleunigungssensoren (piezoresistiv, piezoelektrisch, optisch u.a.), inertielle Sensoren (Gyroskope, Gravimeter, u.a.), taktile Sensoren (Foliensensoren, druckempfindliche Materialien, optisch, u.a.), Näherungssensoren (kapazitiv, optisch, akustisch u.a.), Abstandssensoren (Ultraschallsensoren, Lasersensoren, Time-of-Flight, Interferometrie, strukturiertes Licht, Stereokamerasystem u.a.), visuelle Sensoren (Photodioden, CDD, u.a.), absolute Positionssensoren (GPS, Landmarken). Die Lasersensoren sowie die bildgebenden Sensoren werden in der Vorlesung bevorzugt behandelt.

### **Empfehlungen**

Siehe Teilleistung.

Module / Vertiefungsfach 1 / Theoretische Grundlagen / Algorithmentechnik / Kryptographie und Sicherheit / Betriebssysteme / Parallelverarbeitung / Softwaretechnik und Übersetzerbau / Entwurf eingebetteter Systeme und Rechnerarchitektur / Telematik / Informationssysteme / Computergrafik und Geometrieverarbeitung / Robotik und Automation / Pflichtmodule / Wahlpflichtmodule /

### 1.2.11.2.10 M-INFO-100816 Robotik II - Lernende und planende Roboter

<b>Leistungspunkte:</b>	03,00	<b>Modulturnus:</b>
<b>Moduldauer:</b>	1 Semester	<b>Unterrichtssprache:</b>
<b>Auslaufend:</b>	Nein	<b>Gültig bis:</b>
<b>Curriculare Verankerung:</b>	Wahlpflicht in Wahlpflichtmodule	
<b>Modulverantwortliche:</b>	Rüdiger Dillmann	

### Teilleistungen

Pflichtbestandteile	LP	Verantwortliche
Robotik II - Lernende und planende Roboter(S.413)	03,00	Rüdiger Dillmann

#### Voraussetzungen

Siehe Teilleistung.

#### Erfolgskontrolle

Siehe Teilleistung.

#### Lernziele

Der Hörer beherrscht die wesentlichen Prinzipien und Methoden zum Erwerb und der Ausführung von flexiblem Handlungswissen durch fortschrittliche Industrieroboter bzw. (teil-)autonome, industrielle Serviceroboter. Er kann für einfache Aufgabenstellungen verschiedene Konzepte vorschlagen und beschreiben.

Konkret sollen Studierende folgende Konzepte beherrschen und auf realistische Aufgabenstellungen anwenden können:

- Programmier Techniken für Industrieroboter
- geometrische Umweltmodelle
- Arbeitsraumanalysen
- Kraftgeregelte Roboter Aufgaben
- Offline Bahnplanung für Industrieroboteraufgaben
- Sensorgestützte Online-Bahnplanung für Industrieroboteraufgaben

Module / Vertiefungsfach 1 / Theoretische Grundlagen / Algorithmentechnik / Kryptographie und Sicherheit / Betriebssysteme / Parallelverarbeitung / Softwaretechnik und Übersetzerbau / Entwurf eingebetteter Systeme und Rechnerarchitektur / Telematik / Informationssysteme / Computergrafik und Geometrieverarbeitung / Robotik und Automation / Pflichtmodule / Wahlpflichtmodule /

- Lernen von Aufgabenmodellen durch den Industrieroboter

- Mobile, industrielle Roboteranipulation

- Automatische, symbolische Montageplanung

Die Studierenden sollen konkrete industrielle Produktions- und Serviceaufgabenstellungen, z.B. aus den Bereichen Montage, Intralogistik oder medizinische Laborautomatisierung analysieren, strukturieren und Methoden zur Lösung mittels Robotersystem dafür beschreiben können.

Studierende beherrschen die Wahl und den Vergleich geeigneter Programmierverfahren für klassische und fortschrittliche Industrieroboter und industrielle Serviceroboter. Sie können für eine reale Problemstellung detailliert die Wahl des besten Umweltmodelltyps begründen. Sie sind in der Lage für eine fortschrittliche Industrieroboteranipulation einen geeigneten Ansatz zur Arbeitsraumanalyse zu wählen und seine Arbeitsweise zu beschreiben. Sie können geeignete Kraftregelungsansätze für verschiedene, reale Industrieroboteranipulationen wählen und einfache Parametrierungsaspekte dazu analysieren. Sie können geeignete Bahnplanungsalgorithmen für Aufgaben aus der Industrierobotik und industriellen Servicerobotik wählen und deren Charakteristika im Einsatz bzw. auch ihre Limitationen analysieren. Sie können fortschrittliche, intuitive Verfahren zur Programmierung von Industrierobotern und industriellen Servicerobotern für den Einsatz analysieren bzw. adaptieren. Sie beherrschen die Modellierung von industriellen Montageaufgaben für die symbolische Planung.

## **Inhalt**

Aufbauend auf der Einführungsvorlesung Robotik I wird in Robotik II der Aspekt von Aufgabenwissen und -ausführung in der fortschrittlichen, industriellen Produktions- und Servicerobotik näher betrachtet. Verschiedene Programmiermethoden wie manuelle, textuelle und graphische Programmierung und die dazugehörigen Werkzeuge werden vorgestellt und eingehend behandelt. Die rechnerinterne Modellierung von Umwelt- und Aufgabenwissen sowie geeignete Planungs- und Lernmethoden werden diskutiert. Schließlich werden komplexe Lern- und Planungssysteme für (teil-)autonome, industrielle Serviceroboter vorgestellt.

## **Empfehlungen**

Siehe Teilleistung.

Module / Vertiefungsfach 1 / Theoretische Grundlagen / Algorithmentechnik / Kryptographie und Sicherheit / Betriebssysteme / Parallelverarbeitung / Softwaretechnik und Übersetzerbau / Entwurf eingebetteter Systeme und Rechnerarchitektur / Telematik / Informationssysteme / Computergrafik und Geometrieverarbeitung / Robotik und Automation / Pflichtmodule / Wahlpflichtmodule /

### 1.2.11.2.11 M-INFO-100820 Robotik in der Medizin

<b>Leistungspunkte:</b>	03,00	<b>Modulturnus:</b>
<b>Moduldauer:</b>	1 Semester	<b>Unterrichtssprache:</b>
<b>Auslaufend:</b>	Nein	<b>Gültig bis:</b>
<b>Curriculare Verankerung:</b>	Wahlpflicht in Wahlpflichtmodule	
<b>Modulverantwortliche:</b>	Jörg Raczkowski	

#### Teilleistungen

Pflichtbestandteile	LP	Verantwortliche
Robotik in der Medizin(S.415)	03,00	Jörg Raczkowski

#### Voraussetzungen

Siehe Teilleistung.

#### Erfolgskontrolle

Siehe Teilleistung.

#### Lernziele

- Der Student versteht die spezifischen Anforderungen der Chirurgie an die Automatisierung mit Robotern.
- Zusätzlich kennt er grundlegende Verfahren für die Registrierung von Bilddaten unterschiedlicher Modalitäten und die physikalische Registrierung mit ihren verschiedenen Flexibilisierungsstufen und kann sie anwenden.
- Der Student kann den kompletten Workflow für einen robotergestützten Eingriff entwerfen.

#### Inhalt

Zur Motivation werden die verschiedenen Szenarien des Robotereinsatzes im chirurgischen Umfeld erläutert und anhand von Beispielen klassifiziert. Es wird auf Grundlagen der Robotik mit den verschiedenen kinematischen Formen eingegangen und die Kenngrößen Freiheitsgrad, kinematische Kette, Arbeitsraum und Traglast eingeführt. Danach werden die verschiedenen Module der Prozesskette für eine robotergestützte Chirurgie vorgestellt. Diese beginnt mit der Bildgebung  $\pi$ , mit den

Module / Vertiefungsfach 1 / Theoretische Grundlagen / Algorithmentechnik / Kryptographie und Sicherheit / Betriebssysteme / Parallelverarbeitung / Softwaretechnik und Übersetzerbau / Entwurf eingebetteter Systeme und Rechnerarchitektur / Telematik / Informationssysteme / Computergrafik und Geometrieverarbeitung / Robotik und Automation / Pflichtmodule / Wahlpflichtmodule /

verschiedenen tomographischen Verfahren. Sie werden anhand der physikalischen Grundlagen und ihrer meßtechnischen Aussagen zur Anatomie und Pathologie erläutert. In diesem Kontext spielen die Datenformate und Kommunikation eine wesentliche Rolle. Die medizinische Bildverarbeitung mit Schwerpunkt auf Segmentierung schliesst sich an. Dies führt zur geometrischen 3D-Rekonstruktion anatomischer Strukturen, die die Grundlage für ein attributiertes Patientenmodell bilden. Dazu werden die Methoden für die Registrierung der vorverarbeiteten Meßdaten aus verschiedenen tomographischen Modalitäten beschrieben. Die verschiedenen Ansätze für die Modellierung von Gewebeparametern ergänzen die Ausführungen zu einem vollständigen Patientenmodell. Die Anwendungen des Patientenmodells in der Visualisierung und Operationsplanung ist das nächste Thema. Am Begriff der Planung wird die sehr unterschiedliche Sichtweise von Medizinern und Ingenieuren verdeutlicht. Neben der geometrischen Planung wird die Rolle der Ablaufplanung erarbeitet, die im klinischen Alltag immer wichtiger wird. Im wesentlichen unter dem Gesichtspunkt der Verifikation der Operationsplanung wird das Thema Simulation behandelt. Unterthemen sind hierbei die funktionale anatomiebezogene Simulation, die Robotersimulation mit Standortverifikation sowie Trainingssysteme. Der intraoperative Teil der Prozesskette beinhaltet die Registrierung, Navigation, Erweiterte Realität und Chirurgierobotersysteme. Diese werden mit Grundlagen und Anwendungsbeispielen erläutert. Als wichtige Punkte werden hier insbesondere Techniken zum robotergestützten Gewebescheiden und die Ansätze zu Mikro- und Nanochirurgie behandelt. Die Vorlesung schliesst mit einem kurzen Diskurs zu den speziellen Sicherheitsfragen und den rechtlichen Aspekten von Medizinprodukten.

## **Empfehlungen**

Module / Vertiefungsfach 1 / Theoretische Grundlagen / Algorithmentechnik / Kryptographie und Sicherheit / Betriebssysteme / Parallelverarbeitung / Softwaretechnik und Übersetzerbau / Entwurf eingebetteter Systeme und Rechnerarchitektur / Telematik / Informationssysteme / Computergrafik und Geometrieverarbeitung / Robotik und Automation / Pflichtmodule / Wahlpflichtmodule /

### 1.2.11.2.12 M-INFO-100826 Automatische Sichtprüfung und Bildverarbeitung

<b>Leistungspunkte:</b>	06,00	<b>Modulturnus:</b>
<b>Moduldauer:</b>	1 Semester	<b>Unterrichtssprache:</b>
<b>Auslaufend:</b>	Nein	<b>Gültig bis:</b>
<b>Curriculare Verankerung:</b>	Wahlpflicht in Wahlpflichtmodule	
<b>Modulverantwortliche:</b>	Jürgen Beyerer	

### Teilleistungen

Pflichtbestandteile	LP	Verantwortliche
Automatische Sichtprüfung und Bildverarbeitung(S.419)	06,00	Jürgen Beyerer

#### Voraussetzungen

Siehe Teilleistung.

#### Erfolgskontrolle

Siehe Teilleistung.

#### Lernziele

- Studierende haben fundierte Kenntnisse in den grundlegenden Methoden der Bildverarbeitung (Vorverarbeitung und Bildverbesserung, Bildrestauration, Segmentierung, Morphologische Bildverarbeitung, Texturanalyse, Detektion, Bildpyramiden, Multiskalenanalyse und Wavelet-Transformation).
- Studierende sind in der Lage, Lösungskonzepte für Aufgaben der automatischen Sichtprüfung zu erarbeiten und zu bewerten.
- Studierende haben fundiertes Wissen über verschiedene Sensoren und Verfahren zur Aufnahme bildhafter Daten sowie über die hierfür relevanten optischen Gesetzmäßigkeiten
- Studierende kennen unterschiedliche Konzepte, um bildhafte Daten zu beschreiben und kennen die hierzu notwendigen systemtheoretischen Methoden und Zusammenhänge.

#### Inhalt

- Sensoren und Verfahren zur Bildgewinnung
- Licht und Farbe
- Bildsignale
- Wellenoptik
- Vorverarbeitung und Bildverbesserung
- Bildrestauration

Module / Vertiefungsfach 1 / Theoretische Grundlagen / Algorithmentechnik / Kryptographie und Sicherheit / Betriebssysteme / Parallelverarbeitung / Softwaretechnik und Übersetzerbau / Entwurf eingebetteter Systeme und Rechnerarchitektur / Telematik / Informationssysteme / Computergrafik und Geometrieverarbeitung / Robotik und Automation / Pflichtmodule / Wahlpflichtmodule /

- Segmentierung
- Morphologische Bildverarbeitung
- Texturanalyse
- Detektion
- Bildpyramiden, Multiskalenanalyse und Wavelet- Transformation

### **Empfehlungen**

Siehe Teilleistung.

Module / Vertiefungsfach 1 / Theoretische Grundlagen / Algorithmentechnik / Kryptographie und Sicherheit / Betriebssysteme / Parallelverarbeitung / Softwaretechnik und Übersetzerbau / Entwurf eingebetteter Systeme und Rechnerarchitektur / Telematik / Informationssysteme / Computergrafik und Geometrieverarbeitung / Robotik und Automation / Pflichtmodule / Wahlpflichtmodule /

### 1.2.11.2.13 M-INFO-100827 Einführung in die Informationsfusion

<b>Leistungspunkte:</b>	03,00	<b>Modulturnus:</b>
<b>Moduldauer:</b>	1 Semester	<b>Unterrichtssprache:</b>
<b>Auslaufend:</b>	Nein	<b>Gültig bis:</b>
<b>Curriculare Verankerung:</b>	Wahlpflicht in Wahlpflichtmodule	
<b>Modulverantwortliche:</b>		

### Teilleistungen

Pflichtbestandteile	LP	Verantwortliche
Einführung in die Informationsfusion(S.420)	03,00	

#### Voraussetzungen

Siehe Teilleistung.

#### Erfolgskontrolle

Siehe Teilleistung.

#### Lernziele

- Studierende haben fundiertes Wissen in unterschiedlichen Methoden zur Spezifizierung von unsicherheitsbehaftetem Wissen und zu dessen Aufarbeitung zum Zweck der Informationsfusion.
- Studierende beherrschen unterschiedliche Konzepte der Informationsfusion hinsichtlich ihrer Voraussetzungen, Modellannahmen, Methoden und Ergebnisse.
- Studierende sind in der Lage, Aufgaben der Informationsfusion zu analysieren und formal zu beschreiben, Lösungsmöglichkeiten zu synthetisieren und die Eignung der unterschiedlichen Ansätze der Informationsfusion zur Lösung einzuschätzen.

#### Inhalt

- Grundlagen und Methoden der Informationsfusion
- Voraussetzungen der Fusionierbarkeit
- Spezifikation von unsicherheitsbehafteter Information
- Vorverarbeitung zur Informationsfusion, Registrierung
- Fusionsarchitekturen
- Probabilistische Methoden: Bayes'sche Fusion, Kalman-Filter, Tracking
- Formulierung von Fusionsaufgaben mittels Energiefunktionalen
- Dempster-Shafer-Theorie

Module / Vertiefungsfach 1 / Theoretische Grundlagen / Algorithmentechnik / Kryptographie und Sicherheit / Betriebssysteme / Parallelverarbeitung / Softwaretechnik und Übersetzerbau / Entwurf eingebetteter Systeme und Rechnerarchitektur / Telematik / Informationssysteme / Computergrafik und Geometrieverarbeitung / Robotik und Automation / Pflichtmodule / Wahlpflichtmodule /

- Fuzzy-Fusion
- Neuronale Netze

### **Empfehlungen**

Module / Vertiefungsfach 1 / Theoretische Grundlagen / Algorithmentechnik / Kryptographie und Sicherheit / Betriebssysteme / Parallelverarbeitung / Softwaretechnik und Übersetzerbau / Entwurf eingebetteter Systeme und Rechnerarchitektur / Telematik / Informationssysteme / Computergrafik und Geometrieverarbeitung / Robotik und Automation / Pflichtmodule / Wahlpflichtmodule /

### 1.2.11.2.14 M-INFO-100829 Stochastische Informationsverarbeitung

<b>Leistungspunkte:</b>	06,00	<b>Modulturnus:</b>
<b>Moduldauer:</b>	1 Semester	<b>Unterrichtssprache:</b>
<b>Auslaufend:</b>	Nein	<b>Gültig bis:</b>
<b>Curriculare Verankerung:</b>	Wahlpflicht in Wahlpflichtmodule	
<b>Modulverantwortliche:</b>	Uwe Hanebeck	

### Teilleistungen

Pflichtbestandteile	LP	Verantwortliche
Stochastische Informationsverarbeitung(S.421)	06,00	Uwe Hanebeck

#### Voraussetzungen

Siehe Teilleistung.

#### Erfolgskontrolle

Siehe Teilleistung.

#### Lernziele

Der Studierende soll die Handhabung komplexer dynamischer Systeme erlernen und insbesondere Probleme der Rekonstruktion gesuchter Größen aus unsicheren Daten analysieren und mathematisch korrekt beschreiben können. Ausgehend von speziellen Systemen werden die grundlegenden Probleme der Zustandsschätzung für allgemeine Systeme behandelt und mögliche Lösungswege aufgezeigt.

#### Inhalt

In diesem Modul werden Modelle und Zustandsschätzer für wertdiskrete und -kontinuierliche lineare sowie allgemeine Systeme behandelt. Für wertdiskrete und -kontinuierliche lineare Systeme werden Prädiktion und Filterung eingeführt (HMM, Kalman Filter). Zusätzlich wird für wertdiskrete Systeme die Glättung untersucht. Bei der Modellierung von allgemeinen statischen und dynamischen Systemen wird ausgehend von einer generativen eine probabilistische Systembeschreibung entwickelt. Unterschiedliche Arten des Rauscheinflusses (additiv, multiplikativ) sowie verschiedene Dichterepräsentationen werden untersucht. Die grundlegenden Methoden der Zustandsschätzung für allgemeine Systeme sowie die Herausforderungen bei der Implementierung generischer Schätzer werden vorgestellt. Die Vorlesung schließt mit einem Ausblick auf den Stand der Forschung und neuartige Schätze

#### Empfehlungen

Module / Vertiefungsfach 1 / Theoretische Grundlagen / Algorithmentchnik / Kryptographie und Sicherheit / Betriebssysteme / Parallelverarbeitung / Softwaretechnik und Übersetzerbau / Entwurf eingebetteter Systeme und Rechnerarchitektur / Telematik / Informationssysteme / Computergrafik und Geometrieverarbeitung / Robotik und Automation / Pflichtmodule / Wahlpflichtmodule /

Siehe Teilleistung.

Module / Vertiefungsfach 1 / Theoretische Grundlagen / Algorithmentechnik / Kryptographie und Sicherheit / Betriebssysteme / Parallelverarbeitung / Softwaretechnik und Übersetzerbau / Entwurf eingebetteter Systeme und Rechnerarchitektur / Telematik / Informationssysteme / Computergrafik und Geometrieverarbeitung / Robotik und Automation / Pflichtmodule / Wahlpflichtmodule /

### 1.2.11.2.15 M-INFO-100840 Lokalisierung mobiler Agenten

<b>Leistungspunkte:</b>	06,00	<b>Modulturnus:</b>
<b>Moduldauer:</b>	1 Semester	<b>Unterrichtssprache:</b>
<b>Auslaufend:</b>	Nein	<b>Gültig bis:</b>
<b>Curriculare Verankerung:</b>	Wahlpflicht in Wahlpflichtmodule	
<b>Modulverantwortliche:</b>	Uwe Hanebeck	

### Teilleistungen

Pflichtbestandteile	LP	Verantwortliche
Lokalisierung mobiler Agenten(S.428)	06,00	Uwe Hanebeck

#### Voraussetzungen

Siehe Teilleistung.

#### Erfolgskontrolle

Siehe Teilleistung.

#### Lernziele

- Der Student versteht die Aufgabenstellung, konkrete Lösungsverfahren, und den erforderlichen mathematische Hintergrund
- Zusätzlich kennt der Student die theoretischen Grundlagen, die Unterscheidung der vier wesentlichen Lokalisierungsarten sowie die Stärken und Schwächen der vorgestellten Lokalisierungsverfahren. Hierzu werden zahlreiche Anwendungsbeispiele betrachtet.

#### Inhalt

In diesem Modul wird eine systematische Einführung in das Gebiet der Lokalisierungsverfahren gegeben. Zum erleichterten Einstieg gliedert sich das Modul in vier zentrale Themengebiete. Die Koppelnavigation behandelt die schritthaltende Positionsbestimmung eines Fahrzeugs aus dynamischen Parametern wie etwa Geschwindigkeit oder Lenkwinkel. Die Lokalisierung unter Zuhilfenahme von Messungen zu bekannten Landmarken ist Bestandteil der statischen Lokalisierung. Neben geschlossenen Lösungen für spezielle Messungen (Distanzen und Winkel), wird auch die Methode kleinster Quadrate zur Fusionierung beliebiger Messungen eingeführt. Die dynamische Lokalisierung behandelt die Kombination von Koppelnavigation und statischer Lokalisierung. Zentraler Bestandteil ist hier die Herleitung des Kalman-Filters, das in zahlreichen praktischen Anwendungen erfolgreich eingesetzt wird. Den Abschluss bildet die simultane Lokalisierung und Kartographierung (SLAM), welche eine Lokalisierung auch bei teilweise unbekannter Landmarkenlage gestattet.

Module / Vertiefungsfach 1 / Theoretische Grundlagen / Algorithmentechnik / Kryptographie und Sicherheit / Betriebssysteme / Parallelverarbeitung / Softwaretechnik und Übersetzerbau / Entwurf eingebetteter Systeme und Rechnerarchitektur / Telematik / Informationssysteme / Computergrafik und Geometrieverarbeitung / Robotik und Automation / Pflichtmodule / Wahlpflichtmodule /

### **Empfehlungen**

Siehe Teilleistung.

Module / Vertiefungsfach 1 / Theoretische Grundlagen / Algorithmentechnik / Kryptographie und Sicherheit / Betriebssysteme / Parallelverarbeitung / Softwaretechnik und Übersetzerbau / Entwurf eingebetteter Systeme und Rechnerarchitektur / Telematik / Informationssysteme / Computergrafik und Geometrieverarbeitung / Robotik und Automation / Pflichtmodule / Wahlpflichtmodule /

### 1.2.11.2.16 M-INFO-100893 Robotik I - Einführung in die Robotik

<b>Leistungspunkte:</b>	06,00	<b>Modulturnus:</b>	
<b>Moduldauer:</b>	1 Semester	<b>Unterrichtssprache:</b>	Deutsch
<b>Auslaufend:</b>	Nein	<b>Gültig bis:</b>	
<b>Curriculare Verankerung:</b>	Wahlpflicht in Wahlpflichtmodule		
<b>Modulverantwortliche:</b>	Rüdiger Dillmann		

### Teilleistungen

Pflichtbestandteile	LP	Verantwortliche
Robotik I - Einführung in die Robotik(S.439)	06,00	Rüdiger Dillmann,Tamim Asfour

#### Voraussetzungen

Siehe Teilleistung.

#### Erfolgskontrolle

Siehe Teilleistung.

#### Lernziele

Studierende beherrschen grundlegende Konzepte der Robotik und wenden sie auf realistische Aufgabenstellungen. Dies umfasst:

- Hardwarekomponenten von Robotern
- Systemaufbau von Robotersystemen
- Mathematische Grundlagen zur Modellierung von Roboterproblemstellungen
- Kinematikmodellierung
- Dynamikmodellierung
- Regelung
- Umweltmodellierung
- Bahn- und Greifplanung
- Steuerungsarchitekturen

Module / Vertiefungsfach 1 / Theoretische Grundlagen / Algorithmentechnik / Kryptographie und Sicherheit / Betriebssysteme / Parallelverarbeitung / Softwaretechnik und Übersetzerbau / Entwurf eingebetteter Systeme und Rechnerarchitektur / Telematik / Informationssysteme / Computergrafik und Geometrieverarbeitung / Robotik und Automation / Pflichtmodule / Wahlpflichtmodule /

- Einfache symbolische Planung

Studierende sollen diese Konzepte auf einfache, realistische Roboteraufgaben anwenden können.

Konkret bedeutet das für eine Aufgabenstellung, die mit einem Industrieroboter, einem autonomen, mobilen Roboter oder einem Serviceroboter gelöst werden muss:

Studierenden beherrschen die Auswahl passender Hardwarekomponenten und können die Wahl beschreiben bzw. begründen; Sie beherrschen den Entwurf des Zusammenspiels dieser Komponenten; Sie beherrschen die mathematische Modellierung relevanter Robotermodelle und können die Modellierung herleiten; Sie beherrschen die kinematische und dynamische Modellierung der Robotersysteme; sie beherrschen die Modellierung und den Entwurf von einfachen Reglern für Positions- und Kraftgeregelte Roboteraufgaben; sie beherrschen die Wahl geeigneter geometrischer Umweltmodelle für reale Aufgaben, sowie die Modellierung der Bahn- und Greifplanung; sie beherrschen außerdem den Entwurf einer passenden Datenverarbeitungsarchitektur; sie können gegebene, einfache Aufgabenstellungen als ein symbolisches Planungsproblem modellieren.

### **Inhalt**

Die Vorlesung gibt einen grundlegenden Überblick über das Gebiet der Robotik. Dabei werden sowohl Industrieroboter in der industriellen Fertigung als auch Service-Roboter behandelt. Insbesondere werden die Modellbildung von Robotern sowie geeignete Methoden zur Robotersteuerung vorgestellt.

Die Vorlesung geht zunächst auf die einzelnen System- und Steuerungskomponenten eines Roboters sowie ein Gesamtmodell eines Robotersystems ein. Das Modell beinhaltet dabei funktionale Systemaspekte, die Architektur der Steuerung sowie die Organisation des Gesamtsystems. Methoden der Kinematik, der Dynamik sowie der Sensorik werden ebenso diskutiert wie die Steuerung, Bahnplanungs- und Kollisionsvermeidungsverfahren. Ansätze zu intelligenten autonomen Robotersystemen werden behandelt.

### **Empfehlungen**

Siehe Teilleistung.

Module / Vertiefungsfach 1 / Theoretische Grundlagen / Algorithmentechnik / Kryptographie und Sicherheit / Betriebssysteme / Parallelverarbeitung / Softwaretechnik und Übersetzerbau / Entwurf eingebetteter Systeme und Rechnerarchitektur / Telematik / Informationssysteme / Computergrafik und Geometrieverarbeitung / Robotik und Automation / Pflichtmodule / Wahlpflichtmodule /

### 1.2.11.2.17 M-INFO-100895 Informationsverarbeitung in Sensornetzwerken

<b>Leistungspunkte:</b>	06,00	<b>Modulturnus:</b>	
<b>Moduldauer:</b>	1 Semester	<b>Unterrichtssprache:</b>	Deutsch
<b>Auslaufend:</b>	Nein	<b>Gültig bis:</b>	
<b>Curriculare Verankerung:</b>	Wahlpflicht in Wahlpflichtmodule		
<b>Modulverantwortliche:</b>			

### Teilleistungen

Pflichtbestandteile	LP	Verantwortliche
Informationsverarbeitung in Sensornetzwerken(S.440)	6,00	

#### Voraussetzungen

Siehe Teilleistung.

#### Erfolgskontrolle

Siehe Teilleistung.

#### Lernziele

Der Studierende soll ein Verständnis für die für Sensornetzwerke spezifischen Herausforderungen der Informationsverarbeitung aufbauen und die verschiedenen Ebenen der Informationsverarbeitung von Messdaten aus Sensornetzwerken kennen lernen. Der Studierende soll verschiedene Ansätze zur Informationsverarbeitung von Messdaten analysieren, vergleichen und bewerten können.

#### Inhalt

Im Rahmen der Vorlesung werden die verschiedenen für Sensornetzwerke relevanten Aspekte der Informationsverarbeitung betrachtet. Begonnen wird mit dem technischen Aufbau der einzelnen Sensorknoten, wobei hier die einzelnen Komponenten der Informationsverarbeitung wie Sensorik, analoge Signalvorverarbeitung, Analog/Digital-Wandlung und digitale Signalverarbeitung vorgestellt werden. Anschließend werden Verfahren zur Orts- und Zeitsynchronisation sowie zum Routing und zur Sensoreinsatzplanung behandelt. Abgeschlossen wird die Vorlesung mit Verfahren zur Fusion der Messdaten der einzelnen Sensorknoten.

#### Empfehlungen

Module / Vertiefungsfach 1 / Theoretische Grundlagen / Algorithmentchnik / Kryptographie und Sicherheit / Betriebssysteme / Parallelverarbeitung / Softwaretechnik und Übersetzerbau / Entwurf eingebetteter Systeme und Rechnerarchitektur / Telematik / Informationssysteme / Computergrafik und Geometrieverarbeitung / Robotik und Automation / Pflichtmodule / Wahlpflichtmodule /

Siehe Teilleistung.

Module / Vertiefungsfach 1 / Theoretische Grundlagen / Algorithmentchnik / Kryptographie und Sicherheit / Betriebssysteme / Parallelverarbeitung / Softwaretechnik und Übersetzerbau / Entwurf eingebetteter Systeme und Rechnerarchitektur / Telematik / Informationssysteme / Computergrafik und Geometrieverarbeitung / Robotik und Automation / Pflichtmodule / Wahlpflichtmodule /

### 1.2.11.2.18 M-INFO-101598 Anziehbare Robotertechnologien

<b>Leistungspunkte:</b>	04,00	<b>Modulturnus:</b>	Every 2nd term, Summer Term
<b>Moduldauer:</b>	1 Semester	<b>Unterrichtssprache:</b>	
<b>Auslaufend:</b>	Nein	<b>Gültig bis:</b>	
<b>Curriculare</b>	Wahlpflicht		in
<b>Verankerung:</b>	Wahlpflichtmodule		
<b>Modulverantwortliche:</b>	Tamim Asfour		

### Teilleistungen

Pflichtbestandteile	LP	Verantwortliche
Anziehbare Robotertechnologien(S.445)	04,00	

#### Voraussetzungen

Keine

#### Erfolgskontrolle

None

#### Lernziele

Anziehbare und körpernahe Robotertechnologien, wie Exoskelette, Orthesen und Prothesen stellen ein zukunftsweisendes Forschungsthema dar, die motorische und sensorische Schwächen, Einschränkungen und Behinderungen des Menschen aktiv kompensieren bzw. motorische und sensorische Fähigkeiten des Menschen erweitern.

Studierende sollen die Grundlagen anziehbarer Robotertechnologien erlernen und ein Verständnis für die Anforderungen des Entwurfs, der Schnittstelle zum menschlichen Körper und der Steuerung anziehbarer Roboter erlangen. Das beinhaltet Methoden der Modellierung des Neuro-Muskel-Skelett-Systems des menschlichen Körpers, des mechatronischen Designs, der Herstellung sowie der Gestaltung der Schnittstellen anziehbarer Robotertechnologien zum menschlichen Körper. Studienende soll ein tiefgehendes Verständnis für die symbiotische Mensch-Maschine Integration als Kernthema der Anthropomatik vermittelt werden. Hochaktuelle Beispiele zu Exoskelette, Orthesen und Prothesen werden vorgestellt und diskutiert.

#### Inhalt

Module / Vertiefungsfach 1 / Theoretische Grundlagen / Algorithmentechnik / Kryptographie und Sicherheit / Betriebssysteme / Parallelverarbeitung / Softwaretechnik und Übersetzerbau / Entwurf eingebetteter Systeme und Rechnerarchitektur / Telematik / Informationssysteme / Computergrafik und Geometrieverarbeitung / Robotik und Automation / Pflichtmodule / Wahlpflichtmodule /

Individuell an Menschen und deren Bedürfnissen ausgerichtete personalisierte Roboteranzüge zur Augmentierung und/oder Kompensation von Fähigkeiten werden nicht nur einen entscheidenden Beitrag zur Unterstützung eines länger selbstbestimmten Lebens im Alter leisten sondern werden in der Zukunft wesentlicher Bestandteil moderner personalisierter Rehabilitationsmethoden bei Verletzungen des Neuro-Muskel-Skelett-Systems (z.B. nach Schlaganfällen oder Operationen am Bewegungsapparat) sein sowie zum Schutz z.B. vor gefährlicher radioaktiver Strahlung, Feuer bei Katastrophen dienen.

Im Rahmen dieser Vorlesung werden zuerst ein Überblick auf das Gebiet anziehbarer Robotertechnologien sowie dessen Potentiale gegeben, bevor anschließend die Grundlagen der anziehbaren Robotik vorgestellt und an Beispielen verdeutlicht werden. Neben unterschiedlichen Ansätzen für das Design anziehbarer Roboter mit den zugehörigen Aktuator- und Sensortechnologien werden die Schwerpunkte auf die Modellierung des Neuro-Muskel-Skelett-Systems des menschlichen Körpers, die physikalische und kognitive Mensch-Roboter-Interaktion in körpernahe enggekoppelten hybriden Mensch-Roboter-Systemen liegen. Beispiele aus aktueller Forschung und verschiedenen Anwendungen werden vorgestellt.

Weitere Informationen unter <http://www.humanoids.kit.edu>

## **Empfehlungen**

Module / Vertiefungsfach 1 / Theoretische Grundlagen / Algorithmentechnik / Kryptographie und Sicherheit / Betriebssysteme / Parallelverarbeitung / Softwaretechnik und Übersetzerbau / Entwurf eingebetteter Systeme und Rechnerarchitektur / Telematik / Informationssysteme / Computergrafik und Geometrieverarbeitung / Robotik und Automation / Anthropomatik und Kognitive Systeme / Pflichtmodule / Wahlpflichtmodule /

## 1.2.12 Anthropomatik und Kognitive Systeme

### 1.2.12.1 Pflichtmodule

### 1.2.12.2 Wahlpflichtmodule

#### 1.2.12.2.1 M-INFO-100725 Gehirn und Zentrales Nervensystem: Struktur, Informationstransfer, Reizverarbeitung, Neurophysiologie und Therapie

<b>Leistungspunkte:</b>	3	<b>Modulturnus:</b>
<b>Moduldauer:</b>	1 Semester	<b>Unterrichtssprache:</b>
<b>Auslaufend:</b>	Nein	<b>Gültig bis:</b>
<b>Curriculare Verankerung:</b>	Wahlpflicht in Wahlpflichtmodule	
<b>Modulverantwortliche:</b>	Uwe Spetzger	

### Teilleistungen

Pflichtbestandteile	LP	Verantwortliche
Gehirn und Zentrales Nervensystem: Struktur, Informationstransfer, Reizverarbeitung, Neurophysiologie und Therapie(S.362)	3	Uwe Spetzger

#### Voraussetzungen

Keine

#### Erfolgskontrolle

None

#### Lernziele

#### Inhalt

#### Empfehlungen

Module / Vertiefungsfach 1 / Theoretische Grundlagen / Algorithmentechnik / Kryptographie und Sicherheit / Betriebssysteme / Parallelverarbeitung / Softwaretechnik und Übersetzerbau / Entwurf eingebetteter Systeme und Rechnerarchitektur / Telematik / Informationssysteme / Computergrafik und Geometrieverarbeitung / Robotik und Automation / Anthropomatik und Kognitive Systeme / Pflichtmodule / Wahlpflichtmodule /

### 1.2.12.2.2 M-INFO-100729 Mensch-Maschine-Interaktion

<b>Leistungspunkte:</b>	06,00	<b>Modulturnus:</b>
<b>Moduldauer:</b>	1 Semester	<b>Unterrichtssprache:</b>
<b>Auslaufend:</b>	Nein	<b>Gültig bis:</b>
<b>Curriculare Verankerung:</b>	Wahlpflicht in Wahlpflichtmodule	
<b>Modulverantwortliche:</b>	Michael Beigl	

#### Teilleistungen

Pflichtbestandteile	LP	Verantwortliche
Mensch-Maschine-Interaktion(S.364)	06,00	Michael Beigl

#### Voraussetzungen

Siehe Teilleistung

#### Erfolgskontrolle

Siehe Teilleistung

#### Lernziele

Die Studierenden sollen in die Grundlagen der Mensch-Maschine-Interaktion eingeführt werden. Nach Abschluss des Moduls haben die Studierende grundlegende Kenntnisse über die menschliche Informationsverarbeitung. Sie besitzen Wissen über existierende Benutzerschnittstellen und deren Funktion, beherrschen grundlegende Techniken zur Bewertung von Benutzerschnittstellen und kennen grundlegende Regeln und Techniken für deren Gestaltung.

#### Inhalt

Dieses Modul soll Studierenden grundlegende theoretische und praktische Aspekte der Mensch-Maschine-Interaktion vermitteln. Dazu wird als Grundlage ein Überblick über die menschliche Informationsverarbeitung gegeben. Designgrundlagen und Designmethoden für Ein- und Ausgabeeinheiten für Computer, eingebettete Systeme und mobile Geräte werden behandelt sowie Prinzipien, Richtlinien und Standards für den Entwurf von Benutzerschnittstellen vermittelt. Darüber hinaus wird auf Grundlagen und Beispiele für den Entwurf von Benutzerschnittstellen sowie auf Methoden zur Modellierung und Evaluierung von Systemen zur Mensch-Maschine Interaktion eingegangen.

#### Empfehlungen

Module / Vertiefungsfach 1 / Theoretische Grundlagen / Algorithmentechnik / Kryptographie und Sicherheit / Betriebssysteme / Parallelverarbeitung / Softwaretechnik und Übersetzerbau / Entwurf eingebetteter Systeme und Rechnerarchitektur / Telematik / Informationssysteme / Computergrafik und Geometrieverarbeitung / Robotik und Automation / Anthropomatik und Kognitive Systeme / Pflichtmodule / Wahlpflichtmodule /

Siehe Teilleistung

Module / Vertiefungsfach 1 / Theoretische Grundlagen / Algorithmentechnik / Kryptographie und Sicherheit / Betriebssysteme / Parallelverarbeitung / Softwaretechnik und Übersetzerbau / Entwurf eingebetteter Systeme und Rechnerarchitektur / Telematik / Informationssysteme / Computergrafik und Geometrieverarbeitung / Robotik und Automation / Anthropomatik und Kognitive Systeme / Pflichtmodule / Wahlpflichtmodule /

### 1.2.12.2.3 M-INFO-100736 Einführung in die Bildfolgenauswertung

<b>Leistungspunkte:</b>	03,00	<b>Modulturnus:</b>
<b>Moduldauer:</b>	1 Semester	<b>Unterrichtssprache:</b>
<b>Auslaufend:</b>	Nein	<b>Gültig bis:</b>
<b>Curriculare Verankerung:</b>	Wahlpflicht in Wahlpflichtmodule	
<b>Modulverantwortliche:</b>	Jürgen Beyerer	

### Teilleistungen

Pflichtbestandteile	LP	Verantwortliche
Einführung in die Bildfolgenauswertung(S.368)	03,00	Jürgen Beyerer

#### Voraussetzungen

Siehe Teilleistung.

#### Erfolgskontrolle

Siehe Teilleistung.

#### Lernziele

Die Studierenden besitzen nach Besuch der Vorlesung und Erarbeitung der genannten und besprochenen Quellen einen Überblick über klassische und aktuelle Verfahren aus verschiedenen Bereichen der Bildfolgenauswertung. Diese erstrecken sich von der Bewegungsdetektion über die Korrespondenzbildung, über die Schätzung dreidimensionaler Strukturen aus Bewegung, über die Detektion und Verfolgung von Objekten in Bildfolgen bis hin zur Interpretation von visuell beobachtbaren Aktionen und Verhalten.

Studierende analysieren an sie gestellte Probleme aus dem Bereich der Bildfolgenauswertung und bewerten bekannte Verfahren und Verfahrensgruppen auf ihre Eignung zur Lösung der Probleme und wählen somit geeignete Verfahren und Verfahrensweisen aus.

#### Inhalt

Unter Bildfolgenauswertung als Teilgebiet des Maschinensehens versteht man die automatische Ableitung von Aussagen über die in einer Bildfolge abgebildete Szene und deren zeitlicher Entwicklung. Die abgeleiteten Aussagen können dem menschlichen Benutzer bereitgestellt werden oder aber direkt in Aktionen technischer Systeme überführt werden. Bei der Analyse von Bildfolgen ist es gegenüber der Betrachtung von Einzelbildern möglich, Bewegungen als Bestandteil der zeitlichen Veränderung der

Module / Vertiefungsfach 1 / Theoretische Grundlagen / Algorithmentchnik / Kryptographie und Sicherheit / Betriebssysteme / Parallelverarbeitung / Softwaretechnik und Übersetzerbau / Entwurf eingebetteter Systeme und Rechnerarchitektur / Telematik / Informationssysteme / Computergrafik und Geometrieverarbeitung / Robotik und Automation / Anthropomatik und Kognitive Systeme / Pflichtmodule / Wahlpflichtmodule /

beobachteten Szene mit in die Ableitung von Aussagen einzubeziehen.

Gegenstand der Vorlesung ist zunächst die Bestimmung einer vorliegenden Bewegung in der Szene aus den Bildern einer Bildfolge. Hierbei werden sowohl änderungsbasierte wie korrespondenzbasierte Verfahren behandelt. Die Nutzung der Bewegungsschätzung zwischen Einzelbildern einer Bildfolge wird im Weiteren an Beispielen wie der Mosaikbildung, der Bestimmung von Szenenstrukturen aus Bewegungen aber auch der Objektdetektion auf der Basis von Bewegungshinweisen verdeutlicht.

Einen Schwerpunkt der Vorlesung bilden Objektdetektion und vor allem Objektverfolgungsverfahren, welche zur automatischen Bestimmung von Bewegungsspuren im Bild sowie zur Schätzung der dreidimensionalen Bewegung von Szenenobjekten genutzt werden. Die geschätzten zwei- und dreidimensionalen Spuren bilden die Grundlage für Verfahren, welche die quantitativ vorliegende Information über eine beobachtete Szene mit qualitativen Begriffen verknüpfen. Dies wird am Beispiel der Aktionserkennung in Bildfolgen behandelt. Die Nutzung der Verbegrifflichung von Bildfolgenauswertungsergebnissen zur Information des menschlichen Benutzers wie auch zur automatischen Schlussfolgerung innerhalb eines Bildauswertungssystems wird an Beispielen verdeutlicht.

## **Empfehlungen**

Siehe Teilleistung.

Module / Vertiefungsfach 1 / Theoretische Grundlagen / Algorithmentechnik / Kryptographie und Sicherheit / Betriebssysteme / Parallelverarbeitung / Softwaretechnik und Übersetzerbau / Entwurf eingebetteter Systeme und Rechnerarchitektur / Telematik / Informationssysteme / Computergrafik und Geometrieverarbeitung / Robotik und Automation / Anthropomatik und Kognitive Systeme / Pflichtmodule / Wahlpflichtmodule /

#### 1.2.12.2.4 M-INFO-100740 Probabilistische Planung

<b>Leistungspunkte:</b>	06,00	<b>Modulturnus:</b>
<b>Moduldauer:</b>	1 Semester	<b>Unterrichtssprache:</b>
<b>Auslaufend:</b>	Nein	<b>Gültig bis:</b>
<b>Curriculare Verankerung:</b>	Wahlpflicht in Wahlpflichtmodule	
<b>Modulverantwortliche:</b>	Jürgen Beyerer	

### Teilleistungen

Pflichtbestandteile	LP	Verantwortliche
Probabilistische Planung(S.369)	06,00	Jürgen Beyerer

#### Voraussetzungen

Siehe Teilleistung.

#### Erfolgskontrolle

Siehe Teilleistung.

#### Lernziele

Studierender kann die Unterschiede der drei behandelten Themengebiete (Markov'sche Entscheidungsprobleme, Planung bei Messunsicherheiten, Reinforcement Learning) bewerten.

Studierender ist in der Lage eine Analyse eines gegebenen Planungsproblems und Zuordnung zu den behandelten Themengebieten durchzuführen.

Studierender transferiert die vermittelten theoretischen Grundlagen auf praktische Planungsprobleme und setzt Techniken zur approximativen aber schnellen Berechnung von Plänen ein.

Studierender analysiert und bewertet wissenschaftliche Literatur aus dem Umfeld der probabilistischen Planung.

Studierender kann verwandte wissenschaftliche Bereiche wie etwa Nutzen-, Entscheidungs-, Spiel-, oder Schätztheorie zuordnen.

Studierender vertieft die erforderlichen mathematischen Fertigkeiten.

#### Inhalt

Module / Vertiefungsfach 1 / Theoretische Grundlagen / Algorithmentechnik / Kryptographie und Sicherheit / Betriebssysteme / Parallelverarbeitung / Softwaretechnik und Übersetzerbau / Entwurf eingebetteter Systeme und Rechnerarchitektur / Telematik / Informationssysteme / Computergrafik und Geometrieverarbeitung / Robotik und Automation / Anthropomatik und Kognitive Systeme / Pflichtmodule / Wahlpflichtmodule /

Die Vorlesung Probabilistische Planung bietet eine systematische Einführung in die Planung unter Berücksichtigung von Unsicherheiten. Die auftretenden Unsicherheiten werden dabei durch probabilistische Modelle beschrieben. Um einen erleichterten Einstieg in das Gebiet der probabilistischen Planung zu gewährleisten, gliedert sich die Vorlesung in drei zentrale Themengebiete, mit ansteigendem Grad an Unsicherheit:

1. Markov'sche Entscheidungsprobleme
2. Planung bei Messunsicherheiten
3. Reinforcement Learning

Neben der Vermittlung der theoretischen Herangehensweise bei der vorausschauenden Planung mittels probabilistischer Modelle, steht auch die Veranschaulichung der theoretischen Sachverhalte im Vordergrund. Zu diesem Zweck werden praxisrelevante Spezialfälle und Anwendungsbeispiele etwa aus dem Bereich der Robotik, des maschinellen Lernens oder der Sensoreinsatzplanung betrachtet.

### **Empfehlungen**

Siehe Teilleistung.

Module / Vertiefungsfach 1 / Theoretische Grundlagen / Algorithmentchnik / Kryptographie und Sicherheit / Betriebssysteme / Parallelverarbeitung / Softwaretechnik und Übersetzerbau / Entwurf eingebetteter Systeme und Rechnerarchitektur / Telematik / Informationssysteme / Computergrafik und Geometrieverarbeitung / Robotik und Automation / Anthropomatik und Kognitive Systeme / Pflichtmodule / Wahlpflichtmodule /

### 1.2.12.2.5 M-INFO-100753 Gestaltungsgrundsätze für interaktive Echtzeitsysteme

<b>Leistungspunkte:</b>	3	<b>Modulturnus:</b>
<b>Moduldauer:</b>	1 Semester	<b>Unterrichtssprache:</b>
<b>Auslaufend:</b>	Nein	<b>Gültig bis:</b>
<b>Curriculare Verankerung:</b>	Wahlpflicht in Wahlpflichtmodule	
<b>Modulverantwortliche:</b>	Elisabeth Peinsipp-Byma,Olaf Sauer	

### Teilleistungen

Pflichtbestandteile	LP	Verantwortliche
Gestaltungsgrundsätze für interaktive Echtzeitsysteme(S.376)	3	Elisabeth Peinsipp-Byma,Olaf Sauer

#### Voraussetzungen

Keine

#### Erfolgskontrolle

None

#### Lernziele

#### Inhalt

#### Empfehlungen

Module / Vertiefungsfach 1 / Theoretische Grundlagen / Algorithmentechnik / Kryptographie und Sicherheit / Betriebssysteme / Parallelverarbeitung / Softwaretechnik und Übersetzerbau / Entwurf eingebetteter Systeme und Rechnerarchitektur / Telematik / Informationssysteme / Computergrafik und Geometrieverarbeitung / Robotik und Automation / Anthropomatik und Kognitive Systeme / Pflichtmodule / Wahlpflichtmodule /

### 1.2.12.2.6 M-INFO-100764 Assistive Technologien für Sehgeschädigte

<b>Leistungspunkte:</b>	03,00	<b>Modulturnus:</b>
<b>Moduldauer:</b>	1 Semester	<b>Unterrichtssprache:</b>
<b>Auslaufend:</b>	Nein	<b>Gültig bis:</b>
<b>Curriculare Verankerung:</b>	Wahlpflicht in Wahlpflichtmodule	
<b>Modulverantwortliche:</b>		

### Teilleistungen

Pflichtbestandteile	LP	Verantwortliche
Assistive Technologien für Sehgeschädigte(S.381)	03,00	

#### Voraussetzungen

Siehe Teilleistung.

#### Erfolgskontrolle

Siehe Teilleistung.

#### Lernziele

Die Studierenden erwerben Grundkenntnisse über

- Sehschädigungen, deren Ursachen und Auswirkungen
- existierende Assistive Technologien (AT) für verschiedene Anwendungsfelder - wie AT für den Alltag, für die Mobilitätsunterstützung und den Informationszugang
- Richtlinien für die Entwicklung barrierefreier Webseiten und barrierefreier Softwareanwendungen
- Barrierefreie Softwareentwicklung
- Aktuelle Forschungsansätze im Bereich AT
- Insbesondere über die Nutzung von Methoden des Maschinellen Sehens (Computer Vision) zur Entwicklung neuer AT
- Evaluierung von Assistiven Technologi

#### Inhalt

Weltweit gibt es nach Angaben der Weltgesundheitsorganisation circa 285 Million Menschen mit Sehschädigungen, davon circa 39 Millionen Menschen, die blind sind. Der teilweise oder vollständige Verlust des Sehvermögens schränkt Blinde und Sehbehinderte in erheblichem Maße in ihrem Arbeits-

Module / Vertiefungsfach 1 / Theoretische Grundlagen / Algorithmentechnik / Kryptographie und Sicherheit / Betriebssysteme / Parallelverarbeitung / Softwaretechnik und Übersetzerbau / Entwurf eingebetteter Systeme und Rechnerarchitektur / Telematik / Informationssysteme / Computergrafik und Geometrieverarbeitung / Robotik und Automation / Anthropomatik und Kognitive Systeme / Pflichtmodule / Wahlpflichtmodule /

und Sozialleben ein. Sich ohne fremde Hilfe im öffentlichen Raum zu orientieren und fortzubewegen, gestaltet sich schwierig: Gründe hierfür sind Probleme bei der Wahrnehmung von Hindernissen und Landmarken sowie die daraus resultierende Angst vor Unfällen und Orientierungsschwierigkeiten. Weitere Probleme im Alltagsleben sind: das Lesen von Texten, die Erkennung von Geldscheinen, von Nahrungsmitteln, Kleidungsstücken oder das Wiederfinden von Gegenständen im Haushalt.

Zur Unterstützung können Blinde und Sehbehinderte bereits auf eine Reihe von technischen Hilfsmitteln zurückgreifen. So können digitalisierte Texte durch Sprachausgabe oder Braille-Ausgabegeräte zugänglich gemacht werden. Es gibt auch verschiedene, speziell für Blinde hergestellte Geräte, wie „sprechende“ Uhren oder Taschenrechner. Das wichtigste Hilfsmittel zur Verbesserung der Mobilität ist mit großem Abstand der Blindenstock. Zwar wurden in den vergangenen Jahren auch einige elektronische Hilfsmittel zur Hinderniserkennung oder Orientierungsunterstützung entwickelt, diese bieten aber nur eine sehr eingeschränkte Funktionalität zu einem relativ hohen Preis und sind daher eher selten im Einsatz.

Die Vorlesung gibt einen Überblick über zum Thema IT-basierte Assistive Technologien (AT) für Sehgeschädigte und beinhaltet die folgenden Themen:

- Grundlagen zu Sehschädigungen, der Ursachen und Auswirkungen
- Existierende Hilfsmittel für verschiedene Anwendungsfelder
- AT für den Informationszugang
- Barrierefreie Softwareentwicklung
- Barrierefreies Design von Webseiten
- Nutzung von Methoden des Maschinellen Sehens für die Entwicklung neuer AT zur Mobilitätsunterstützung, zum Informationszugang, und zu anderen Anwendungen

Aktuelle Informationen finden Sie unter <http://cvhci.anthropomatik.kit.edu/>

## **Empfehlungen**

Module / Vertiefungsfach 1 / Theoretische Grundlagen / Algorithmentechnik / Kryptographie und Sicherheit / Betriebssysteme / Parallelverarbeitung / Softwaretechnik und Übersetzerbau / Entwurf eingebetteter Systeme und Rechnerarchitektur / Telematik / Informationssysteme / Computergrafik und Geometrieverarbeitung / Robotik und Automation / Anthropomatik und Kognitive Systeme / Pflichtmodule / Wahlpflichtmodule /

### 1.2.12.2.7 M-INFO-100810 Computer Vision für Mensch-Maschine-Schnittstellen

<b>Leistungspunkte:</b>	06,00	<b>Modulturnus:</b>
<b>Moduldauer:</b>	1 Semester	<b>Unterrichtssprache:</b>
<b>Auslaufend:</b>	Nein	<b>Gültig bis:</b>
<b>Curriculare Verankerung:</b>	Wahlpflicht in Wahlpflichtmodule	
<b>Modulverantwortliche:</b>	Rainer Stiefelhagen	

### Teilleistungen

Pflichtbestandteile	LP	Verantwortliche
Computer Vision für Mensch-Maschine-Schnittstellen(S.409)	06,00	Rainer Stiefelhagen

#### Voraussetzungen

Siehe Teilleistung.

#### Erfolgskontrolle

Siehe Teilleistung.

#### Lernziele

- Die Studierenden bekommen einen Überblick über grundlegende und aktuelle Bildverarbeitungsverfahren zur Erfassung von Menschen in Bildern und Bildfolgen sowie deren verschiedene Anwendungen im Bereich der Mensch-Maschine-Interaktion.
- Die Studierenden verstehen grundlegende Konzepte und aktuelle Verfahren zur Erfassung von Menschen in Bildern und Bildfolgen, deren Möglichkeiten und Grenzen und kann diese anwenden

#### Inhalt

Methoden des Maschinellen Sehens (Computer Vision) erlauben es, in Bildern und Bildfolgen Personen, ihre Körperhaltungen, Blickrichtungen, ihre Mimik, ihr Geschlecht und Alter, ihre Identität und Handlungen automatisch zu erkennen. Für diese computerbasierte visuelle Wahrnehmung von Menschen gibt es zahlreiche Anwendungsmöglichkeiten, wie beispielsweise interaktive „sehende“

Module / Vertiefungsfach 1 / Theoretische Grundlagen / Algorithmentechnik / Kryptographie und Sicherheit / Betriebssysteme / Parallelverarbeitung / Softwaretechnik und Übersetzerbau / Entwurf eingebetteter Systeme und Rechnerarchitektur / Telematik / Informationssysteme / Computergrafik und Geometrieverarbeitung / Robotik und Automation / Anthropomatik und Kognitive Systeme / Pflichtmodule / Wahlpflichtmodule /

Roboter, Fahrerassistenzsysteme, automatisierte Personenerkennung, oder auch die Suche in Bild- und Videoinhalten (Image Retrieval).

In dieser Vorlesung werden grundlegende und aktuelle Arbeiten aus dem Bereich des Maschinellen Sehens vorgestellt, die sich mit der Erfassung von Personen in Bildern und Bildfolgen beschäftigen.

- Im Einzelnen werden in der Vorlesung folgende Themen besprochen: Finden von Gesichtern in Bildern
- Anwendungen der Personenerfassung in Bildern und Bildfolgen
- Erkennung von Personen anhand des Gesichts (Gesichtserkennung)
- Mimikanalyse
- Schätzen von Kopfdrehung und Blickrichtung
- Globale und teilbasierte Modelle zur Detektion von Personen
- Tracking in Bildfolgen
- Erkennung von Bewegungen und Handlungen
- Gestenerkennung

Im Rahmen der Vorlesung werden außerdem zwei bis drei Programmierprojekte zu ausgewählten Vorlesungsthemen angeboten, die von den Teilnehmern in kleinen Teams bearbeitet werden sollen. Hierdurch kann das in der Vorlesung erlernte Wissen vertieft und praktisch angewandt werden.

## **Empfehlungen**

Module / Vertiefungsfach 1 / Theoretische Grundlagen / Algorithmentchnik / Kryptographie und Sicherheit / Betriebssysteme / Parallelverarbeitung / Softwaretechnik und Übersetzerbau / Entwurf eingebetteter Systeme und Rechnerarchitektur / Telematik / Informationssysteme / Computergrafik und Geometrieverarbeitung / Robotik und Automation / Anthropomatik und Kognitive Systeme / Pflichtmodule / Wahlpflichtmodule /

### 1.2.12.2.8 M-INFO-100814 Biologisch Motivierte Robotersysteme

<b>Leistungspunkte:</b>	03,00	<b>Modulturnus:</b>
<b>Moduldauer:</b>	1 Semester	<b>Unterrichtssprache:</b>
<b>Auslaufend:</b>	Nein	<b>Gültig bis:</b>
<b>Curriculare Verankerung:</b>	Wahlpflicht in Wahlpflichtmodule	
<b>Modulverantwortliche:</b>	Rüdiger Dillmann	

### Teilleistungen

Pflichtbestandteile	LP	Verantwortliche
Biologisch Motivierte Robotersysteme(S.411)	03,00	Rüdiger Dillmann

#### Voraussetzungen

Siehe Teilleistung.

#### Erfolgskontrolle

Siehe Teilleistung.

#### Lernziele

Studierende wenden die verschiedenen Entwurfsprinzipien der Methode "Bionik" in der Robotik sicher an. Somit können Studierende biologisch inspirierten Roboter entwerfen und Modelle für Kinematik, Mechanik, Regelung und Steuerung, Perzeption und Kognition analysieren, entwickeln, bewerten und auf andere Anwendungen übertragen.

Studierende kennen und verstehen die Leichtbaukonzepte und Materialeigenschaften natürlicher Vorbilder und sind ebenso mit den Konzepten und Methoden der Leichtbaurobotik vertraut sowie die resultierenden Auswirkungen auf die Energieeffizienz mobiler Robotersysteme.

Studierende können die verschiedenen natürlichen Muskeltypen und ihre Funktionsweise unterscheiden. Außerdem kennen sie die korrespondierenden, künstlichen Muskelsysteme und können das zugrundeliegende Muskelmodell ableiten. Dies versetzt sie in die Lage, antagonistische Regelungssysteme mit künstlichen Muskeln zu entwerfen.

Studierende kennen die wichtigsten Sinne des Menschen, sowie die dazugehörige Reizverarbeitung und Informationskodierung. Studierende können für diese Sinne technologische Sensoren ableiten, die die gleiche Funktion in der Robotik übernehmen.

Module / Vertiefungsfach 1 / Theoretische Grundlagen / Algorithmentechnik / Kryptographie und Sicherheit / Betriebssysteme / Parallelverarbeitung / Softwaretechnik und Übersetzerbau / Entwurf eingebetteter Systeme und Rechnerarchitektur / Telematik / Informationssysteme / Computergrafik und Geometrieverarbeitung / Robotik und Automation / Anthropomatik und Kognitive Systeme / Pflichtmodule / Wahlpflichtmodule /

Studierende können die Funktionsweise eines Zentralen Mustergenerators (CPG) gegenüber einem Reflex abgrenzen. Sie können Neuro-Oszillatoren theoretisch herleiten und einsetzen, um die Laufbewegung eines Roboters zu steuern. Weiterhin können sie basierend auf den „Cruse Regeln“ Laufmuster für sechsbeinige Roboter erzeugen.

Studierende können die verschiedenen Lokomotionsarten sowie die dazu passenden Stabilitätskriterien für Laufbewegungen unterscheiden. Weiterhin kennen sie die wichtigsten Laufmuster für mehrbeinige Laufroboter und können eine Systemarchitektur für mobile Laufroboter konzipieren.

Studierende können Lernverfahren wie das Reinforcement Learning für das Parametrieren komplexer Parametersätze einsetzen. Insbesondere kennen sie die wichtigsten Algorithmen zum Online Lernen und können diese in der Robotik-Domäne anwenden.

Studierende kennen die Subsumption System-Architektur und können die Vorteile einer reaktiven Systemarchitektur bewerten. Sie können neue „Verhalten“ für biologisch inspirierte Roboter entwickeln und zu einem komplexen Verhaltensnetzwerk zusammenfügen.

Studierende können die mendelschen Gesetze anwenden und die Unterschiede zwischen Meiose und Mitose erklären. Weiterhin können sie genetische Algorithmen entwerfen und einsetzen, um komplexe Planungs- oder Perzeptionsprobleme in der Robotik zu lösen.

Studierende können die größten Herausforderungen bei der Entwicklung innovativer, humanoider Robotersysteme identifizieren und kennen Lösungsansätze sowie erfolgreiche Umsetzungen.

## **Inhalt**

Die Vorlesung biologisch motivierte Roboter beschäftigt sich intensiv mit Robotern, deren mechanische Konstruktion, Sensorkonzepte oder Steuerungsarchitektur von der Natur inspiriert wurden. Im Einzelnen wird jeweils auf Lösungsansätze aus der Natur geschaut (z.B. Leichtbaukonzepte durch Wabenstrukturen, menschliche Muskeln) und dann auf Robotertechnologien, die sich diese Prinzipien zunutze machen um ähnliche Aufgaben zu lösen (leichte 3D Druckteile oder künstliche Muskeln in der Robotik). Nachdem diese biologisch inspirierten Technologien diskutiert wurden, werden konkrete Robotersysteme und Anwendungen aus der aktuellen Forschung präsentiert, die diese Technologien erfolgreich einsetzen. Dabei werden vor allem mehrbeinige Laufroboter, schlangenartige und humanoide Roboter vorgestellt, und deren Sensor- und Antriebskonzepte diskutiert. Der Schwerpunkt der Vorlesung behandelt die Konzepte der Steuerung und Systemarchitekturen (z.B. verhaltensbasierte Systeme) dieser Robotersysteme, wobei die Lokomotion im Mittelpunkt steht. Die Vorlesung endet mit einem Ausblick auf zukünftige Entwicklungen und dem Aufbau von kommerziellen Anwendungen für diese Roboter.

## **Empfehlungen**

Module / Vertiefungsfach 1 / Theoretische Grundlagen / Algorithmentchnik / Kryptographie und Sicherheit / Betriebssysteme / Parallelverarbeitung / Softwaretechnik und Übersetzerbau / Entwurf eingebetteter Systeme und Rechnerarchitektur / Telematik / Informationssysteme / Computergrafik und Geometrieverarbeitung / Robotik und Automation / Anthropomatik und Kognitive Systeme / Pflichtmodule / Wahlpflichtmodule /

### 1.2.12.2.9 M-INFO-100816 Robotik II - Lernende und planende Roboter

<b>Leistungspunkte:</b>	03,00	<b>Modulturnus:</b>
<b>Moduldauer:</b>	1 Semester	<b>Unterrichtssprache:</b>
<b>Auslaufend:</b>	Nein	<b>Gültig bis:</b>
<b>Curriculare Verankerung:</b>	Wahlpflicht in Wahlpflichtmodule	
<b>Modulverantwortliche:</b>	Rüdiger Dillmann	

### Teilleistungen

Pflichtbestandteile	LP	Verantwortliche
Robotik II - Lernende und planende Roboter(S.413)	03,00	Rüdiger Dillmann

#### Voraussetzungen

Siehe Teilleistung.

#### Erfolgskontrolle

Siehe Teilleistung.

#### Lernziele

Der Hörer beherrscht die wesentlichen Prinzipien und Methoden zum Erwerb und der Ausführung von flexiblem Handlungswissen durch fortschrittliche Industrieroboter bzw. (teil-)autonome, industrielle Serviceroboter. Er kann für einfache Aufgabenstellungen verschiedene Konzepte vorschlagen und beschreiben.

Konkret sollen Studierende folgende Konzepte beherrschen und auf realistische Aufgabenstellungen anwenden können:

- Programmier Techniken für Industrieroboter
- geometrische Umweltmodelle
- Arbeitsraumanalysen
- Kraftgeregelte Roboter Aufgaben
- Offline Bahnplanung für Industrieroboter Aufgaben
- Sensorgestützte Online-Bahnplanung für Industrieroboter Aufgaben

Module / Vertiefungsfach 1 / Theoretische Grundlagen / Algorithmentechnik / Kryptographie und Sicherheit / Betriebssysteme / Parallelverarbeitung / Softwaretechnik und Übersetzerbau / Entwurf eingebetteter Systeme und Rechnerarchitektur / Telematik / Informationssysteme / Computergrafik und Geometrieverarbeitung / Robotik und Automation / Anthropomatik und Kognitive Systeme / Pflichtmodule / Wahlpflichtmodule /

- Lernen von Aufgabenmodellen durch den Industrieroboter

- Mobile, industrielle Roboteranwendung

- Automatische, symbolische Montageplanung

Die Studierenden sollen konkrete industrielle Produktions- und Serviceaufgabenstellungen, z.B. aus den Bereichen Montage, Intralogistik oder medizinische Laborautomatisierung analysieren, strukturieren und Methoden zur Lösung mittels Robotersystem dafür beschreiben können.

Studierende beherrschen die Wahl und den Vergleich geeigneter Programmierverfahren für klassische und fortschrittliche Industrieroboter und industrielle Serviceroboter. Sie können für eine reale Problemstellung detailliert die Wahl des besten Umweltmodelltyps begründen. Sie sind in der Lage für eine fortschrittliche Industrieroboteranwendung einen geeigneten Ansatz zur Arbeitsraumanalyse zu wählen und seine Arbeitsweise zu beschreiben. Sie können geeignete Kraftregelungsansätze für verschiedene, reale Industrieroboteranwendungen wählen und einfache Parametrierungsaspekte dazu analysieren. Sie können geeignete Bahnplanungsalgorithmen für Aufgaben aus der Industrierobotik und industriellen Servicerobotik wählen und deren Charakteristika im Einsatz bzw. auch ihre Limitationen analysieren. Sie können fortschrittliche, intuitive Verfahren zur Programmierung von Industrierobotern und industriellen Servicerobotern für den Einsatz analysieren bzw. adaptieren. Sie beherrschen die Modellierung von industriellen Montageaufgaben für die symbolische Planung.

## **Inhalt**

Aufbauend auf der Einführungsvorlesung Robotik I wird in Robotik II der Aspekt von Aufgabenwissen und -ausführung in der fortschrittlichen, industriellen Produktions- und Servicerobotik näher betrachtet. Verschiedene Programmiermethoden wie manuelle, textuelle und graphische Programmierung und die dazugehörigen Werkzeuge werden vorgestellt und eingehend behandelt. Die rechnerinterne Modellierung von Umwelt- und Aufgabenwissen sowie geeignete Planungs- und Lernmethoden werden diskutiert. Schließlich werden komplexe Lern- und Planungssysteme für (teil-)autonome, industrielle Serviceroboter vorgestellt.

## **Empfehlungen**

Siehe Teilleistung.

Module / Vertiefungsfach 1 / Theoretische Grundlagen / Algorithmentechnik / Kryptographie und Sicherheit / Betriebssysteme / Parallelverarbeitung / Softwaretechnik und Übersetzerbau / Entwurf eingebetteter Systeme und Rechnerarchitektur / Telematik / Informationssysteme / Computergrafik und Geometrieverarbeitung / Robotik und Automation / Anthropomatik und Kognitive Systeme / Pflichtmodule / Wahlpflichtmodule /

### 1.2.12.2.10 M-INFO-100817 Maschinelles Lernen 1 - Grundverfahren

<b>Leistungspunkte:</b>	03,00	<b>Modulturnus:</b>
<b>Moduldauer:</b>	1 Semester	<b>Unterrichtssprache:</b>
<b>Auslaufend:</b>	Nein	<b>Gültig bis:</b>
<b>Curriculare Verankerung:</b>	Wahlpflicht in Wahlpflichtmodule	
<b>Modulverantwortliche:</b>	Johann Marius Zöllner,Rüdiger Dillmann	

### Teilleistungen

Pflichtbestandteile	LP	Verantwortliche
Maschinelles Lernen 1 - Grundverfahren(S.413)	03,00	Johann Marius Zöllner,Rüdiger Dillmann

#### Voraussetzungen

Siehe Teilleistung.

#### Erfolgskontrolle

Siehe Teilleistung

#### Lernziele

- Studierende erlangen Kenntnis der grundlegenden Methoden im Bereich des Maschinellen Lernens.
- Studierende können Methoden des Maschinellen Lernens einordnen, formal beschreiben und bewerten.
- Die Studierenden können ihr Wissen für die Auswahl geeigneter Modelle und Methoden für ausgewählte Probleme im Bereich des Maschinellen Lernens einsetzen.

#### Inhalt

Das Themenfeld Wissensakquisition und Maschinelles Lernen ist ein stark expandierendes Wissensgebiet und Gegenstand zahlreicher Forschungs- und Entwicklungsvorhaben. Der Wissenserwerb kann dabei auf unterschiedliche Weise erfolgen. So kann ein System Nutzen aus bereits gemachten Erfahrungen ziehen, es kann trainiert werden, oder es zieht Schlüsse aus umfangreichem Hintergrundwissen.

Die Vorlesung behandelt sowohl symbolische Lernverfahren, wie induktives Lernen (Lernen aus Beispielen, Lernen durch Beobachtung), deduktives Lernen (Erklärungsbasiertes Lernen) und Lernen aus Analogien, als auch subsymbolische Techniken wie Neuronale Netze, Support Vektor-Maschinen, Genetische Algorithmen und Reinforcement Lernen. Die Vorlesung führt in die Grundprinzipien sowie

Module / Vertiefungsfach 1 / Theoretische Grundlagen / Algorithmentechnik / Kryptographie und Sicherheit / Betriebssysteme / Parallelverarbeitung / Softwaretechnik und Übersetzerbau / Entwurf eingebetteter Systeme und Rechnerarchitektur / Telematik / Informationssysteme / Computergrafik und Geometrieverarbeitung / Robotik und Automation / Anthropomatik und Kognitive Systeme / Pflichtmodule / Wahlpflichtmodule /

Grundstrukturen lernender Systeme und der Lerntheorie ein und untersucht die bisher entwickelten Algorithmen. Der Aufbau sowie die Arbeitsweise lernender Systeme wird an einigen Beispielen, insbesondere aus den Gebieten Robotik, autonome mobile Systeme und Bildverarbeitung vorgestellt und erläutert.

### **Empfehlungen**

Siehe Teilleistung.

Module / Vertiefungsfach 1 / Theoretische Grundlagen / Algorithmentechnik / Kryptographie und Sicherheit / Betriebssysteme / Parallelverarbeitung / Softwaretechnik und Übersetzerbau / Entwurf eingebetteter Systeme und Rechnerarchitektur / Telematik / Informationssysteme / Computergrafik und Geometrieverarbeitung / Robotik und Automation / Anthropomatik und Kognitive Systeme / Pflichtmodule / Wahlpflichtmodule /

### 1.2.12.2.11 M-INFO-100819 Kognitive Systeme

<b>Leistungspunkte:</b>	06,00	<b>Modulturnus:</b>
<b>Moduldauer:</b>	1 Semester	<b>Unterrichtssprache:</b>
<b>Auslaufend:</b>	Nein	<b>Gültig bis:</b>
<b>Curriculare Verankerung:</b>	Wahlpflicht in Wahlpflichtmodule	
<b>Modulverantwortliche:</b>	Alexander Waibel, Rüdiger Dillmann	

### Teilleistungen

Pflichtbestandteile	LP	Verantwortliche
Kognitive Systeme(S.415)	06,00	Alexander Waibel, Rüdiger Dillmann

#### Voraussetzungen

Siehe Teilleistung.

#### Erfolgskontrolle

Siehe Teilleistung.

#### Lernziele

Studierende beherrschen

- Die relevanten Elemente eines technischen kognitiven Systems und deren Aufgaben.
- Die Problemstellungen dieser verschiedenen Bereiche können erkannt und bearbeitet werden.
- Weiterführende Verfahren können selbständig erschlossen und erfolgreich bearbeitet werden.
- Variationen der Problemstellung können erfolgreich gelöst werden.
- Die Lernziele sollen mit dem Besuch der zugehörigen Übung erreicht sein.

Die Studierenden beherrschen insbesondere die grundlegenden Konzepte und Methoden der Bildrepräsentation und Bildverarbeitung wie homogene Punktoperatoren, Histogrammauswertung sowie Filter im Orts- und Frequenzbereich. Sie beherrschen Methoden zur Segmentierung von 2D-Bildaten anhand von Schwellwerten, Farben, Kanten und Punktmerkmalen. Weiterhin können die Studenten mit Stereokamerasystemen und deren bekannten Eigenschaften, wie z.B. Epipolargeometrie und Triangulation, aus gefundenen 2D Objekten, die 3D Repräsentationen rekonstruieren. Studenten kennen den Begriff der Logik und können mit Aussagenlogik, Prädikatenlogik und Planungssprachen umgehen. Insbesondere können sie verschiedene Algorithmen zur Bahnplanung verstehen und anwenden. Ihnen sind die wichtigsten Modelle zur Darstellung von Objekten und der Umwelt bekannt sowie numerische Darstellungsmöglichkeiten eines Roboters.

Module / Vertiefungsfach 1 / Theoretische Grundlagen / Algorithmentechnik / Kryptographie und Sicherheit / Betriebssysteme / Parallelverarbeitung / Softwaretechnik und Übersetzerbau / Entwurf eingebetteter Systeme und Rechnerarchitektur / Telematik / Informationssysteme / Computergrafik und Geometrieverarbeitung / Robotik und Automation / Anthropomatik und Kognitive Systeme / Pflichtmodule / Wahlpflichtmodule /

Die Studierenden beherrschen die grundlegenden Methoden zur automatischen Signalvorverarbeitung und können deren Vor- und Nachteile benennen. Für ein gegebenes Problem sollen sie die geeigneten Vorverarbeitungsschritte auswählen können. Die Studierenden sollen mit der Taxonomie der Klassifikationssysteme arbeiten können und Verfahren in das Schema einordnen können. Studierende sollen zu jeder Klasse Beispielverfahren benennen können. Studierende sollen in der Lage sein, einfache Bayesklassifikatoren bauen und hinsichtlich der Fehlerwahrscheinlichkeit analysieren können. Studierende sollen die Grundbegriffe des maschinellen Lernens anwenden können, sowie vertraut sein mit Grundlegenden Verfahren des maschinellen Lernens. Die Studierenden sind vertraut mit den Grundzügen eines Multilayer-Perzeptrons und sie beherrschen die Grundzüge des Backpropagation Trainings. Ferner sollen sie weitere Typen von neuronalen Netzen benennen und beschreiben können. Die Studierenden können den grundlegenden Aufbau eines statistischen Spracherkennungssystems für Sprache mit großem Vokabular beschreiben. Sie sollen einfache Modelle für die Spracherkennung entwerfen und berechnen können, sowie eine einfache Vorverarbeitung durchführen können. Ferner sollen die Studierenden grundlegende Fehlermaße für Spracherkennungssysteme beherrschen und berechnen können.

### **Inhalt**

Kognitive Systeme handeln aus der Erkenntnis heraus. Nach der Reizaufnahme durch Perzeptoren werden die Signale verarbeitet und aufgrund einer hinterlegten Wissensbasis gehandelt. In der Vorlesung werden die einzelnen Module eines kognitiven Systems vorgestellt. Hierzu gehören neben der Aufnahme und Verarbeitung von Umweltinformationen (z. B. Bilder, Sprache), die Repräsentation des Wissens sowie die Zuordnung einzelner Merkmale mit Hilfe von Klassifikatoren. Weitere Schwerpunkte der Vorlesung sind Lern- und Planungsmethoden und deren Umsetzung. In den Übungen werden die vorgestellten Methoden durch Aufgaben vertieft.

### **Empfehlungen**

Siehe Teilleistung.

Module / Vertiefungsfach 1 / Theoretische Grundlagen / Algorithmentechnik / Kryptographie und Sicherheit / Betriebssysteme / Parallelverarbeitung / Softwaretechnik und Übersetzerbau / Entwurf eingebetteter Systeme und Rechnerarchitektur / Telematik / Informationssysteme / Computergrafik und Geometrieverarbeitung / Robotik und Automation / Anthropomatik und Kognitive Systeme / Pflichtmodule / Wahlpflichtmodule /

### 1.2.12.2.12 M-INFO-100820 Robotik in der Medizin

<b>Leistungspunkte:</b>	03,00	<b>Modulturnus:</b>
<b>Moduldauer:</b>	1 Semester	<b>Unterrichtssprache:</b>
<b>Auslaufend:</b>	Nein	<b>Gültig bis:</b>
<b>Curriculare Verankerung:</b>	Wahlpflicht in Wahlpflichtmodule	
<b>Modulverantwortliche:</b>	Jörg Raczkowski	

### Teilleistungen

Pflichtbestandteile	LP	Verantwortliche
Robotik in der Medizin(S.415)	03,00	Jörg Raczkowski

#### Voraussetzungen

Siehe Teilleistung.

#### Erfolgskontrolle

Siehe Teilleistung.

#### Lernziele

- Der Student versteht die spezifischen Anforderungen der Chirurgie an die Automatisierung mit Robotern.
- Zusätzlich kennt er grundlegende Verfahren für die Registrierung von Bilddaten unterschiedlicher Modalitäten und die physikalische Registrierung mit ihren verschiedenen Flexibilisierungsstufen und kann sie anwenden.
- Der Student kann den kompletten Workflow für einen robotergestützten Eingriff entwerfen.

#### Inhalt

Zur Motivation werden die verschiedenen Szenarien des Robotereinsatzes im chirurgischen Umfeld erläutert und anhand von Beispielen klassifiziert. Es wird auf Grundlagen der Robotik mit den verschiedenen kinematischen Formen eingegangen und die Kenngrößen Freiheitsgrad, kinematische Kette, Arbeitsraum und Traglast eingeführt. Danach werden die verschiedenen Module der Prozesskette

Module / Vertiefungsfach 1 / Theoretische Grundlagen / Algorithmentchnik / Kryptographie und Sicherheit / Betriebssysteme / Parallelverarbeitung / Softwaretechnik und Übersetzerbau / Entwurf eingebetteter Systeme und Rechnerarchitektur / Telematik / Informationssysteme / Computergrafik und Geometrieverarbeitung / Robotik und Automation / Anthropomatik und Kognitive Systeme / Pflichtmodule / Wahlpflichtmodule /

für eine robotergestützte Chirurgie vorgestellt. Diese beginnt mit der Bildgebung  $\pi$ , mit den verschiedenen tomographischen Verfahren. Sie werden anhand der physikalischen Grundlagen und ihrer meßtechnischen Aussagen zur Anatomie und Pathologie erläutert. In diesem Kontext spielen die Datenformate und Kommunikation eine wesentliche Rolle. Die medizinische Bildverarbeitung mit Schwerpunkt auf Segmentierung schliesst sich an. Dies führt zur geometrischen 3D-Rekonstruktion anatomischer Strukturen, die die Grundlage für ein attributiertes Patientenmodell bilden. Dazu werden die Methoden für die Registrierung der vorverarbeiteten Meßdaten aus verschiedenen tomographischen Modalitäten beschrieben. Die verschiedenen Ansätze für die Modellierung von Gewebeparametern ergänzen die Ausführungen zu einem vollständigen Patientenmodell. Die Anwendungen des Patientenmodells in der Visualisierung und Operationsplanung ist das nächste Thema. Am Begriff der Planung wird die sehr unterschiedliche Sichtweise von Medizinern und Ingenieuren verdeutlicht. Neben der geometrischen Planung wird die Rolle der Ablaufplanung erarbeitet, die im klinischen Alltag immer wichtiger wird. Im wesentlichen unter dem Gesichtspunkt der Verifikation der Operationsplanung wird das Thema Simulation behandelt. Unterthemen sind hierbei die funktionale anatomiebezogene Simulation, die Robotersimulation mit Standortverifikation sowie Trainingssysteme. Der intraoperative Teil der Prozesskette beinhaltet die Registrierung, Navigation, Erweiterte Realität und Chirurgierobotersysteme. Diese werden mit Grundlagen und Anwendungsbeispielen erläutert. Als wichtige Punkte werden hier insbesondere Techniken zum robotergestützten Gewebeschneiden und die Ansätze zu Mikro- und Nanochirurgie behandelt. Die Vorlesung schliesst mit einem kurzen Diskurs zu den speziellen Sicherheitsfragen und den rechtlichen Aspekten von Medizinprodukten.

## **Empfehlungen**

Module / Vertiefungsfach 1 / Theoretische Grundlagen / Algorithmentechnik / Kryptographie und Sicherheit / Betriebssysteme / Parallelverarbeitung / Softwaretechnik und Übersetzerbau / Entwurf eingebetteter Systeme und Rechnerarchitektur / Telematik / Informationssysteme / Computergrafik und Geometrieverarbeitung / Robotik und Automation / Anthropomatik und Kognitive Systeme / Pflichtmodule / Wahlpflichtmodule /

### 1.2.12.2.13 M-INFO-100824 Mensch-Maschine-Wechselwirkung in der Anthropomatik: Basiswissen

<b>Leistungspunkte:</b>	03,00	<b>Modulturnus:</b>
<b>Moduldauer:</b>	1 Semester	<b>Unterrichtssprache:</b>
<b>Auslaufend:</b>	Nein	<b>Gültig bis:</b>
<b>Curriculare Verankerung:</b>	Wahlpflicht in Wahlpflichtmodule	
<b>Modulverantwortliche:</b>	Jürgen Geisler	

### Teilleistungen

Pflichtbestandteile	LP	Verantwortliche
Mensch-Maschine-Wechselwirkung in der Anthropomatik: Basiswissen(S.418)	03,00	Jürgen Geisler

#### Voraussetzungen

Siehe Teilleistung.

#### Erfolgskontrolle

Siehe Teilleistung.

#### Lernziele

Ziel der Vorlesung ist es, den Studierenden fundiertes Wissen über die Phänomene, Teilsysteme und Wirkungsbeziehungen an der Schnittstelle zwischen Mensch und informationsverarbeitender Maschine zu vermitteln. Dafür lernen sie die Sinnesorgane des Menschen mit deren Leistungsvermögen und Grenzen im Wahrnehmungsprozess sowie die Äußerungsmöglichkeiten von Menschen gegenüber Maschinen kennen. Weiter wird ihnen Kenntnis über qualitative und quantitative Modelle und charakteristische Systemgrößen für den Wirkungskreis Mensch-Maschine-Mensch vermittelt sowie in die für dieses Gebiet wesentlichen Normen und Richtlinien eingeführt. Die Studierenden werden in die Lage versetzt, einen modellgestützten Systementwurf im Ansatz durchzuführen und verschiedene Entwürfe modellgestützt im Bezug auf die Leistung des Mensch-Maschine-Systems und die Beanspruchung des Menschen zu bewerten.

#### Inhalt

inhalt der Vorlesung ist Basiswissen für die Mensch-Maschine-Wechselwirkung als Teilgebiet der Arbeitswissenschaft:

Module / Vertiefungsfach 1 / Theoretische Grundlagen / Algorithmentechnik / Kryptographie und Sicherheit / Betriebssysteme / Parallelverarbeitung / Softwaretechnik und Übersetzerbau / Entwurf eingebetteter Systeme und Rechnerarchitektur / Telematik / Informationssysteme / Computergrafik und Geometrieverarbeitung / Robotik und Automation / Anthropomatik und Kognitive Systeme / Pflichtmodule / Wahlpflichtmodule /

- Teilsysteme und Wirkungsbeziehungen in Mensch-Maschine-Systemen: Wahrnehmen und Handeln.
- Sinnesorgane des Menschen.
- Leistung, Belastung und Beanspruchung als Systemgrößen im Wirkungskreis Mensch-Maschine-Mensch.
- Quantitative Modelle des menschlichen Verhaltens.
- Das menschliche Gedächtnis und dessen Grenzen.
- Menschliche Fehler.
- Modellgestützter Entwurf von Mensch-Maschine-Systemen.
- Qualitative Gestaltungsregeln, Richtlinien und Normen für Mensch-Maschine-Systeme.

### **Empfehlungen**

Siehe Teilleistung.

Module / Vertiefungsfach 1 / Theoretische Grundlagen / Algorithmentchnik / Kryptographie und Sicherheit / Betriebssysteme / Parallelverarbeitung / Softwaretechnik und Übersetzerbau / Entwurf eingebetteter Systeme und Rechnerarchitektur / Telematik / Informationssysteme / Computergrafik und Geometrieverarbeitung / Robotik und Automation / Anthropomatik und Kognitive Systeme / Pflichtmodule / Wahlpflichtmodule /

### 1.2.12.2.14 M-INFO-100825 Mustererkennung

<b>Leistungspunkte:</b>	03,00	<b>Modulturnus:</b>
<b>Moduldauer:</b>	1 Semester	<b>Unterrichtssprache:</b>
<b>Auslaufend:</b>	Nein	<b>Gültig bis:</b>
<b>Curriculare Verankerung:</b>	Wahlpflicht in Wahlpflichtmodule	
<b>Modulverantwortliche:</b>	Jürgen Beyerer	

### Teilleistungen

Pflichtbestandteile	LP	Verantwortliche
Mustererkennung(S.419)	03,00	Jürgen Beyerer

#### Voraussetzungen

Siehe Teilleistung.

#### Erfolgskontrolle

Siehe Teilleistung.

#### Lernziele

- Studierende haben fundiertes Wissen zur Auswahl, Gewinnung und Eigenschaften von Merkmalen, die der Charakterisierung von zu klassifizierenden Objekten dienen. Studierende wissen, wie der Merkmalsraum gesichtet werden kann, wie Merkmale transformiert und Abstände im Merkmalsraum bestimmt werden können. Des weiteren können Sie Merkmale normalisieren und Merkmale konstruieren. Darüber hinaus wissen Studierende wie die Dimension des Merkmalsraumes reduziert werden kann.
- Studierende haben fundiertes Wissen zur Auswahl und Anpassung geeigneter Klassifikatoren für unterschiedliche Aufgaben. Sie kennen die Bayes'sche Entscheidungstheorie, Parameterschätzung und parameterfreie Methoden, lineare Diskriminanzfunktionen, Support Vektor Maschine und Matched Filter. Außerdem beherrschen Studierende die Klassifikation bei nominalen Merkmalen.
- Studierende sind in der Lage, Mustererkennungsprobleme zu lösen, wobei die Effizienz von Klassifikatoren und die Zusammenhänge in der Verarbeitungskette Objekt – Muster – Merkmal – Klassifikator aufgabenspezifisch berücksichtigt werden. Dazu kennen Studierende das Prinzip zur Leistungsbestimmung von Klassifikatoren sowie das Prinzip des Boosting.

#### Inhalt

Module / Vertiefungsfach 1 / Theoretische Grundlagen / Algorithmentechnik / Kryptographie und Sicherheit / Betriebssysteme / Parallelverarbeitung / Softwaretechnik und Übersetzerbau / Entwurf eingebetteter Systeme und Rechnerarchitektur / Telematik / Informationssysteme / Computergrafik und Geometrieverarbeitung / Robotik und Automation / Anthropomatik und Kognitive Systeme / Pflichtmodule / Wahlpflichtmodule /

Merkmale:

- Merkmalstypen
- Sichtung des Merkmalsraumes
- Transformation der Merkmale
- Abstandsmessung im Merkmalsraum
- Normalisierung der Merkmale
- Auswahl und Konstruktion von Merkmalen
- Reduktion der Dimension des Merkmalsraumes

Klassifikatoren:

- Bayes'sche Entscheidungstheorie
- Parameterschätzung
- Parameterfreie Methoden
- Lineare Diskriminanzfunktionen
- Support Vektor Maschine
- Matched Filter, Templatematching
- Klassifikation bei nominalen Merkmalen

Allgemeine Prinzipien:

- Vapnik-Chervonenkis Theorie
- Leistungsbestimmung von Klassifikatoren
- Boosting

## **Empfehlungen**

Siehe Teilleistung.

**Ersetzt durch**

X

Module / Vertiefungsfach 1 / Theoretische Grundlagen / Algorithmentechnik / Kryptographie und Sicherheit / Betriebssysteme / Parallelverarbeitung / Softwaretechnik und Übersetzerbau / Entwurf eingebetteter Systeme und Rechnerarchitektur / Telematik / Informationssysteme / Computergrafik und Geometrieverarbeitung / Robotik und Automation / Anthropomatik und Kognitive Systeme / Pflichtmodule / Wahlpflichtmodule /

### 1.2.12.2.15 M-INFO-100826 Automatische Sichtprüfung und Bildverarbeitung

<b>Leistungspunkte:</b>	06,00	<b>Modulturnus:</b>
<b>Moduldauer:</b>	1 Semester	<b>Unterrichtssprache:</b>
<b>Auslaufend:</b>	Nein	<b>Gültig bis:</b>
<b>Curriculare Verankerung:</b>	Wahlpflicht in Wahlpflichtmodule	
<b>Modulverantwortliche:</b>	Jürgen Beyerer	

### Teilleistungen

Pflichtbestandteile	LP	Verantwortliche
Automatische Sichtprüfung und Bildverarbeitung(S.419)	06,00	Jürgen Beyerer

#### Voraussetzungen

Siehe Teilleistung.

#### Erfolgskontrolle

Siehe Teilleistung.

#### Lernziele

- Studierende haben fundierte Kenntnisse in den grundlegenden Methoden der Bildverarbeitung (Vorverarbeitung und Bildverbesserung, Bildrestauration, Segmentierung, Morphologische Bildverarbeitung, Texturanalyse, Detektion, Bildpyramiden, Multiskalenanalyse und Wavelet-Transformation).
- Studierende sind in der Lage, Lösungskonzepte für Aufgaben der automatischen Sichtprüfung zu erarbeiten und zu bewerten.
- Studierende haben fundiertes Wissen über verschiedene Sensoren und Verfahren zur Aufnahme bildhafter Daten sowie über die hierfür relevanten optischen Gesetzmäßigkeiten
- Studierende kennen unterschiedliche Konzepte, um bildhafte Daten zu beschreiben und kennen die hierzu notwendigen systemtheoretischen Methoden und Zusammenhänge.

#### Inhalt

- Sensoren und Verfahren zur Bildgewinnung
- Licht und Farbe
- Bildsignale
- Wellenoptik
- Vorverarbeitung und Bildverbesserung

Module / Vertiefungsfach 1 / Theoretische Grundlagen / Algorithmentechnik / Kryptographie und Sicherheit / Betriebssysteme / Parallelverarbeitung / Softwaretechnik und Übersetzerbau / Entwurf eingebetteter Systeme und Rechnerarchitektur / Telematik / Informationssysteme / Computergrafik und Geometrieverarbeitung / Robotik und Automation / Anthropomatik und Kognitive Systeme / Pflichtmodule / Wahlpflichtmodule /

- Bildrestauration
- Segmentierung
- Morphologische Bildverarbeitung
- Texturanalyse
- Detektion
- Bildpyramiden, Multiskalenanalyse und Wavelet- Transformation

### **Empfehlungen**

Siehe Teilleistung.

Module / Vertiefungsfach 1 / Theoretische Grundlagen / Algorithmentchnik / Kryptographie und Sicherheit / Betriebssysteme / Parallelverarbeitung / Softwaretechnik und Übersetzerbau / Entwurf eingebetteter Systeme und Rechnerarchitektur / Telematik / Informationssysteme / Computergrafik und Geometrieverarbeitung / Robotik und Automation / Anthropomatik und Kognitive Systeme / Pflichtmodule / Wahlpflichtmodule /

### 1.2.12.2.16 M-INFO-100827 Einführung in die Informationsfusion

<b>Leistungspunkte:</b>	03,00	<b>Modulturnus:</b>
<b>Moduldauer:</b>	1 Semester	<b>Unterrichtssprache:</b>
<b>Auslaufend:</b>	Nein	<b>Gültig bis:</b>
<b>Curriculare Verankerung:</b>	Wahlpflicht in Wahlpflichtmodule	
<b>Modulverantwortliche:</b>		

### Teilleistungen

Pflichtbestandteile	LP	Verantwortliche
Einführung in die Informationsfusion(S.420)	03,00	

#### Voraussetzungen

Siehe Teilleistung.

#### Erfolgskontrolle

Siehe Teilleistung.

#### Lernziele

- Studierende haben fundiertes Wissen in unterschiedlichen Methoden zur Spezifizierung von unsicherheitsbehaftetem Wissen und zu dessen Aufarbeitung zum Zweck der Informationsfusion.
- Studierende beherrschen unterschiedliche Konzepte der Informationsfusion hinsichtlich ihrer Voraussetzungen, Modellannahmen, Methoden und Ergebnisse.
- Studierende sind in der Lage, Aufgaben der Informationsfusion zu analysieren und formal zu beschreiben, Lösungsmöglichkeiten zu synthetisieren und die Eignung der unterschiedlichen Ansätze der Informationsfusion zur Lösung einzuschätzen.

#### Inhalt

- Grundlagen und Methoden der Informationsfusion
- Voraussetzungen der Fusionierbarkeit
- Spezifikation von unsicherheitsbehafteter Information
- Vorverarbeitung zur Informationsfusion, Registrierung
- Fusionsarchitekturen
- Probabilistische Methoden: Bayes'sche Fusion, Kalman-Filter, Tracking
- Formulierung von Fusionsaufgaben mittels Energiefunktionalen

Module / Vertiefungsfach 1 / Theoretische Grundlagen / Algorithmentechnik / Kryptographie und Sicherheit / Betriebssysteme / Parallelverarbeitung / Softwaretechnik und Übersetzerbau / Entwurf eingebetteter Systeme und Rechnerarchitektur / Telematik / Informationssysteme / Computergrafik und Geometrieverarbeitung / Robotik und Automation / Anthropomatik und Kognitive Systeme / Pflichtmodule / Wahlpflichtmodule /

- Dempster-Shafer-Theorie
- Fuzzy-Fusion
- Neuronale Netze

## **Empfehlungen**

Module / Vertiefungsfach 1 / Theoretische Grundlagen / Algorithmentechnik / Kryptographie und Sicherheit / Betriebssysteme / Parallelverarbeitung / Softwaretechnik und Übersetzerbau / Entwurf eingebetteter Systeme und Rechnerarchitektur / Telematik / Informationssysteme / Computergrafik und Geometrieverarbeitung / Robotik und Automation / Anthropomatik und Kognitive Systeme / Pflichtmodule / Wahlpflichtmodule /

### 1.2.12.2.17 M-INFO-100829 Stochastische Informationsverarbeitung

<b>Leistungspunkte:</b>	06,00	<b>Modulturnus:</b>
<b>Moduldauer:</b>	1 Semester	<b>Unterrichtssprache:</b>
<b>Auslaufend:</b>	Nein	<b>Gültig bis:</b>
<b>Curriculare Verankerung:</b>	Wahlpflicht in Wahlpflichtmodule	
<b>Modulverantwortliche:</b>	Uwe Hanebeck	

### Teilleistungen

Pflichtbestandteile	LP	Verantwortliche
Stochastische Informationsverarbeitung(S.421)	06,00	Uwe Hanebeck

#### Voraussetzungen

Siehe Teilleistung.

#### Erfolgskontrolle

Siehe Teilleistung.

#### Lernziele

Der Studierende soll die Handhabung komplexer dynamischer Systeme erlernen und insbesondere Probleme der Rekonstruktion gesuchter Größen aus unsicheren Daten analysieren und mathematisch korrekt beschreiben können. Ausgehend von speziellen Systemen werden die grundlegenden Probleme der Zustandsschätzung für allgemeine Systeme behandelt und mögliche Lösungswege aufgezeigt.

#### Inhalt

In diesem Modul werden Modelle und Zustandsschätzer für wertdiskrete und -kontinuierliche lineare sowie allgemeine Systeme behandelt. Für wertdiskrete und -kontinuierliche lineare Systeme werden Prädiktion und Filterung eingeführt (HMM, Kalman Filter). Zusätzlich wird für wertdiskrete Systeme die Glättung untersucht. Bei der Modellierung von allgemeinen statischen und dynamischen Systemen wird ausgehend von einer generativen eine probabilistische Systembeschreibung entwickelt. Unterschiedliche Arten des Rauscheinflusses (additiv, multiplikativ) sowie verschiedene Dichterepräsentationen werden untersucht. Die grundlegenden Methoden der Zustandsschätzung für allgemeine Systeme sowie die Herausforderungen bei der Implementierung generischer Schätzer werden vorgestellt. Die Vorlesung schließt mit einem Ausblick auf den Stand der Forschung und neuartige Schätze

#### Empfehlungen

Module / Vertiefungsfach 1 / Theoretische Grundlagen / Algorithmentechnik / Kryptographie und Sicherheit / Betriebssysteme / Parallelverarbeitung / Softwaretechnik und Übersetzerbau / Entwurf eingebetteter Systeme und Rechnerarchitektur / Telematik / Informationssysteme / Computergrafik und Geometrieverarbeitung / Robotik und Automation / Anthropomatik und Kognitive Systeme / Pflichtmodule / Wahlpflichtmodule /

Siehe Teilleistung.

Module / Vertiefungsfach 1 / Theoretische Grundlagen / Algorithmentchnik / Kryptographie und Sicherheit / Betriebssysteme / Parallelverarbeitung / Softwaretechnik und Übersetzerbau / Entwurf eingebetteter Systeme und Rechnerarchitektur / Telematik / Informationssysteme / Computergrafik und Geometrieverarbeitung / Robotik und Automation / Anthropomatik und Kognitive Systeme / Pflichtmodule / Wahlpflichtmodule /

### 1.2.12.2.18 M-INFO-100839 Unscharfe Mengen

<b>Leistungspunkte:</b>	06,00	<b>Modulturnus:</b>
<b>Moduldauer:</b>	1 Semester	<b>Unterrichtssprache:</b>
<b>Auslaufend:</b>	Nein	<b>Gültig bis:</b>
<b>Curriculare Verankerung:</b>	Wahlpflicht in Wahlpflichtmodule	
<b>Modulverantwortliche:</b>	Uwe Hanebeck	

#### Teilleistungen

Pflichtbestandteile	LP	Verantwortliche
Unscharfe Mengen(S.427)	06,00	Uwe Hanebeck

#### Voraussetzungen

Siehe Teilleistung.

#### Erfolgskontrolle

Siehe Teilleistung.

#### Lernziele

- Der Studierende soll im Rahmen der Veranstaltung die Darstellung und Verarbeitung von unscharfem Wissen in Rechnersystemen erlernen. Er soll in der Lage sein, ausgehend von natürlichsprachlichen Regeln und Wissen komplexe Systeme mittels unscharfer Mengen zu beschreiben.
- Neben dem Rechnen mit unscharfen Zahlen sowie logischen Operationen soll ein umfassender Überblick über die Regelanwendung auf unscharfe Mengen gegeben werden.

#### Inhalt

In diesem Modul wird die Theorie und die praktische Anwendung von unscharfen Mengen grundlegend vermittelt. In der Veranstaltung werden die Bereiche der unscharfen Arithmetik, der unscharfen Logik, der unscharfen Relationen und das unscharfe Schließen behandelt. Die Darstellung und die Eigenschaften von unscharfen Mengen bilden die theoretische Grundlage, worauf aufbauend arithmetische und logische Operationen axiomatisch hergeleitet und untersucht werden. Hier wird ebenfalls gezeigt, wie sich beliebige Abbildungen und Relationen auf unscharfe Mengen übertragen lassen. Das unscharfe Schließen als Anwendung des Logik-Teils zeigt verschiedene Möglichkeiten der Umsetzung von regelbasierten Systemen auf unscharfe Mengen. Im abschließenden Teil der Vorlesung wird die unscharfe Regelung als Anwendung betrachtet.

Module / Vertiefungsfach 1 / Theoretische Grundlagen / Algorithmentechnik / Kryptographie und Sicherheit / Betriebssysteme / Parallelverarbeitung / Softwaretechnik und Übersetzerbau / Entwurf eingebetteter Systeme und Rechnerarchitektur / Telematik / Informationssysteme / Computergrafik und Geometrieverarbeitung / Robotik und Automation / Anthropomatik und Kognitive Systeme / Pflichtmodule / Wahlpflichtmodule /

### **Empfehlungen**

Siehe Teilleistung.

Module / Vertiefungsfach 1 / Theoretische Grundlagen / Algorithmentchnik / Kryptographie und Sicherheit / Betriebssysteme / Parallelverarbeitung / Softwaretechnik und Übersetzerbau / Entwurf eingebetteter Systeme und Rechnerarchitektur / Telematik / Informationssysteme / Computergrafik und Geometrieverarbeitung / Robotik und Automation / Anthropomatik und Kognitive Systeme / Pflichtmodule / Wahlpflichtmodule /

### 1.2.12.2.19 M-INFO-100840 Lokalisierung mobiler Agenten

<b>Leistungspunkte:</b>	06,00	<b>Modulturnus:</b>
<b>Moduldauer:</b>	1 Semester	<b>Unterrichtssprache:</b>
<b>Auslaufend:</b>	Nein	<b>Gültig bis:</b>
<b>Curriculare Verankerung:</b>	Wahlpflicht in Wahlpflichtmodule	
<b>Modulverantwortliche:</b>	Uwe Hanebeck	

#### Teilleistungen

Pflichtbestandteile	LP	Verantwortliche
Lokalisierung mobiler Agenten(S.428)	06,00	Uwe Hanebeck

#### Voraussetzungen

Siehe Teilleistung.

#### Erfolgskontrolle

Siehe Teilleistung.

#### Lernziele

- Der Student versteht die Aufgabenstellung, konkrete Lösungsverfahren, und den erforderlichen mathematische Hintergrund
- Zusätzlich kennt der Student die theoretischen Grundlagen, die Unterscheidung der vier wesentlichen Lokalisierungsarten sowie die Stärken und Schwächen der vorgestellten Lokalisierungsverfahren. Hierzu werden zahlreiche Anwendungsbeispiele betrachtet.

#### Inhalt

In diesem Modul wird eine systematische Einführung in das Gebiet der Lokalisierungsverfahren gegeben. Zum erleichterten Einstieg gliedert sich das Modul in vier zentrale Themengebiete. Die Koppelnavigation behandelt die schritthaltende Positionsbestimmung eines Fahrzeugs aus dynamischen Parametern wie etwa Geschwindigkeit oder Lenkwinkel. Die Lokalisierung unter Zuhilfenahme von Messungen zu bekannten Landmarken ist Bestandteil der statischen Lokalisierung. Neben geschlossenen Lösungen für spezielle Messungen (Distanzen und Winkel), wird auch die Methode kleinster Quadrate zur Fusionierung beliebiger Messungen eingeführt. Die dynamische Lokalisierung behandelt die Kombination von Koppelnavigation und statischer Lokalisierung. Zentraler Bestandteil ist hier die Herleitung des Kalman-Filters, das in zahlreichen praktischen Anwendungen erfolgreich eingesetzt wird. Den Abschluss

Module / Vertiefungsfach 1 / Theoretische Grundlagen / Algorithmentechnik / Kryptographie und Sicherheit / Betriebssysteme / Parallelverarbeitung / Softwaretechnik und Übersetzerbau / Entwurf eingebetteter Systeme und Rechnerarchitektur / Telematik / Informationssysteme / Computergrafik und Geometrieverarbeitung / Robotik und Automation / Anthropomatik und Kognitive Systeme / Pflichtmodule / Wahlpflichtmodule /

bildet die simultane Lokalisierung und Kartographierung (SLAM), welche eine Lokalisierung auch bei teilweise unbekannter Landmarkenlage gestattet.

### **Empfehlungen**

Siehe Teilleistung.

Module / Vertiefungsfach 1 / Theoretische Grundlagen / Algorithmentechnik / Kryptographie und Sicherheit / Betriebssysteme / Parallelverarbeitung / Softwaretechnik und Übersetzerbau / Entwurf eingebetteter Systeme und Rechnerarchitektur / Telematik / Informationssysteme / Computergrafik und Geometrieverarbeitung / Robotik und Automation / Anthropomatik und Kognitive Systeme / Pflichtmodule / Wahlpflichtmodule /

### 1.2.12.2.20 M-INFO-100842 Medizinische Simulationssysteme I

<b>Leistungspunkte:</b>	03,00	<b>Modulturnus:</b>
<b>Moduldauer:</b>	1 Semester	<b>Unterrichtssprache:</b>
<b>Auslaufend:</b>	Nein	<b>Gültig bis:</b>
<b>Curriculare Verankerung:</b>	Wahlpflicht in Wahlpflichtmodule	
<b>Modulverantwortliche:</b>	Rüdiger Dillmann	

### Teilleistungen

Pflichtbestandteile	LP	Verantwortliche
Medizinische Simulationssysteme I(S.429)	03,00	Rüdiger Dillmann

#### Voraussetzungen

Siehe Teilleistung.

#### Erfolgskontrolle

Siehe Teilleistung.

#### Lernziele

Der Hörer erhält Einblicke in die Welt der medizinischen Informatik. Insbesondere wird spezielles Methodenwissen zu den Themen Bildakquisition, Bildverarbeitung, Segmentierung, Modellbildung, Wissensrepräsentation und Visualisierung vermittelt. Nach Besuch der Vorlesung soll der Hörer in Lage sein, eigene Systeme zu konzipieren und wichtige Designentscheidungen korrekt zu fällen. Außerdem werden Arbeiten in der Gruppe und freie Rede vor Fachpublikum geübt.

#### Inhalt

Die Vorlesung beschäftigt sich mit dem Gebiet der medizinischen Simulationssysteme. Hierbei wird die Verarbeitungskette von der Bildakquisition bis zu intraoperativen Assistenzsystemen behandelt. Die Schwerpunkte der Vorlesung liegen in den Bereichen Bildgebung, Bildverarbeitung und Segmentierung sowie Modellierung, intraoperative Unterstützung und Erweiterte Realität. Zahlreiche Beispiele aus Forschungsprojekten und klinischem Alltag vermitteln einen guten Überblick über dieses spannende Gebiet der Informatik.

#### Empfehlungen

Module / Vertiefungsfach 1 / Theoretische Grundlagen / Algorithmentechnik / Kryptographie und Sicherheit / Betriebssysteme / Parallelverarbeitung / Softwaretechnik und Übersetzerbau / Entwurf eingebetteter Systeme und Rechnerarchitektur / Telematik / Informationssysteme / Computergrafik und Geometrieverarbeitung / Robotik und Automation / Anthropomatik und Kognitive Systeme / Pflichtmodule / Wahlpflichtmodule /

Siehe Teilleistung.

**Ersetzt durch**

X

Module / Vertiefungsfach 1 / Theoretische Grundlagen / Algorithmentechnik / Kryptographie und Sicherheit / Betriebssysteme / Parallelverarbeitung / Softwaretechnik und Übersetzerbau / Entwurf eingebetteter Systeme und Rechnerarchitektur / Telematik / Informationssysteme / Computergrafik und Geometrieverarbeitung / Robotik und Automation / Anthropomatik und Kognitive Systeme / Pflichtmodule / Wahlpflichtmodule /

### 1.2.12.2.21 M-INFO-100843 Medizinische Simulationssysteme II

<b>Leistungspunkte:</b>	03,00	<b>Modulturnus:</b>
<b>Moduldauer:</b>	1 Semester	<b>Unterrichtssprache:</b>
<b>Auslaufend:</b>	Nein	<b>Gültig bis:</b>
<b>Curriculare Verankerung:</b>	Wahlpflicht in Wahlpflichtmodule	
<b>Modulverantwortliche:</b>	Rüdiger Dillmann	

### Teilleistungen

Pflichtbestandteile	LP	Verantwortliche
Medizinische Simulationssysteme II(S.430)	03,00	Rüdiger Dillmann

#### Voraussetzungen

Siehe Teilleistung.

#### Erfolgskontrolle

Siehe Teilleistung.

#### Lernziele

Studierende kennen die wesentlichen Einsatzgebiete und die spezifischen Herausforderungen für den Einsatz numerischer Simulationen in der Medizintechnik. Sie können wesentliche Methoden der Weichgewebesimulation und Fluidmechanik (Hämodynamik) erklären, bewerten und den Gegebenheiten entsprechend auswählen. Auf Basis dieses Wissens sind sie in der Lage eigene medizinische Simulationssysteme zu konzipieren und wichtige Designentscheidungen korrekt zu fällen.

Studierende beherrschen insbesondere die phänomenologische Modellierung von Weichgewebe mittels Feder-Masse-Modellen und die physikalische Modellierung mittels elastischen Potentialen und Erhaltungsgleichungen. Sie verstehen resultierende Randwertprobleme und kennen Finite-Elemente-Methoden einschließlich Vernetzungsalgorithmen zur numerischen Lösung. Weiterhin kennen sie die Erhaltungsgleichungen der Strömungsdynamik und sind in der Lage, einfache Problemstellungen analytisch zu lösen. Sie kennen Methoden zur Kopplung struktur- und strömungsmechanischer Probleme und verstehen das Konzept der Lagrangeschen, der Eulerschen und der Arbitrary-Lagrangian-Eulerian Bezugssysteme. Schließlich kennen die Studierenden typische Simulationsszenarien in der Medizin, insbesondere das Brainshift-Problem, die endoskopische Viszeralchirurgie, das Herz und seine Funktionsweise sowie die Aorta mit Windkessel effekt.

#### Inhalt

Module / Vertiefungsfach 1 / Theoretische Grundlagen / Algorithmentchnik / Kryptographie und Sicherheit / Betriebssysteme / Parallelverarbeitung / Softwaretechnik und Übersetzerbau / Entwurf eingebetteter Systeme und Rechnerarchitektur / Telematik / Informationssysteme / Computergrafik und Geometrieverarbeitung / Robotik und Automation / Anthropomatik und Kognitive Systeme / Pflichtmodule / Wahlpflichtmodule /

Die Vorlesung beschäftigt sich mit dem Gebiet der medizinischen Simulationssysteme. In Fortsetzung der Vorlesung Medizinische Simulationssysteme I werden Modellierung und Simulation biologischer Systeme behandelt. Im Vordergrund stehen die Strukturmechanik zur Beschreibung von Weichgewebe und die Strömungsmechanik zur Beschreibung von Blutflüssen, ferner Finite-Elemente-Methoden als Verfahren zur numerischen Berechnung der Simulationen. Einblicke in klinische Fragestellungen und Anwendungsbeispiele sowie in klinische Validierungsmethoden runden die Veranstaltung ab.

### **Empfehlungen**

Siehe Teilleistung.

### **Ersetzt durch**

X

Module / Vertiefungsfach 1 / Theoretische Grundlagen / Algorithmentechnik / Kryptographie und Sicherheit / Betriebssysteme / Parallelverarbeitung / Softwaretechnik und Übersetzerbau / Entwurf eingebetteter Systeme und Rechnerarchitektur / Telematik / Informationssysteme / Computergrafik und Geometrieverarbeitung / Robotik und Automation / Anthropomatik und Kognitive Systeme / Pflichtmodule / Wahlpflichtmodule /

### 1.2.12.2.22 M-INFO-100846 Neuronale Netze

<b>Leistungspunkte:</b>	06,00	<b>Modulturnus:</b>
<b>Moduldauer:</b>	1 Semester	<b>Unterrichtssprache:</b>
<b>Auslaufend:</b>	Nein	<b>Gültig bis:</b>
<b>Curriculare Verankerung:</b>	Wahlpflicht in Wahlpflichtmodule	
<b>Modulverantwortliche:</b>	Alexander Waibel	

### Teilleistungen

Pflichtbestandteile	LP	Verantwortliche
Neuronale Netze(S.432)	06,00	Alexander Waibel

#### Voraussetzungen

Siehe Teilleistung.

#### Erfolgskontrolle

Siehe Teilleistung.

#### Lernziele

- Die Studierenden sollen den Aufbau und die Funktion verschiedener Typen von neuronalen Netzen lernen.
- Die Studierenden sollen die Methoden zum Training der verschiedenen Netze lernen, sowie ihre Anwendung auf Probleme.
- Die Studierenden sollen die Anwendungsgebiete der verschiedenen Netztypen erlernen.
- Gegeben ein konkretes Szenario sollen die Studierenden in die Lage versetzt werden, den geeigneten Typs eines neuronalen Netzes auswählen zu können.

#### Inhalt

Die Vorlesung Neuronale Netze führt ein die Verwendung von Neuronalen Netzen zur Lösung verschiedener Fragestellungen im Bereich des Maschinellen Lernens, etwa der Klassifikation, Prediktion, Steuerung oder Inferenz. Verschiedene Typen von Neuronalen Netzen werden dabei behandelt und ihre Anwendungsgebiete an Hand von Beispielen aufgezeigt.

#### Empfehlungen

Module / Vertiefungsfach 1 / Theoretische Grundlagen / Algorithmentechnik / Kryptographie und Sicherheit / Betriebssysteme / Parallelverarbeitung / Softwaretechnik und Übersetzerbau / Entwurf eingebetteter Systeme und Rechnerarchitektur / Telematik / Informationssysteme / Computergrafik und Geometrieverarbeitung / Robotik und Automation / Anthropomatik und Kognitive Systeme / Pflichtmodule / Wahlpflichtmodule /

Siehe Teilleistung.

Module / Vertiefungsfach 1 / Theoretische Grundlagen / Algorithmentechnik / Kryptographie und Sicherheit / Betriebssysteme / Parallelverarbeitung / Softwaretechnik und Übersetzerbau / Entwurf eingebetteter Systeme und Rechnerarchitektur / Telematik / Informationssysteme / Computergrafik und Geometrieverarbeitung / Robotik und Automation / Anthropomatik und Kognitive Systeme / Pflichtmodule / Wahlpflichtmodule /

### 1.2.12.2.23 M-INFO-100847 Grundlagen der Automatischen Spracherkennung

<b>Leistungspunkte:</b>	06,00	<b>Modulturnus:</b>
<b>Moduldauer:</b>	1 Semester	<b>Unterrichtssprache:</b>
<b>Auslaufend:</b>	Nein	<b>Gültig bis:</b>
<b>Curriculare Verankerung:</b>	Wahlpflicht in Wahlpflichtmodule	
<b>Modulverantwortliche:</b>	Alexander Waibel	

### Teilleistungen

Pflichtbestandteile	LP	Verantwortliche
Grundlagen der Automatischen Spracherkennung(S.432)	06,00	Alexander Waibel

#### Voraussetzungen

Siehe Teilleistung.

#### Erfolgskontrolle

Siehe Teilleistung.

#### Lernziele

Der Student wird in die Grundlagen der automatischen Erkennung von Sprache eingeführt. Er lernt dabei den grundlegenden Aufbau eines Spracherkennungssystems kennen sowie die konkrete Anwendung der Konzepte und Methoden aus dem Bereich des maschinellen Lernens, die bei der automatischen Spracherkennung eingesetzt werden.

Um ein tieferes Verständnis zu erlangen und zur Motivation der eingesetzten Techniken, soll der Student ferner das grundlegende Konzept der Produktion menschlicher Sprache verstehen und daraus den Aufbau eines Spracherkennungssystems ableiten können.

Ferner sollen die Studenten verschiedene Anwendungsfälle für automatische Spracherkennung analysieren können und, basierend auf der erkannten Komplexität des Anwendungsfalls, ein geeignetes Spracherkennungssystem entwerfen können.

Im einzelnen sollen die Studenten den Aufbau der Komponenten eines Spracherkennungssystems --- Vorverarbeitung, akustisches Modell, Sprachmodell und Suche --- erlernen. Die Studenten sollen in der Lage sein, nach Besuch der Vorlesung entsprechende Komponenten selber implementieren oder anwenden zu können. Die Studierenden erlernen ferner die Fähigkeit, die Leistungsfähigkeit von konkreten Spracherkennungssystemen beurteilen und evaluieren zu können.

Module / Vertiefungsfach 1 / Theoretische Grundlagen / Algorithmentchnik / Kryptographie und Sicherheit / Betriebssysteme / Parallelverarbeitung / Softwaretechnik und Übersetzerbau / Entwurf eingebetteter Systeme und Rechnerarchitektur / Telematik / Informationssysteme / Computergrafik und Geometrieverarbeitung / Robotik und Automation / Anthropomatik und Kognitive Systeme / Pflichtmodule / Wahlpflichtmodule /

Ferner soll der Student in die Grundlagen weiterführender Techniken der automatischen Spracherkennung, etwa die Verwendung von Modell- und Merkmalsraumadaption, und die Art ihrer Anwendung eingeführt werden.

## **Inhalt**

Die Vorlesung erläutert den Aufbau eines modernen Spracherkennungssystems. Der Aufbau wird dabei motiviert ausgehend von der Produktion menschlicher Sprache und ihrer Eigenschaften. Es werden alle Verarbeitungsschritte von der Signalverarbeitung über das Training geeigneter, statistischer Modelle, bis hin zur eigentlichen Erkennung ausführlich behandelt.

Dabei stehen statistische Methoden, wie sie in aktuellen Spracherkennungssystemen verwendet werden, im Vordergrund. Somit wird der Stand der Technik in der automatischen Spracherkennung vermittelt. Ferner werden alternative Methoden vorgestellt, aus denen sich die aktuellen entwickelt haben und die zum Teil noch in spezialisierten Fällen in der Spracherkennung zum Einsatz kommen.

Anhand von Beispielanwendungen und Beispielen aus aktuellen Projekten wird der Stand der Technik und die Leistungsfähigkeit moderner Systeme veranschaulicht. Zusätzlich zu den grundlegenden Techniken wird auch eine Einführung in die weiterführenden Techniken automatischer Spracherkennung geben, um so zu vermitteln, wie moderne, leistungsfähige Spracherkennungssysteme trainiert und angewendet werden können.

## **Empfehlungen**

Module / Vertiefungsfach 1 / Theoretische Grundlagen / Algorithmentchnik / Kryptographie und Sicherheit / Betriebssysteme / Parallelverarbeitung / Softwaretechnik und Übersetzerbau / Entwurf eingebetteter Systeme und Rechnerarchitektur / Telematik / Informationssysteme / Computergrafik und Geometrieverarbeitung / Robotik und Automation / Anthropomatik und Kognitive Systeme / Pflichtmodule / Wahlpflichtmodule /

### 1.2.12.2.24 M-INFO-100848 Maschinelle Übersetzung

<b>Leistungspunkte:</b>	06,00	<b>Modulturnus:</b>
<b>Moduldauer:</b>	1 Semester	<b>Unterrichtssprache:</b>
<b>Auslaufend:</b>	Nein	<b>Gültig bis:</b>
<b>Curriculare Verankerung:</b>	Wahlpflicht in Wahlpflichtmodule	
<b>Modulverantwortliche:</b>	Alexander Waibel	

#### Teilleistungen

Pflichtbestandteile	LP	Verantwortliche
Maschinelle Übersetzung(S.433)	06,00	Alexander Waibel

#### Voraussetzungen

Siehe Teilleistung.

#### Erfolgskontrolle

Siehe Teilleistung.

#### Lernziele

- Die Vorlesung vermittelt einen Überblick über linguistische Ansätze zur Maschinellen Übersetzung.
- Der Schwerpunkt der Vorlesung besteht aus einer detaillierten Einführung in Methoden und Algorithmen zur statistischen Maschinellen Übersetzung (SMT) (Word Alignment, Phrase Extraction, Language Modelling, Decoding, Optimierung).
- Darüber hinaus werden Methoden der Evaluation von Maschinellen Übersetzungen untersucht.
- Die Unersuchung von Anwendungen der Maschinellen Übersetzung am Beispiel von simultaner Sprach-zu-Sprach-Übersetzung ist ein weiterer Bestandteil der Vorlesung.
- In der Übung wird das erworbene Wissen beim Training eines Übersetzungssystems praktisch angewandt.

#### Inhalt

- Die Vorlesung vermittelt einen Überblick über linguistische Ansätze zur Maschinellen Übersetzung.
- Der Schwerpunkt der Vorlesung besteht aus einer detaillierten Einführung in Methoden und Algorithmen zur statistischen Maschinellen Übersetzung (SMT) (Word Alignment, Phrase Extraction, Language Modelling, Decoding, Optimierung).

Module / Vertiefungsfach 1 / Theoretische Grundlagen / Algorithmentechnik / Kryptographie und Sicherheit / Betriebssysteme / Parallelverarbeitung / Softwaretechnik und Übersetzerbau / Entwurf eingebetteter Systeme und Rechnerarchitektur / Telematik / Informationssysteme / Computergrafik und Geometrieverarbeitung / Robotik und Automation / Anthropomatik und Kognitive Systeme / Pflichtmodule / Wahlpflichtmodule /

- Darüber hinaus werden Methoden der Evaluation von Maschinellen Übersetzungen untersucht.
- Die Untersuchung von Anwendungen der Maschinellen Übersetzung am Beispiel von simultaner Sprach-zu-Sprach-Übersetzung ist ein weiterer Bestandteil der Vorlesung.
- In der Übung wird das erworbene Wissen beim Training eines Übersetzungssystems praktisch angewandt.

## **Empfehlungen**

Module / Vertiefungsfach 1 / Theoretische Grundlagen / Algorithmentechnik / Kryptographie und Sicherheit / Betriebssysteme / Parallelverarbeitung / Softwaretechnik und Übersetzerbau / Entwurf eingebetteter Systeme und Rechnerarchitektur / Telematik / Informationssysteme / Computergrafik und Geometrieverarbeitung / Robotik und Automation / Anthropomatik und Kognitive Systeme / Pflichtmodule / Wahlpflichtmodule /

### 1.2.12.2.25 M-INFO-100852 Inhaltsbasierte Bild- und Videoanalyse

<b>Leistungspunkte:</b>	03,00	<b>Modulturnus:</b>
<b>Moduldauer:</b>	1 Semester	<b>Unterrichtssprache:</b>
<b>Auslaufend:</b>	Nein	<b>Gültig bis:</b>
<b>Curriculare Verankerung:</b>	Wahlpflicht in Wahlpflichtmodule	
<b>Modulverantwortliche:</b>	Rainer Stiefelhagen	

### Teilleistungen

Pflichtbestandteile	LP	Verantwortliche
Inhaltsbasierte Bild- und Videoanalyse(S.435)	03,00	Rainer Stiefelhagen

#### Voraussetzungen

Siehe Teilleistung.

#### Erfolgskontrolle

Siehe Teilleistung.

#### Lernziele

In dieser Vorlesung werden verschiedene Themen der inhaltsbasierten Bild- und Videoanalyse in Multimediadaten behandelt werden. Die Vorlesung beinhaltet unter anderem folgende Themen:

- Bildsegmentierung und Deskriptoren
- Grundlagen des Maschinelles Lernen für Inhaltsbasierte Bild- und Video-Analyse sowie Videoschnitterkennung
- Klassifikation von TV Genres
- Evaluierung Inhaltsbasierter Bild- und Videoanalyseverfahren
- Automatisches "Tagging" von Personen in Fotoalben & sozialen Netzen
- Detektion von Duplikaten (copy detection)
- Semantik in Bildern und Videos
- Automatische und interaktive Suche / Relevanz-Feedback
- Werkzeuge und Softwarebibliotheken zur Bild- und Videoanalyse

#### Inhalt

Bei der immer größer werdenden Masse an leicht verfügbaren Multimediadaten werden Methoden zur deren automatischen Analyse, die Benutzern dabei helfen können, gewünschte Inhalte zu finden, immer wichtiger. Hierfür werden verschiedene Verfahren benötigt. Zum einen muss der Inhalt der

Module / Vertiefungsfach 1 / Theoretische Grundlagen / Algorithmentchnik / Kryptographie und Sicherheit / Betriebssysteme / Parallelverarbeitung / Softwaretechnik und Übersetzerbau / Entwurf eingebetteter Systeme und Rechnerarchitektur / Telematik / Informationssysteme / Computergrafik und Geometrieverarbeitung / Robotik und Automation / Anthropomatik und Kognitive Systeme / Pflichtmodule / Wahlpflichtmodule /

Multimediatdaten in einer passenden Form repräsentiert werden, die eine effiziente und erfolgreiche Suche ermöglicht. Außerdem werden entsprechende audio-visuelle Analyseverfahren benötigt. Die folgende Suche kann entweder vollautomatisch erfolgen, oder den Benutzer interaktiv in den Suchprozess einbinden.

Das Modul vermittelt Studierenden einen Überblick über wichtige Verfahren zur inhaltsbasierten Bild- und Videoanalyse. Im Einzelnen werden folgende Themen besprochen:

- Bildsegmentierung und Deskriptoren
- Maschinelles Lernen für Inhaltsbasierte Bild- und Video-Analyse
- Videoschnitterkennung und Klassifikation von TV Genres
- Evaluierung Inhaltsbasierter Bild- und Videoanalyseverfahren(TrecVid)
- Automatisches "Tagging" von Personen in Fotoalben & sozialen Netzen
- Personen-/Gesichtsdetektion und -erkennung in Videos
- Erkennung von Ereignissen
- Detektion von Kopien
- Semantik in Bildern und Videos
- Data mining in sozialen Netzen
- Suche: Automatische und interaktive Suche / Relevanz-Feedback
- Werkzeuge und Softwarebibliotheken zur Bild- und Videoanalyse

## Empfehlungen

Siehe Teilleistung.

Module / Vertiefungsfach 1 / Theoretische Grundlagen / Algorithmentechnik / Kryptographie und Sicherheit / Betriebssysteme / Parallelverarbeitung / Softwaretechnik und Übersetzerbau / Entwurf eingebetteter Systeme und Rechnerarchitektur / Telematik / Informationssysteme / Computergrafik und Geometrieverarbeitung / Robotik und Automation / Anthropomatik und Kognitive Systeme / Pflichtmodule / Wahlpflichtmodule /

### 1.2.12.2.26 M-INFO-100854 Anthropomatik: Humanoide Robotik

<b>Leistungspunkte:</b>	03,00	<b>Modulturnus:</b>
<b>Moduldauer:</b>	1 Semester	<b>Unterrichtssprache:</b>
<b>Auslaufend:</b>	Nein	<b>Gültig bis:</b>
<b>Curriculare Verankerung:</b>	Wahlpflicht in Wahlpflichtmodule	
<b>Modulverantwortliche:</b>	Tamim Asfour	

### Teilleistungen

Pflichtbestandteile	LP	Verantwortliche
Anthropomatik: Humanoide Robotik(S.437)	03,00	Tamim Asfour

#### Voraussetzungen

Siehe Teilleistung.

#### Erfolgskontrolle

Siehe Teilleistung.

#### Lernziele

- Der Student soll einen Überblick über aktuelle Forschungsthemen der humanoiden Robotik bekomme.
- Der Student soll grundlegende Konzepte aus dem Gebiet verstehen und anwenden können.

#### Inhalt

In dieser Vorlesung werden aktuelle Arbeiten auf dem Gebiet der humanoiden Robotik vorgestellt, die sich mit der Implementierung komplexer sensorischer und motorischer Fähigkeiten in humanoiden Robotern beschäftigen. In den einzelnen Themenkomplexen werden verschiedene Methoden und Algorithmen, deren Vor- und Nachteile, sowie der aktuelle Stand der Forschung diskutiert:

- Entwurf humanoider Roboter
  - Biomechanische Modelle des menschlichen Körpers
  - Mechatronik humanoider Roboter
- Aktive Perception
  - Aktives Sehen und Abtasten
  - Visuo-haptische Exploration

Module / Vertiefungsfach 1 / Theoretische Grundlagen / Algorithmentechnik / Kryptographie und Sicherheit / Betriebssysteme / Parallelverarbeitung / Softwaretechnik und Übersetzerbau / Entwurf eingebetteter Systeme und Rechnerarchitektur / Telematik / Informationssysteme / Computergrafik und Geometrieverarbeitung / Robotik und Automation / Anthropomatik und Kognitive Systeme / Pflichtmodule / Wahlpflichtmodule /

- Greifen beim Menschen und bei humanoiden Robotern  
 - Greifen beim Menschen  
 - Planung ein- und zweihändiger Greifaufgaben
- Imitationslernen: Beobachtung, Repräsentation, Reproduktion von Bewegungen  
 - Erfassung und Analyse menschlicher Bewegungen  
 - Aktionsrepräsentationen: DMPs, HMMs, Splines  
 - Abbildung und Reproduktion von Bewegungen
- Zweibeiniges Laufen  
 - Laufen und Balancieren beim Menschen  
 - Aktives Balancieren bei humanoiden Robotern
- Von Signalen zu Symbolen  
 - Von Merkmalen zu Objekten und von Bewegungen zu Aktionen.  
 - Object-Action Complexes: Semantische sensomotorische Kategorien

## Empfehlungen

Module / Vertiefungsfach 1 / Theoretische Grundlagen / Algorithmentechnik / Kryptographie und Sicherheit / Betriebssysteme / Parallelverarbeitung / Softwaretechnik und Übersetzerbau / Entwurf eingebetteter Systeme und Rechnerarchitektur / Telematik / Informationssysteme / Computergrafik und Geometrieverarbeitung / Robotik und Automation / Anthropomatik und Kognitive Systeme / Pflichtmodule / Wahlpflichtmodule /

### 1.2.12.2.27 M-INFO-100855 Maschinelles Lernen 2 - Fortgeschrittene Verfahren

<b>Leistungspunkte:</b>	03,00	<b>Modulturnus:</b>
<b>Moduldauer:</b>	1 Semester	<b>Unterrichtssprache:</b>
<b>Auslaufend:</b>	Nein	<b>Gültig bis:</b>
<b>Curriculare Verankerung:</b>	Wahlpflicht in Wahlpflichtmodule	
<b>Modulverantwortliche:</b>	Johann Marius Zöllner,Rüdiger Dillmann	

### Teilleistungen

Pflichtbestandteile	LP	Verantwortliche
Maschinelles Lernen 2 - Fortgeschrittene Verfahren(S.438)	03,00	Johann Marius Zöllner,Rüdiger Dillmann

#### Voraussetzungen

Siehe Teilleistung.

#### Erfolgskontrolle

Siehe Teilleistung.

#### Lernziele

- Studierende verstehen erweiterte Konzepte des Maschinellen Lernens sowie ihre Anwendungsmöglichkeit.
- Studierende können Methoden des Maschinellen Lernens einordnen, formal beschreiben und bewerten.
- Im Einzelnen können Methoden des Maschinellen Lernens in komplexe Entscheidungs- und Inferenzsysteme eingebettet und angewendet werden.
- Die Studierenden können ihr Wissen zur Auswahl geeigneter Modelle und Methoden des Maschinellen Lernens für vorliegende Probleme im Bereich der Maschinellen Intelligenz einsetzen.

#### Inhalt

Das Themenfeld Maschinelle Intelligenz und speziell Maschinelles Lernen unter Berücksichtigung realer Herausforderungen komplexer Anwendungsdomänen ist ein stark expandierendes Wissensgebiet und Gegenstand zahlreicher Forschungs- und Entwicklungsvorhaben.

Die Vorlesung behandelt erweiterte Methoden des Maschinellen Lernens wie semi-überwachtes und

Module / Vertiefungsfach 1 / Theoretische Grundlagen / Algorithmentechnik / Kryptographie und Sicherheit / Betriebssysteme / Parallelverarbeitung / Softwaretechnik und Übersetzerbau / Entwurf eingebetteter Systeme und Rechnerarchitektur / Telematik / Informationssysteme / Computergrafik und Geometrieverarbeitung / Robotik und Automation / Anthropomatik und Kognitive Systeme / Pflichtmodule / Wahlpflichtmodule /

aktives Lernen, tiefe Neuronale Netze (deep learning), gepulste Netze, hierarchische Ansätze z.B. beim Reinforcement Learning sowie dynamische, probabilistisch relationale Methoden. Ein weiterer Schwerpunkt liegt in der Einbettung und Anwendung von maschinell lernenden Verfahren in realen Systemen.

Die Vorlesung führt in die neusten Grundprinzipien sowie erweiterte Grundstrukturen ein und erläutert bisher entwickelte Algorithmen. Der Aufbau sowie die Arbeitsweise der Verfahren und Methoden werden anhand einiger Anwendungsszenarien, insbesondere aus dem Gebiet technischer (teil-)autonomer Systeme (Robotik, Neurorobotik, Bildverarbeitung etc.) vorgestellt und erläutert.

### **Empfehlungen**

Siehe Teilleistung.

Module / Vertiefungsfach 1 / Theoretische Grundlagen / Algorithmentchnik / Kryptographie und Sicherheit / Betriebssysteme / Parallelverarbeitung / Softwaretechnik und Übersetzerbau / Entwurf eingebetteter Systeme und Rechnerarchitektur / Telematik / Informationssysteme / Computergrafik und Geometrieverarbeitung / Robotik und Automation / Anthropomatik und Kognitive Systeme / Pflichtmodule / Wahlpflichtmodule /

### 1.2.12.2.28 M-INFO-100895 Informationsverarbeitung in Sensornetzwerken

<b>Leistungspunkte:</b>	06,00	<b>Modulturnus:</b>	
<b>Moduldauer:</b>	1 Semester	<b>Unterrichtssprache:</b>	Deutsch
<b>Auslaufend:</b>	Nein	<b>Gültig bis:</b>	
<b>Curriculare Verankerung:</b>	Wahlpflicht in Wahlpflichtmodule		
<b>Modulverantwortliche:</b>			

### Teilleistungen

Pflichtbestandteile	LP	Verantwortliche
Informationsverarbeitung in Sensornetzwerken(S.440)	6,00	

#### Voraussetzungen

Siehe Teilleistung.

#### Erfolgskontrolle

Siehe Teilleistung.

#### Lernziele

Der Studierende soll ein Verständnis für die für Sensornetzwerke spezifischen Herausforderungen der Informationsverarbeitung aufbauen und die verschiedenen Ebenen der Informationsverarbeitung von Messdaten aus Sensornetzwerken kennen lernen. Der Studierende soll verschiedene Ansätze zur Informationsverarbeitung von Messdaten analysieren, vergleichen und bewerten können.

#### Inhalt

Im Rahmen der Vorlesung werden die verschiedenen für Sensornetzwerke relevanten Aspekte der Informationsverarbeitung betrachtet. Begonnen wird mit dem technischen Aufbau der einzelnen Sensorknoten, wobei hier die einzelnen Komponenten der Informationsverarbeitung wie Sensorik, analoge Signalvorverarbeitung, Analog/Digital-Wandlung und digitale Signalverarbeitung vorgestellt werden. Anschließend werden Verfahren zur Orts- und Zeitsynchronisation sowie zum Routing und zur Sensoreinsatzplanung behandelt. Abgeschlossen wird die Vorlesung mit Verfahren zur Fusion der Messdaten der einzelnen Sensorknoten.

#### Empfehlungen

Module / Vertiefungsfach 1 / Theoretische Grundlagen / Algorithmentchnik / Kryptographie und Sicherheit / Betriebssysteme / Parallelverarbeitung / Softwaretechnik und Übersetzerbau / Entwurf eingebetteter Systeme und Rechnerarchitektur / Telematik / Informationssysteme / Computergrafik und Geometrieverarbeitung / Robotik und Automation / Anthropomatik und Kognitive Systeme / Pflichtmodule / Wahlpflichtmodule /

Siehe Teilleistung.

Module / Vertiefungsfach 2 / Theoretische Grundlagen / Algorithmentchnik / Kryptographie und Sicherheit / Betriebssysteme / Parallelverarbeitung / Softwaretechnik und Übersetzerbau / Entwurf eingebetteter Systeme und Rechnerarchitektur / Telematik / Informationssysteme / Computergrafik und Geometrieverarbeitung / Robotik und Automation / Anthropomatik und Kognitive Systeme / Pflichtmodule / Wahlpflichtmodule /

### 1.2.12.2.29 M-INFO-100899 Verarbeitung natürlicher Sprache und Dialogmodellierung

<b>Leistungspunkte:</b>	03,00	<b>Modulturnus:</b>	
<b>Moduldauer:</b>	1 Semester	<b>Unterrichtssprache:</b>	Deutsch
<b>Auslaufend:</b>	Nein	<b>Gültig bis:</b>	
<b>Curriculare Verankerung:</b>	Wahlpflicht in Wahlpflichtmodule		
<b>Modulverantwortliche:</b>	Alexander Waibel		

### Teilleistungen

Pflichtbestandteile	LP	Verantwortliche
Verarbeitung natürlicher Sprache und Dialogmodellierung(S.440)	3,0	Alexander Waibel

#### Voraussetzungen

Siehe Teilleistung.

#### Erfolgskontrolle

Siehe Teilleistung.

#### Lernziele

- Die Studentin oder der Student soll die Probleme, die in der Verarbeitung natürlicher Sprache vorhanden sind, kennenlernen
- Der Studierende in die Grundlegenden Techniken zur Lösung der Probleme eingeführt werden.
- Die Studentin oder der Student soll die Beziehungen zwischen den Methoden der Verarbeitung natürlicher Sprache und der Dialogmodellierung verstehen
- Der Studierende soll grundlegende Konzepte der Dialogmodellierung verstehen und die dafür benötigten Techniken erlernen
- Die Studentin oder der Student soll einen Einblick in die aktuelle Forschung im Bereich der Verarbeitung natürlicher Sprache und Dialogmodellierung erhalten und kann mit dem erworbenen Wissen an aktuellen Forschungsthemen arbeiten

#### Inhalt

Damit wir uns mit einem Computer unterhalten können, muss er Sätze wie „Ich verstehe nicht, was du damit meinst!“ interpretieren können. Dafür muss er wissen, was „nicht verstehen“ bedeutet und worauf sich das „damit“ bezieht.

Module / Vertiefungsfach 2 / Theoretische Grundlagen / Algorithmentchnik / Kryptographie und Sicherheit / Betriebssysteme / Parallelverarbeitung / Softwaretechnik und Übersetzerbau / Entwurf eingebetteter Systeme und Rechnerarchitektur / Telematik / Informationssysteme / Computergrafik und Geometrieverarbeitung / Robotik und Automation / Anthropomatik und Kognitive Systeme / Pflichtmodule / Wahlpflichtmodule /

Diese Vorlesung gibt einen Überblick über verschiedene Themengebiete und angewandte Methoden in der Verarbeitung der natürlichen Sprache (*engl.*: Natural Language Processing, NLP) und der Dialogmodellierung.

In Bezug auf NLP werden Themen unterschiedlicher Komplexität behandelt, wie z.B. Part-of-Speech Tagging, Sentiment Analysis, Word Sense Disambiguation (WSD) und Question Answering (QA). Gleichzeitig werden verschiedene Techniken vorgestellt, mit denen die entsprechenden Komponenten realisiert werden können. Dazu zählen u.a. Conditional Random Fields (CRFs) und Maximum Entropy Models (MaxEnt).

Darüber hinaus werden Bezüge hergestellt, welche Themen und Methoden des NLP besonders relevant für die Realisierung von Sprachdialogsystemen sind. In der Dialogmodellierung werden unterschiedliche Bereiche wie Social Dialog, Goal-Oriented Dialog, Multimodaler Dialog und Error Handling thematisiert. Diese gehen u.a. mit zusätzlichen Techniken wie Partially Observable Markov Decision Processes (POMDPs) einher.

## **Empfehlungen**

Module / Vertiefungsfach 2 / Theoretische Grundlagen / Algorithmentchnik / Kryptographie und Sicherheit / Betriebssysteme / Parallelverarbeitung / Softwaretechnik und Übersetzerbau / Entwurf eingebetteter Systeme und Rechnerarchitektur / Telematik / Informationssysteme / Computergrafik und Geometrieverarbeitung / Robotik und Automation / Anthropomatik und Kognitive Systeme / Pflichtmodule / Wahlpflichtmodule /

### 1.2.12.2.30 M-INFO-101598 Anziehbare Robotertechnologien

<b>Leistungspunkte:</b>	04,00	<b>Modulturnus:</b>	Every 2nd term, Summer Term
<b>Moduldauer:</b>	1 Semester	<b>Unterrichtssprache:</b>	
<b>Auslaufend:</b>	Nein	<b>Gültig bis:</b>	
<b>Curriculare</b>	Wahlpflicht	in	
<b>Verankerung:</b>	Wahlpflichtmodule		
<b>Modulverantwortliche:</b>	Tamim Asfour		

### Teilleistungen

Pflichtbestandteile	LP	Verantwortliche
Anziehbare Robotertechnologien(S.445)	04,00	

### Voraussetzungen

Keine

### Erfolgskontrolle

None

### Lernziele

Anziehbare und körpernahe Robotertechnologien, wie Exoskelette, Orthesen und Prothesen stellen ein zukunftsweisendes Forschungsthema dar, die motorische und sensorische Schwächen, Einschränkungen und Behinderungen des Menschen aktiv kompensieren bzw. motorische und sensorische Fähigkeiten des Menschen erweitern.

Studierende sollen die Grundlagen anziehbarer Robotertechnologien erlernen und ein Verständnis für die Anforderungen des Entwurfs, der Schnittstelle zum menschlichen Körper und der Steuerung anziehbarer Roboter erlangen. Das beinhaltet Methoden der Modellierung des Neuro-Muskel-Skelett-Systems des menschlichen Körpers, des mechatronischen Designs, der Herstellung sowie der Gestaltung der Schnittstellen anziehbarer Robotertechnologien zum menschlichen Körper. Studienende soll ein tiefgehendes Verständnis für die symbiotische Mensch-Maschine Integration als Kernthema der Anthropomatik vermittelt werden. Hochaktuelle Beispiele zu Exoskelette, Orthesen und Prothesen werden vorgestellt und diskutiert.

### Inhalt

Module / Vertiefungsfach 2 / Theoretische Grundlagen / Algorithmentchnik / Kryptographie und Sicherheit / Betriebssysteme / Parallelverarbeitung / Softwaretechnik und Übersetzerbau / Entwurf eingebetteter Systeme und Rechnerarchitektur / Telematik / Informationssysteme / Computergrafik und Geometrieverarbeitung / Robotik und Automation / Anthropomatik und Kognitive Systeme / Pflichtmodule / Wahlpflichtmodule /

Individuell an Menschen und deren Bedürfnissen ausgerichtete personalisierte Roboteranzüge zur Augmentierung und/oder Kompensation von Fähigkeiten werden nicht nur einen entscheidenden Beitrag zur Unterstützung eines länger selbstbestimmten Lebens im Alter leisten sondern werden in der Zukunft wesentlicher Bestandteil moderner personalisierter Rehabilitationsmethoden bei Verletzungen des Neuro-Muskel-Skelett-Systems (z.B. nach Schlaganfällen oder Operationen am Bewegungsapparat) sein sowie zum Schutz z.B. vor gefährlicher radioaktiver Strahlung, Feuer bei Katastrophen dienen.

Im Rahmen dieser Vorlesung werden zuerst ein Überblick auf das Gebiet anziehbarer Robotertechnologien sowie dessen Potentiale gegeben, bevor anschließend die Grundlagen der anziehbaren Robotik vorgestellt und an Beispielen verdeutlicht werden. Neben unterschiedlichen Ansätzen für das Design anziehbarer Roboter mit den zugehörigen Aktuator- und Sensortechnologien werden die Schwerpunkte auf die Modellierung des Neuro-Muskel-Skelett-Systems des menschlichen Körpers, die physikalische und kognitive Mensch-Roboter-Interaktion in körpernahe enggekoppelten hybriden Mensch-Roboter-Systemen liegen. Beispiele aus aktueller Forschung und verschiedenen Anwendungen werden vorgestellt.

Weitere Informationen unter <http://www.humanoids.kit.edu>

## **Empfehlungen**

### 1.3 Wahlbereich Informatik

Im Wahlbereich Informatik können alle Module, die in den Vertiefungsfächern angeboten werden, belegt werden.

## 1.4 Ergänzungsfach

### 1.4.1 Recht

#### 1.4.1.1 M-INFO-101215 Recht des Geistigen Eigentums

<b>Leistungspunkte:</b>	9	<b>Modulturnus:</b>	Jedes Semester
<b>Moduldauer:</b>	1 Semester	<b>Unterrichtssprache:</b>	
<b>Auslaufend:</b>	Nein	<b>Gültig bis:</b>	
<b>Curriculare Verankerung:</b>	Wahlpflicht in Wahlbereich		
<b>Modulverantwortliche:</b>	Thomas Dreier		

#### Teilleistungen

Wahlpflichtblöcke	LP	LP (min/max)	Bestandteile (min/max)
<b>Recht des Geistigen Eigentums</b>		<b>9/9</b>	<b>0/0</b>
T-INFO-102036 Vertragsgestaltung im IT-Bereich(S.443)	03,00		
T-INFO-101307 Internetrecht(S.384)	3	Thomas Dreier	
T-INFO-101308 Urheberrecht(S.384)	3	Thomas Dreier	
T-INFO-101310 Patentrecht(S.385)	3	Peter Bittner	
T-INFO-101313 Markenrecht(S.387)	3	Yvonne Matz	

#### Voraussetzungen

Keine

#### Erfolgskontrolle

None

#### Lernziele

Der/die Studierende

- besitzt detaillierte Kenntnisse in den hauptsächlichen Rechten des geistigen Eigentums,
- analysiert und bewertet komplexere Sachverhalte und führt sie einer rechtlichen Lösung zu,
- setzt die rechtlichen Grundlagen in Verträge über die Nutzung geistigen Eigentums um und löst komplexere Verletzungsfälle,
- kennt und versteht die Grundzüge der registerrechtlichen Anmeldeverfahren und hat einen weitreichenden Überblick über die durch das Internet aufgeworfenen Rechtsfragen
- analysiert, bewertet und evaluiert entsprechende Rechtsfragen unter einem rechtlichem, einem informationstechnischen, wirtschaftswissenschaftlichen und rechtspolitischen Blickwinkel.

Module / Ergänzungsfach / Recht /

**Inhalt**

**Empfehlungen**

1.4.1.2 M-INFO-101216 Recht der Wirtschaftsunternehmen

<b>Leistungspunkte:</b>	9	<b>Modulturnus:</b>	Jedes Semester
<b>Moduldauer:</b>	1 Semester	<b>Unterrichtssprache:</b>	
<b>Auslaufend:</b>	Nein	<b>Gültig bis:</b>	
<b>Curriculare Verankerung:</b>	Wahlpflicht in Wahlbereich		
<b>Modulverantwortliche:</b>			

**Teilleistungen**

Wahlpflichtblöcke	LP	LP (min/max)	Bestandteile (min/max)
<b>Recht der Wirtschaftsunternehmen</b>		<b>9/9</b>	<b>0/0</b>
T-INFO-101994 Vertiefung im Privatrecht(S.442)	3		
T-INFO-101329 Arbeitsrecht I(S.397)	3	Alexander Hoff	
T-INFO-101330 Arbeitsrecht II(S.397)	03,00	Alexander Hoff	
T-INFO-101316 Vertragsgestaltung(S.388)	3		
T-INFO-101314 Steuerrecht II(S.387)	3	Detlef Dietrich	
T-INFO-101315 Steuerrecht I(S.388)	03,00	Detlef Dietrich	

**Voraussetzungen**

Keine

**Erfolgskontrolle**

None

**Lernziele**

Der/die Studierende

- besitzt vertiefte Kenntnisse insbesondere im deutschen Gesellschaftsrecht, im Handelsrecht sowie im Bürgerlichen Recht,
- analysiert, bewertet und löst komplexere rechtliche und wirtschaftliche Zusammenhänge und Probleme,
- verfügt über solide Kenntnisse im Individualarbeitsrecht, im Kollektivarbeitsrecht und im Betriebsverfassungsrecht, ordnet arbeitsvertragliche Regelungen ein und bewertet diese kritisch,
- erkennt die Bedeutung der Tarifparteien innerhalb der Wirtschaftsordnung und verfügt über differenzierte Kenntnisse des Arbeitskampfrechts und des Arbeitnehmerüberlassungsrecht sowie des Sozialrechts,
- besitzt detaillierte Kenntnisse im nationalen Ertrags- und Unternehmenssteuerrecht und ist in der Lage, sich wissenschaftlich mit den steuerrechtlichen Vorschriften auseinanderzusetzen und schätzt die Wirkung dieser Vorschriften auf unternehmerische Entscheidung ein.

## **Inhalt**

Das Modul umfasst eine Reihe von Spezialmaterien im Unternehmensrecht, deren Kenntnis unerlässlich ist, um sinnvolle unternehmerische Entscheidungen treffen zu können. Aufbauend auf dem bisher erworbenen Wissen im Privatrecht erhalten die Studierenden praxisrelevante Einblicke darin, wie Verträge konzipiert werden, sowie noch detailliertere Kenntnisse im Bürgerlichen Recht und im deutschen Handels- und Gesellschaftsrecht. Daneben steht die Vermittlung solider Kenntnisse im Arbeits- und Steuerrecht.

## **Empfehlungen**

### 1.4.1.3 M-INFO-101217 Öffentliches Wirtschaftsrecht

<b>Leistungspunkte:</b>	9	<b>Modulturnus:</b>	Jedes Semester
<b>Moduldauer:</b>	1 Semester	<b>Unterrichtssprache:</b>	
<b>Auslaufend:</b>	Nein	<b>Gültig bis:</b>	
<b>Curriculare Verankerung:</b>	Wahlpflicht in Wahlbereich		
<b>Modulverantwortliche:</b>	Gernot Sydow		

#### Teilleistungen

Wahlpflichtblöcke	LP	LP (min/max)	Bestandteile (min/max)
<b>Öffentliches Wirtschaftsrecht</b>		<b>9/9</b>	<b>0/0</b>
T-INFO-101309 Telekommunikationsrecht(S.385)	03,00	Gernot Sydow	
T-INFO-101303 Datenschutzrecht(S.381)	03,00	Gernot Sydow	
T-INFO-101311 Öffentliches Medienrecht(S.386)	3	Christian Kirchberg	
T-INFO-101312 Europäisches und Internationales Recht(S.386)	3	Gernot Sydow	
T-INFO-101348 Umweltrecht(S.410)	3	Gernot Sydow	

#### Voraussetzungen

Keine

#### Erfolgskontrolle

None

#### Lernziele

Der/die Studierende

- ordnet Probleme im besonderen Verwaltungsrecht ein, löst einfache Fälle mit Bezug zu diesen Spezialmaterien und hat einen Überblick über gängige Probleme,
- kann einen aktuellen Fall aus diesem Bereichen inhaltlich und aufbautechnisch sauber bearbeiten,
- kann Vergleiche im Öffentlichen Recht zwischen verschiedenen Rechtsproblemen aus verschiedenen Bereichen ziehen,
- kennt die Rechtsschutzmöglichkeiten mit Blick auf das spezifische behördliche Handeln,
- kann das besondere Verwaltungsrecht unter dem besonderen Blickwinkel des Umgangs mit Informationen auch unter ökonomischen und technischen Aspekten analysieren.

#### Inhalt

Das Modul umfasst eine Reihe von Spezialmaterien des Verwaltungsrechts, die für die technische und inhaltliche Beurteilung der Steuerung des Umgangs mit Informationen von wesentlicher Bedeutung sind. Im Telekommunikationsrecht sollen nach einer Einführung in die ökonomischen Grundlagen, insb. Netzwerktheorien, die rechtliche Umsetzung der Regulierung erarbeitet werden. Das öffentliche Medienrecht setzt sich mit der rechtlichen Regelung von Inhalten, insb. im Bereich des Fernsehens und Rundfunks, auseinander. Die Vorlesung Europäisches und Internationales Recht stellt die Grundlagen einer Reihe von Regulierungen (u.a. Telekommunikationsrecht) über den nationalen Bereich hinaus dar. Das Datenschutzrecht schließlich als eine Kernmaterie des Informationswirtschaftsrechts behandelt aus rechtlicher Sicht die Beurteilung von Sachverhalten rund um den Personenbezug von Informationen. In allen Vorlesungen wird Wert auf aktuelle Probleme sowie auf grundlegendes Verständnis gelegt.

### **Empfehlungen**

### 1.4.1.4 M-INFO-101242 Governance, Risk & Compliance

<b>Leistungspunkte:</b>	09,00	<b>Modulturnus:</b>	Jedes Semester
<b>Moduldauer:</b>	2 Semester	<b>Unterrichtssprache:</b>	
<b>Auslaufend:</b>	Nein	<b>Gültig bis:</b>	
<b>Curriculare Verankerung:</b>	Wahlpflicht in Wahlbereich		
<b>Modulverantwortliche:</b>	Thomas Dreier		

#### Teilleistungen

Pflichtbestandteile	LP	Verantwortliche
Regelkonformes Verhalten im Unternehmensbereich(S.375)	3	Thomas Dreier
Regelkonformes Verhalten im Unternehmensbereich(S.375)	3	Thomas Dreier
Wahlpflichtblöcke	LP	LP (min/max)
		Bestandteile (min/max)
<b>Governance, Risk &amp; Compliance</b>		<b>0/0</b>
T-INFO-101308 Urheberrecht(S.384)	3	Thomas Dreier
T-INFO-101303 Datenschutzrecht(S.381)	03,00	Gernot Sydow
T-INFO-101315 Steuerrecht I(S.388)	03,00	Detlef Dietrich
T-INFO-101316 Vertragsgestaltung(S.388)	3	
T-INFO-102047 Vertiefungs-Seminar Governance, Risk & Compliance(S.444)	3	

#### Voraussetzungen

Siehe Teilleistung

#### Erfolgskontrolle

Siehe Teilleistung

#### Lernziele

Ziel der Vorlesung ist, vertiefte Kenntnisse hinsichtlich der Thematik "Governance, Risk & Compliance" zu erlangen. Hierbei soll sowohl auf die regulatorischen als auch die betriebswirtschaftlichen Rahmenbedingungen im Urheberrecht, Datenschutzrecht, Steuerrecht und der Vertragsgestaltung eingegangen und darüber hinaus das Verständnis für Zusammenhänge vermittelt werden. Die Studenten sollen wesentliche nationale, europäische und internationale Regularien kennen lernen und anwenden können und praxisrelevante Sachverhalte selbstständig analysieren, bewerten und in den Kontext einordnen können.

#### Inhalt

Die Vorlesung beinhaltet die theoretische wie anwendungsorientierte Einbettung der Thematik in den Kontext der regulatorischen Rahmenbedingungen auf nationaler, internationaler sowie auf EU-Ebene. Ein umfassender Überblick wird durch die Betrachtung der Haftungsaspekte, der Prüfungsstandards, des Compliance-Management-Systems, des Risikomanagementsystems, Assessment-Methodiken, des Umgangs mit Verstößen sowie der Berücksichtigung der Thematik bei Vorstand und Aufsichtsrat erzielt. Zusätzlich werden praxisrelevante Ansätze und "Best-Practice"-Leitfäden vorgestellt, sowie Beispiele der Wirtschafts- und Unternehmenskriminalität erläutert. Die Studenten sollen die genannten GRC-Systeme modellieren, bewerten und auf ihre Wirksamkeit hin prüfen können.

### **Empfehlungen**

### 1.4.1.5 M-INFO-101253 Geistiges Eigentum und Datenschutz

<b>Leistungspunkte:</b>	6	<b>Modulturnus:</b>	Jedes 2. Semester, Wintersemester
<b>Moduldauer:</b>	1 Semester	<b>Unterrichtssprache:</b>	
<b>Auslaufend:</b>	Nein	<b>Gültig bis:</b>	
<b>Curriculare</b>	Wahlpflicht	in	
<b>Verankerung:</b>	Wahlbereich		
<b>Modulverantwortliche:</b>	Thomas Dreier		

#### Teilleistungen

Pflichtbestandteile	LP	Verantwortliche
Gewerblicher Rechtsschutz und Urheberrecht(S.382)	03,00	Thomas Dreier
Datenschutzrecht(S.381)	03,00	Gernot Sydow

#### Voraussetzungen

Siehe Teilleistung

#### Erfolgskontrolle

Die Erfolgskontrolle des Moduls besteht aus:

- einer schriftlichen Prüfung nach §4(2), 1 SPO zu *Gewerblicher Rechtsschutz und Urheberrecht* (3 LP),
- einer schriftlichen Prüfung nach §4(2), 1 SPO zu *Datenschutzrecht* (3 LP).

Die Modulnote wird, gewichtet nach den jeweiligen Leistungspunkten, gebildet aus den Noten aus *Gewerblicher Rechtsschutz und Urheberrecht* (im Gewicht 3 LP) und *Datenschutzrecht* (3 LP) und nach der ersten Nachkommastelle abgeschnitten.

#### Lernziele

Der/die Studierende

- kennt und versteht die Grundzüge des Rechts des geistigen Eigentums sowie des Datenschutzes,
- definiert und differenziert die Grundbegriffe (Territorialität, Schutzvoraussetzungen, Ausschließlichkeitsrechte, Schrankenbestimmungen, Verletzungshandlungen und Rechtsfolgen), hat deren Bedeutung verinnerlicht und ist in der Lage, einfach gelagerte rechtlich relevante Sachverhalte zutreffend zu bewerten und zu lösen,

- kennt und versteht den Unterschied von Registerrechten und formlosen Schutzsystemen und findet sich in den internationalen, europäischen und nationalen Regelungsebenen des geistigen Eigentums zurecht,
- entwirft Lizenzverträge und löst einen Verletzungsfall in der Subsumtionsmethode gutachterlich,
- versteht die die Grundprinzipien und systematischen Grundlagen des Bundesdatenschutzgesetzes,
- analysiert und bewertet Konzepte des Selbstdatenschutzes und des Systemdatenschutzes,
- besitzt differenzierte Kenntnisse hinsichtlich des bereichsspezifischen Datenschutzrechts, die er/sie insbesondere am Beispiel der Regelungen des Datenschutzes bei Tele- und Mediendiensten vertieft hat.

### **Inhalt**

Aufbauend auf den in den ersten beiden Bachelorjahren erlernten Rechtskenntnissen dient das Modul Recht im 3. Bachelorjahr zum einen der Vertiefung der zuvor erworbenen Rechtskenntnisse und zum anderen der Spezialisierung in den Rechtsmaterien, denen in der informationswirtschaftlichen Praxis die größte Bedeutung zukommt...

### **Empfehlungen**

Teilleistungen

1.4.2 Mathematik

1.4.3 Physik

1.4.4 Maschinenbau

1.4.5 Elektrotechnik

1.4.6 Genetik

1.4.7 Eisenbahnwesen

1.4.8 Wirtschaftswissenschaften

1.4.9 Soziologie

1.4.10 Medienkunst

1.5 Überfachliche Qualifikationen

## 2 Teilleistungen

2.1 Algorithmen für Routenplanung

**Leistungspunkte:**

06,00

**Empfohlenes Fachsemester:**

**Bausteintyp:**

Teilleistung

**Teilleistungsverantwortliche:**

Dorothea Wagner

**Auslaufend:**

Nein

**Gültig bis:**

**Veranstaltungen**

## Teilleistungen

Lehrveranstaltungsnummer	Titel	SWS	Semester	Dozenten
<a href="#">24638</a>	<a href="#">Algorithmen für Routenplanung</a>	3	SS 2015	Ben Strasser, Dorothea Wagner, Julian Dibbelt, Moritz Baum

### Modellierte Voraussetzungen

### Erfolgskontrolle

Die Erfolgskontrolle erfolgt in Form einer mündlichen Prüfung im Umfang von i.d.R. 20 Minuten nach § 4 Abs. 2 Nr. 2 SPO.

Die Modulnote ist die Note der mündlichen Prüfung.

### Empfehlungen

Kenntnisse zu Grundlagen der Graphentheorie und Algorithmentechnik sind hilfreich.

### Anmerkungen

## 2.2 Konzepte und Anwendungen von Workflowsystemen

<b>Leistungspunkte:</b>	05,00	<b>Empfohlenes Fachsemester:</b>
<b>Bausteintyp:</b>	Teilleistung	
<b>Teilleistungsverantwortliche:</b>	Jutta Mülle	
<b>Auslaufend:</b>	Nein	<b>Gültig bis:</b>
<b>Veranstaltungen</b>		

Lehrveranstaltungsnummer	Titel	SWS	Semester	Dozenten
<a href="#">24111</a>	<a href="#">Konzepte und Anwendungen von Workflowsystemen</a>	3	WS 15/16	Jutta Mülle

### Modellierte Voraussetzungen

### Erfolgskontrolle

## Teilleistungen

Es wird im Voraus angekündigt, ob die Erfolgskontrolle in Form einer schriftlichen Prüfung (Klausur) im Umfang von 1h nach § 4, Abs. 2 Nr. 1 SPO oder in Form einer mündlichen Prüfung im Umfang von 20 min. nach § 4 Abs. 2 Nr. 2 SPO stattfindet.

## Empfehlungen

Datenbankkenntnisse, z.B. aus der Vorlesung *Datenbanksysteme*

## Anmerkungen

### 2.3 Rekonfigurierbare und Adaptive Systeme

<b>Leistungspunkte:</b>	03,00	<b>Empfohlenes Fachsemester:</b>
<b>Bausteintyp:</b>	Teilleistung	
<b>Teilleistungsverantwortliche:</b>	Jörg Henkel	
<b>Auslaufend:</b>	Nein	<b>Gültig bis:</b>
<b>Veranstaltungen</b>		

Lehrveranstaltungsnummer	Titel	SWS	Semester	Dozenten
<a href="#">24662</a>	<a href="#">Rekonfigurierbare und Adaptive Systeme</a>	2	SS 2015	Jörg Henkel, Lars Bauer

## Modellierte Voraussetzungen

### Erfolgskontrolle

Die Erfolgskontrolle erfolgt in Form einer mündlichen Prüfung im Umfang von i.d.R. 20 Minuten nach § 4 Abs. 2 Nr. 2 SPO.

### Empfehlungen

Kenntnisse zu Grundlagen aus „Rechnerstrukturen“ werden als bekannt vorausgesetzt.

Kenntnisse zu Grundlagen aus „Optimierung und Synthese Eingebetteter Systeme (ES1)“ sind hilfreich.

## Anmerkungen

### 2.4 Beweisbare Sicherheit in der Kryptographie

<b>Leistungspunkte:</b>	03,00	<b>Empfohlenes Fachsemester:</b>
-------------------------	-------	----------------------------------

Teilleistungen

**Bausteintyp:** Teilleistung  
**Teilleistungsverantwortliche:** Dennis Hofheinz  
**Auslaufend:** Nein **Gültig bis:**  
**Veranstaltungen**

Lehrveranstaltungsnummer	Titel	SWS	Semester	Dozenten
<a href="#">24166</a>	<a href="#">Beweisbare Sicherheit in der Kryptographie</a>	2	WS 15/16	Andy Rupp, Dennis Hofheinz

**Modellierte Voraussetzungen**

**Erfolgskontrolle**

**Empfehlungen**

**Anmerkungen**

## 2.5 Asymmetrische Verschlüsselungsverfahren

**Leistungspunkte:** 03,00 **Empfohlenes Fachsemester:**  
**Bausteintyp:** Teilleistung  
**Teilleistungsverantwortliche:** Jörn Müller-Quade  
**Auslaufend:** Nein **Gültig bis:**  
**Veranstaltungen**

Lehrveranstaltungsnummer	Titel	SWS	Semester	Dozenten
<a href="#">24115</a>	<a href="#">Asymmetrische Verschlüsselungsverfahren</a>	2	WS 15/16	Jörn Müller-Quade

**Modellierte Voraussetzungen**

**Erfolgskontrolle**

Die Erfolgskontrolle erfolgt in Form einer mündlichen Prüfung nach § 4 Abs. 2 Nr. 2 SPO.

Teilleistungen

## Empfehlungen

Kenntnisse zu Grundlagen aus der Algebra sind hilfreich.

## Anmerkungen

### 2.6 Praktikum: General-Purpose Computation on Graphics Processing Units

<b>Leistungspunkte:</b>	03,00	<b>Empfohlenes Fachsemester:</b>
<b>Bausteintyp:</b>	Teilleistung	
<b>Teilleistungsverantwortliche:</b>	Carsten Dachsbacher	
<b>Auslaufend:</b>	Nein	<b>Gültig bis:</b>
<b>Veranstaltungen</b>		

Lehrveranstaltungsnummer	Titel	SWS	Semester	Dozenten
<a href="#">24911</a>	<a href="#">General-Purpose Computation on Graphics Processing Units</a>	2	SS 2015	Carsten Dachsbacher, Tamás Szép

## Modellierte Voraussetzungen

## Erfolgskontrolle

Die Erfolgskontrolle erfolgt unbenotet als Erfolgskontrolle anderer Art nach § 4 Abs. 2 Nr. 3 SPO. Die Leistungskontrolle erfolgt dabei kontinuierlich für die einzelnen Projekte sowie durch eine Abschlusspräsentation.

## Empfehlungen

Es wird empfohlen, einschlägige Vorlesungen des Vertiefungsgebiets Computergrafik zu haben.

## Anmerkungen

### 2.7 Gehirn und Zentrales Nervensystem: Struktur, Informationstransfer, Reizverarbeitung, Neurophysiologie und Therapie

<b>Leistungspunkte:</b>	3	<b>Empfohlenes Fachsemester:</b>
<b>Bausteintyp:</b>	Teilleistung	
<b>Teilleistungsverantwortliche:</b>	Uwe Spetzger	
<b>Auslaufend:</b>	Nein	<b>Gültig bis:</b>
<b>Modellierte Voraussetzungen</b>		

Teilleistungen

**Erfolgskontrolle**

**Empfehlungen**

**Anmerkungen**

## 2.8 Data Mining Paradigmen und Methoden für komplexe Datenbestände

**Leistungspunkte:** 05,00 **Empfohlenes Fachsemester:**  
**Bausteintyp:** Teilleistung  
**Teilleistungsverantwortliche:** Emmanuel Müller, Klemens Böhm  
**Auslaufend:** Nein **Gültig bis:**  
**Modellierte Voraussetzungen**

**Erfolgskontrolle**

Es wird mind. 6 Wochen im Voraus angekündigt, ob die Erfolgskontrolle in Form einer schriftlichen Prüfung (Klausur) im Umfang von 1h nach § 4 Abs. 2 Nr. 1 SPO oder in Form einer mündlichen Prüfung im Umfang von 20 min nach § 4 Abs. 2 Nr. 2 SPO stattfindet.

**Empfehlungen**

Datenbankkenntnisse, z.B. aus der Vorlesung Datenbanksysteme

Grundlagen in Data Mining, z.B. aus der Vorlesung Data Warehousing und Mining

**Anmerkungen**

## 2.9 Kontextsensitive Systeme

**Leistungspunkte:** 04,00 **Empfohlenes Fachsemester:**  
**Bausteintyp:** Teilleistung  
**Teilleistungsverantwortliche:** Michael Beigl  
**Auslaufend:** Nein **Gültig bis:**  
**Veranstaltungen**

Lehrveranstaltungsnummer	Titel	SWS	Semester	Dozenten
--------------------------	-------	-----	----------	----------

## Teilleistungen

<a href="#">24658</a>	<a href="#">Kontextsensitive Systeme</a>	2	SS 2015	Michael Beigl, Till Riedel
-----------------------	--	---	---------	----------------------------

### Modellierte Voraussetzungen

### Erfolgskontrolle

Die Erfolgskontrollen der Vorlesungen erfolgen in Form von mündlichen Prüfungen nach § 4 Abs. 2 Nr. 2 SPO. Die Prüfungen umfassen i.d.R. jeweils 20 Minuten. Es wird empfohlen, die mündlichen Prüfungen in Form einer Gesamtprüfung abzulegen.

### Empfehlungen

### Anmerkungen

## 2.10 Mensch-Maschine-Interaktion

<b>Leistungspunkte:</b>	06,00	<b>Empfohlenes Fachsemester:</b>
<b>Bausteintyp:</b>	Teilleistung	
<b>Teilleistungsverantwortliche:</b>	Michael Beigl	
<b>Auslaufend:</b>	Nein	<b>Gültig bis:</b>
<b>Veranstaltungen</b>		

Lehrveranstaltungsnummer	Titel	SWS	Semester	Dozenten
<a href="#">24659</a>	<a href="#">Mensch-Maschine-Interaktion</a>	2	SS 2015	Andrea Schankin, Michael Beigl

### Modellierte Voraussetzungen

### Erfolgskontrolle

Die Erfolgskontrolle erfolgt in Form einer mündlichen Prüfung im Umfang von i.d.R. 20 Minuten nach § 4 Abs. 2 Nr. 2 SPO. Nach § 6 Abs. 3 SPO wird bei unververtretbar hohem Prüfungsaufwand eine schriftliche Prüfung im Umfang von ca. 60 Minuten anstatt einer mündlichen Prüfung angeboten. Dies wird mindestens 6 Wochen vor der Prüfung bekannt gegeben.

Teilleistungen

**Empfehlungen**

**Anmerkungen**

## 2.11 Photorealistische Bildsynthese

**Leistungspunkte:** 05,00 **Empfohlenes Fachsemester:**  
**Bausteintyp:** Teilleistung  
**Teilleistungsverantwortliche:** Carsten Dachsbacher  
**Auslaufend:** Nein **Gültig bis:**  
**Veranstaltungen**

Lehrveranstaltungsnummer	Titel	SWS	Semester	Dozenten
<a href="#">24682</a>	<a href="#">Photorealistische Bildsynthese</a>	2	SS 2015	Johannes Schudeiske

**Modellierte Voraussetzungen**

**Erfolgskontrolle**

Die Erfolgskontrolle erfolgt in Form einer mündlichen Prüfung im Umfang von i.d.R. 25 Minuten nach § 4 Abs. 2 Nr. 2 SPO.

**Empfehlungen**

Vorkenntnisse aus der Vorlesung **Computergraphik** (24081).

**Anmerkungen**

## 2.12 Interaktive Computergrafik

**Leistungspunkte:** 05,00 **Empfohlenes Fachsemester:**  
**Bausteintyp:** Teilleistung  
**Teilleistungsverantwortliche:** Carsten Dachsbacher  
**Auslaufend:** Nein **Gültig bis:**  
**Veranstaltungen**

Lehrveranstaltungsnummer	Titel	SWS	Semester	Dozenten
<a href="#">24679</a>	<a href="#">Interaktive Computergrafik</a>	2	SS 2015	Boris Neubert

Teilleistungen

--	--	--	--	--

### Modellierte Voraussetzungen

### Erfolgskontrolle

Die Erfolgskontrolle erfolgt in Form einer mündlichen Prüfung im Umfang von i.d.R. 25 Minuten nach § 4 Abs. 2 Nr. 2 SPO.

### Empfehlungen

Kenntnisse aus der Vorlesung **Computergrafik** werden vorausgesetzt.

Es wird empfohlen die Vorlesung **Fotorealistische Bildsynthese** besucht zu haben.

### Anmerkungen

## 2.13 Web-Anwendungen und Serviceorientierte Architekturen (II)

**Leistungspunkte:** 04,00      **Empfohlenes Fachsemester:**  
**Bausteintyp:** Teilleistung  
**Teilleistungsverantwortliche:** Sebastian Abeck  
**Auslaufend:** Nein      **Gültig bis:**  
**Veranstaltungen**

Lehrveranstaltungsnummer	Titel	SWS	Semester	Dozenten
<a href="#">24677</a>	<a href="#">Web-Anwendungen und Serviceorientierte Architekturen (II)</a>	2	SS 2015	Roland Heinz Steinegger, Sebastian Abeck

1 von 1 müssen erfüllt sein:

Praktikum Web-Anwendungen und Serviceorientierte Architekturen (II)      Modul      Begonnen

### Modellierte Voraussetzungen

Teilleistungen

### Erfolgskontrolle

Die Erfolgskontrolle erfolgt in Form einer **mündlichen** Prüfung im Umfang von i.d.R. **20** Minuten nach § 4 Abs. 2 Nr. 2 SPO.

Die Zulassung zur Prüfung erfolgt nur bei nachgewiesener Mitarbeit an den in der Vorlesung gestellten praktischen Aufgaben.

Die Modulnote ist die Note der mündlichen Prüfung.

### Empfehlungen

### Anmerkungen

## 2.14 Sprachverarbeitung in der Softwaretechnik

**Leistungspunkte:** 03,00      **Empfohlenes Fachsemester:**  
**Bausteintyp:** Teilleistung  
**Teilleistungsverantwortliche:** Walter Tichy  
**Auslaufend:** Nein      **Gültig bis:**  
**Veranstaltungen**

Lehrveranstaltungsnummer	Titel	SWS	Semester	Dozenten
<a href="#">24187</a>	<a href="#">Sprachverarbeitung in der Softwaretechnik</a>	2	WS 15/16	Mathias Landhäußer,Walter Tichy

### Modellierte Voraussetzungen

### Erfolgskontrolle

Die Erfolgskontrolle erfolgt in Form **Vorlesung** im Umfang von i.d.R. 25 Minuten nach § 4 Abs. 2 Nr. 2 SPO.

### Empfehlungen

### Anmerkungen

Teilleistungen

## 2.15 Einführung in die Bildfolgenauswertung

**Leistungspunkte:** 03,00 **Empfohlenes Fachsemester:**  
**Bausteintyp:** Teilleistung  
**Teilleistungsverantwortliche:** Jürgen Beyerer  
**Auslaufend:** Nein **Gültig bis:**  
**Veranstaltungen**

Lehrveranstaltungsnummer	Titel	SWS	Semester	Dozenten
<a href="#">24684</a>	<a href="#">Einführung in die Bildfolgenauswertung</a>	2	SS 2015	Michael Arens

**Modellierte Voraussetzungen**

**Erfolgskontrolle**

Die Erfolgskontrolle erfolgt in Form einer Prüfung nach §4 Abs.2 Nr. 2 SPO.

**Empfehlungen**

**Anmerkungen**

## 2.16 Visualisierung

**Leistungspunkte:** 05,00 **Empfohlenes Fachsemester:**  
**Bausteintyp:** Teilleistung  
**Teilleistungsverantwortliche:** Carsten Dachsbacher  
**Auslaufend:** Nein **Gültig bis:**  
**Veranstaltungen**

Lehrveranstaltungsnummer	Titel	SWS	Semester	Dozenten
<a href="#">24183</a>	<a href="#">Visualisierung</a>	2	WS 15/16	Carsten Dachsbacher, Marco Ament

**Modellierte Voraussetzungen**

**Erfolgskontrolle**

## Teilleistungen

Die Erfolgskontrolle erfolgt in Form einer mündlichen Gesamtprüfung über die Vorlesungen im Umfang von i.d.R. 25 Minuten nach § 4 Abs. 2 Nr. 2 SPO.

### Empfehlungen

Vorkenntnisse aus der Vorlesung „Computergraphik“ (24081) werden vorausgesetzt.

### Anmerkungen

## 2.17 Data and Storage Management

<b>Leistungspunkte:</b>	03,00	<b>Empfohlenes Fachsemester:</b>
<b>Bausteintyp:</b>	Teilleistung	
<b>Teilleistungsverantwortliche:</b>	Bernhard Neumair	
<b>Auslaufend:</b>	Nein	<b>Gültig bis:</b>
<b>Veranstaltungen</b>		

Lehrveranstaltungsnummer	Titel	SWS	Semester	Dozenten
<a href="#">24074</a>	<a href="#">Data and Storage Management</a>	2	WS 15/16	Bernhard Neumair

### Modellierte Voraussetzungen

### Erfolgskontrolle

Die Erfolgskontrolle der Vorlesungen erfolgt in Form von mündlichen Prüfungen im Umfang von i.d.R. 20 Minuten nach § 4 Abs. 2 Nr. 2 der SPO.

### Empfehlungen

### Anmerkungen

## 2.18 Probabilistische Planung

<b>Leistungspunkte:</b>	06,00	<b>Empfohlenes Fachsemester:</b>
<b>Bausteintyp:</b>	Teilleistung	

Teilleistungen

**Teilleistungsverantwortliche:** Jürgen Beyerer  
**Auslaufend:** Nein **Gültig bis:**  
**Veranstaltungen**

Lehrveranstaltungsnummer	Titel	SWS	Semester	Dozenten
<a href="#">24603</a>	<a href="#">Probabilistische Planung</a>	4	SS 2015	Marco Huber

**Modellierte Voraussetzungen**

**Erfolgskontrolle**

Die Erfolgskontrolle erfolgt in Form einer mündlichen Prüfung im Umfang von i.d.R. 30 Minuten nach § 4 Abs. 2 Nr. 2 der SPO.

**Empfehlungen**

**Anmerkungen**

## 2.19 Kryptographische Wahlverfahren

**Leistungspunkte:** 03,00 **Empfohlenes Fachsemester:**  
**Bausteintyp:** Teilleistung  
**Teilleistungsverantwortliche:** Jörn Müller-Quade  
**Auslaufend:** Nein **Gültig bis:**  
**Modellierte Voraussetzungen**

**Erfolgskontrolle**

Die Erfolgskontrolle erfolgt in Form einer mündlichen Prüfung nach § 4 Abs. 2 Nr. 2 SPO.

**Empfehlungen**

Kenntnisse zu Grundlagen der Kryptographie sind hilfreich.

**Anmerkungen**

Teilleistungen

## 2.20 Digitale Signaturen

**Leistungspunkte:** 3 **Empfohlenes Fachsemester:**  
**Bausteintyp:** Teilleistung  
**Teilleistungsverantwortliche:** Dennis Hofheinz  
**Auslaufend:** Nein **Gültig bis:**  
**Veranstaltungen**

Lehrveranstaltungsnummer	Titel	SWS	Semester	Dozenten
<a href="#">2400057</a>	<a href="#">Digitale Signaturen</a>	2	SS 2015	Björn Kaidel, Gunnar Hartung, Jessica Koch, Jörn Müller-Quade

**Modellierte Voraussetzungen**

**Erfolgskontrolle**

**Empfehlungen**

**Anmerkungen**

## 2.21 Formale Systeme II: Anwendung

**Leistungspunkte:** 05,00 **Empfohlenes Fachsemester:**  
**Bausteintyp:** Teilleistung  
**Teilleistungsverantwortliche:** Bernhard Beckert  
**Auslaufend:** Nein **Gültig bis:**  
**Veranstaltungen**

Lehrveranstaltungsnummer	Titel	SWS	Semester	Dozenten
<a href="#">2400093</a>	<a href="#">Anwendung formaler Verifikation</a>	3	SS 2015	Bernhard Beckert, Mattias Ulbrich, Vladimir Klebanov

**Modellierte Voraussetzungen**

**Erfolgskontrolle**

## Teilleistungen

Die Erfolgskontrolle erfolgt in Form einer mündlichen Prüfung über die belegten Vorlesungen nach § 4 Abs. 2 Nr. 2 SPO.

Die Modulnote ist die Note der mündlichen Prüfung.

## Empfehlungen

Der vorherige Besuch des Stammoduls "Formale Systeme" wird empfohlen.

Die Module "Formale Systeme II - Anwendung und "Formale Systeme II - Theorie" ergänzen sich. Sie können jedoch auch ohne Einschränkungen einzeln belegt werden.

## Anmerkungen

### 2.22 Seminar Hot Topics in Networking

<b>Leistungspunkte:</b>	03,00	<b>Empfohlenes Fachsemester:</b>
<b>Bausteintyp:</b>	Teilleistung	
<b>Teilleistungsverantwortliche:</b>	Martina Zitterbart	<b>Gültig bis:</b>
<b>Auslaufend:</b>	Nein	
<b>Veranstaltungen</b>		

Lehrveranstaltungsnummer	Titel	SWS	Semester	Dozenten
<a href="#">2400040</a>	<a href="#">Hot Topics in Networking</a>	2	SS 2015	Ingmar Baumgart, Martina Zitterbart
<a href="#">2400040</a>	<a href="#">Hot Topics in Networking</a>	2	WS 15/16	Ingmar Baumgart, Martina Zitterbart

## Modellierte Voraussetzungen

## Erfolgskontrolle

Die Erfolgskontrolle erfolgt durch Ausarbeiten einer schriftlichen Seminararbeit sowie der Präsentation derselbigen als Erfolgskontrolle anderer Art nach § 4 Abs. 2 Nr. 3 SPO.

Die Seminarnote entspricht dabei der Benotung der schriftlichen Leistung, kann aber durch die Präsentationsleistung um bis zu zwei Notenstufen gesenkt bzw. angehoben werden.

Teilleistungen

## Empfehlungen

## Anmerkungen

### 2.23 Integriertes Netz- und Systemmanagement

<b>Leistungspunkte:</b>	03,00	<b>Empfohlenes Fachsemester:</b>
<b>Bausteintyp:</b>	Teilleistung	
<b>Teilleistungsverantwortliche:</b>	Bernhard Neumair	
<b>Auslaufend:</b>	Nein	<b>Gültig bis:</b>
<b>Veranstaltungen</b>		

Lehrveranstaltungsnummer	Titel	SWS	Semester	Dozenten
<a href="#">2400004</a>	<a href="#">Integriertes Netz- und Systemmanagement</a>	2	SS 2015	Bernhard Neumair

## Modellierte Voraussetzungen

## Erfolgskontrolle

Die Erfolgskontrolle der Vorlesungen erfolgt in Form von mündlichen Prüfungen im Umfang von i.d.R. 20 Minuten nach § 4 Abs. 2 Nr. 2 der SPO.

## Empfehlungen

Grundkenntnisse im Bereich Rechnernetze, entsprechend der Vorlesung „Einführung in Rechnernetze“ sind notwendig.

## Anmerkungen

### 2.24 Kraftwerksleittechnik unter besonderer Berücksichtigung von Sicherheit und Verfügbarkeit

<b>Leistungspunkte:</b>	3	<b>Empfohlenes Fachsemester:</b>
<b>Bausteintyp:</b>	Teilleistung	
<b>Teilleistungsverantwortliche:</b>	Alexei Konnov	
<b>Auslaufend:</b>	Nein	<b>Gültig bis:</b>

Teilleistungen

### Modellierte Voraussetzungen

### Erfolgskontrolle

### Empfehlungen

### Anmerkungen

## 2.25 Introduction to Bioinformatics for Computer Scientists

<b>Leistungspunkte:</b>	03,00	<b>Empfohlenes Fachsemester:</b>
<b>Bausteintyp:</b>	Teilleistung	
<b>Teilleistungsverantwortliche:</b>	Alexandros Stamatakis	
<b>Auslaufend:</b>	Nein	<b>Gültig bis:</b>
<b>Veranstaltungen</b>		

Lehrveranstaltungsnummer	Titel	SWS	Semester	Dozenten
<a href="#">2400055</a>	<a href="#">Introduction to Bioinformatics for Computer Scientists</a>	2	WS 15/16	Alexandros Stamatakis

### Modellierte Voraussetzungen

### Erfolgskontrolle

Die Erfolgskontrolle erfolgt in Form einer mündlichen Prüfung (i.d.R. 20 Minuten) über die Vorlesung **Introduction to Bioinformatics for Computer Scientists** zum Ende des Wintersemester und einer Erfolgskontrolle anderer Art über

- das Seminar (Gewichtung Vortrag-Ausarbeitung je 50%) im Sommersemester.
- das Praktikum wird bei ausreichender Beteiligung ein benoteter Schein ausgestellt.

Die Modulnote ist das arithmetische Mittel der Note der mündlichen Prüfung und der Note für Vortrag und Ausarbeitung im Seminar bzw. Praktikum.

### Empfehlungen

## Teilleistungen

Grundlegende Kenntnisse in den Bereichen der theoretischen Informatik (Algorithmen, Datenstrukturen) und der technischen Informatik (sequentielle Optimierung in C oder C++, Rechnerarchitekturen, parallele Programmierung, Vektorprozessoren) werden vorausgesetzt.

## Anmerkungen

### 2.26 Regelkonformes Verhalten im Unternehmensbereich

<b>Leistungspunkte:</b>	3	<b>Empfohlenes Fachsemester:</b>
<b>Bausteintyp:</b>	Teilleistung	
<b>Teilleistungsverantwortliche:</b>	Thomas Dreier	
<b>Auslaufend:</b>	Nein	<b>Gültig bis:</b>
<b>Veranstaltungen</b>		

Lehrveranstaltungsnummer	Titel	SWS	Semester	Dozenten
<a href="#">2400087</a>	<a href="#">Regelkonformes Verhalten im Unternehmensbereich</a>	2	WS 15/16	Hans-Rudolf Röhm

## Modellierte Voraussetzungen

## Erfolgskontrolle

## Empfehlungen

## Anmerkungen

### 2.27 Indexstrukturen für effiziente Anfragebearbeitung auf großen Datenbeständen

<b>Leistungspunkte:</b>	03,00	<b>Empfohlenes Fachsemester:</b>
<b>Bausteintyp:</b>	Teilleistung	
<b>Teilleistungsverantwortliche:</b>	Emmanuel Müller, Klemens Böhm	
<b>Auslaufend:</b>	Nein	<b>Gültig bis:</b>
<b>Modellierte Voraussetzungen</b>		

## Erfolgskontrolle

Teilleistungen

Die Erfolgskontrolle erfolgt in Form einer mündlichen Prüfung im Umfang von i.d.R. 20 min. nach § 4 Abs. 2 Nr. 2 SPO.

### Empfehlungen

Datenbankkenntnisse, z.B. aus den Vorlesungen Datenbanksysteme

### Anmerkungen

## 2.28 Gestaltungsgrundsätze für interaktive Echtzeitsysteme

**Leistungspunkte:** 3 **Empfohlenes Fachsemester:**  
**Bausteintyp:** Teilleistung  
**Teilleistungsverantwortliche:** Elisabeth Peinsipp-Byma, Olaf Sauer  
**Auslaufend:** Nein **Gültig bis:**  
**Veranstaltungen**

Lehrveranstaltungsnummer	Titel	SWS	Semester	Dozenten
<a href="#">24648</a>	<a href="#">Gestaltungsgrundsätze für interaktive Echtzeitsysteme</a>	2	SS 2015	Elisabeth Peinsipp-Byma, Olaf Sauer

### Modellierte Voraussetzungen

### Erfolgskontrolle

### Empfehlungen

### Anmerkungen

## 2.29 Bilddatenkompression

**Leistungspunkte:** 03,00 **Empfohlenes Fachsemester:**  
**Bausteintyp:** Teilleistung  
**Teilleistungsverantwortliche:** Alexey Pak, Jürgen Beyerer  
**Auslaufend:** Nein **Gültig bis:**  
**Veranstaltungen**

## Teilleistungen

Lehrveranstaltungsnummer	Titel	SWS	Semester	Dozenten
<a href="#">2400112</a>	<a href="#">Bildatenkompression</a>	2	WS 15/16	Alexey Pak, Jürgen Beyerer

### Modellierte Voraussetzungen

### Erfolgskontrolle

Die Erfolgskontrolle erfolgt in Form einer mündlichen Prüfung nach §4 Abs.2 Nr.

### Empfehlungen

Grundlagen der Wahrscheinlichkeitstheorie werden vorausgesetzt.

### Anmerkungen

## 2.30 Mechano-Informatik in der Robotik

<b>Leistungspunkte:</b>	04,00	<b>Empfohlenes Fachsemester:</b>
<b>Bausteintyp:</b>	Teilleistung	
<b>Teilleistungsverantwortliche:</b>	Tamim Asfour	<b>Gültig bis:</b>
<b>Auslaufend:</b>	Nein	
<b>Veranstaltungen</b>		

Lehrveranstaltungsnummer	Titel	SWS	Semester	Dozenten
<a href="#">2400077</a>	<a href="#">Mechano-Informatik in der Robotik</a>	2	WS 15/16	Martin Do, Ömer Terlemez, Tamim Asfour

### Modellierte Voraussetzungen

### Erfolgskontrolle

Es wird 4 Wochen nach Semesterbeginn angekündigt, ob die Erfolgskontrolle in Form einer schriftlichen Prüfung (Klausur) im Umfang von i.d.R. 2 h nach § 4 Abs. 2 Nr. 1 SPO oder in Form einer mündlichen Prüfung im Umfang von i.d.R. 30 min. nach § 4 Abs. 2 Nr. 2 SPO stattfinden wird.

Teilleistungen

### Empfehlungen

- Seminar Humanoide Roboter
- Praktikum Humanoide Roboter

### Anmerkungen

## 2.31 Graphpartitionierung und Graphenclustern in Theorie und Praxis

<b>Leistungspunkte:</b>	05,00	<b>Empfohlenes Fachsemester:</b>
<b>Bausteintyp:</b>	Teilleistung	
<b>Teilleistungsverantwortliche:</b>	Peter Sanders	
<b>Auslaufend:</b>	Nein	<b>Gültig bis:</b>
<b>Veranstaltungen</b>		

Lehrveranstaltungsnummer	Titel	SWS	Semester	Dozenten
<a href="#">2400008</a>	<a href="#">Graphpartitionierung und Graphenclustern in Theorie und Praxis</a>	2/1	SS 2015	Christian Schulz, Peter Sanders

### Modellierte Voraussetzungen

### Erfolgskontrolle

Die Erfolgskontrolle erfolgt in Form einer mündlichen Prüfung im Umfang von i.d.R. 20 Minuten je Lehrveranstaltung nach § 4 Abs. 2 Nr. 2 SPO.

### Empfehlungen

Kenntnisse zu Graphentheorie und Algorithmentechnik sind hilfreich.

### Anmerkungen

## 2.32 Eingebettete Systeme für Multimedia und Bildverarbeitung

<b>Leistungspunkte:</b>	03,00	<b>Empfohlenes Fachsemester:</b>
<b>Bausteintyp:</b>	Teilleistung	

Teilleistungen

**Teilleistungsverantwortliche:** Jörg Henkel  
**Auslaufend:** Nein **Gültig bis:**  
**Veranstaltungen**

Lehrveranstaltungsnummer	Titel	SWS	Semester	Dozenten
<a href="#">2424663</a>	<a href="#">Eingebettete Systeme für Multimedia und Bildverarbeitung</a>	2	SS 2015	Jörg Henkel, Muhammad Shafique

### Modellierte Voraussetzungen

### Erfolgskontrolle

Die Erfolgskontrolle erfolgt in Form einer mündlichen Gesamtprüfung nach § 4 Abs. 2 Nr. 2 SPO im Umfang von i.d.R. 60 Minuten über die belegten Lehrveranstaltungen. Wird das Praktikum belegt, so ist zusätzlich das Bestehen eines Scheins (unbenotete Erfolgskontrolle anderer Art nach § 4 Abs. 2 Nr. 3 SPO) notwendig.

### Empfehlungen

Kenntnisse zu Grundlagen aus „Optimierung und Synthese Eingebetteter Systeme (ES1)“ und „Low Power Design“ sind hilfreich.

### Anmerkungen

## 2.33 Verteiltes Rechnen

**Leistungspunkte:** 04,00 **Empfohlenes Fachsemester:**  
**Bausteintyp:** Teilleistung  
**Teilleistungsverantwortliche:** Achim Streit  
**Auslaufend:** Nein **Gültig bis:**  
**Veranstaltungen**

Lehrveranstaltungsnummer	Titel	SWS	Semester	Dozenten
<a href="#">2400050</a>	<a href="#">Verteiltes Rechnen</a>	2	WS 15/16	Achim Streit, Christopher Jung

Teilleistungen

### Modellierte Voraussetzungen

### Erfolgskontrolle

Die Erfolgskontrolle erfolgt in Form einer mündlichen Prüfung im Umfang von i.d.R. 20 Minuten nach § 4 Abs. 2 Nr. 2 SPO.

### Empfehlungen

### Anmerkungen

## 2.34 Requirements Engineering

**Leistungspunkte:** 03,00                      **Empfohlenes Fachsemester:**  
**Bausteintyp:** Teilleistung  
**Teilleistungsverantwortliche:** Anne Koziolk  
**Auslaufend:** Nein                      **Gültig bis:**  
**Veranstaltungen**

Lehrveranstaltungsnummer	Titel	SWS	Semester	Dozenten
<a href="#">2400050</a>	<a href="#">Requirements Engineering</a>	2	SS 2015	Anne Koziolk

### Modellierte Voraussetzungen

### Erfolgskontrolle

Die Erfolgskontrolle erfolgt in Form einer mündlichen Gesamtprüfung im Umfang von i.d.R. 45 Minuten nach § 4 Abs. 2 Nr. 2 SPO.  
Die Modulnote ist die Note der mündlichen Prüfung.

### Empfehlungen

### Anmerkungen

Teilleistungen

## 2.35 Assistive Technologien für Sehgeschädigte

**Leistungspunkte:** 03,00 **Empfohlenes Fachsemester:**  
**Bausteintyp:** Teilleistung  
**Teilleistungsverantwortliche:**  
**Auslaufend:** Nein **Gültig bis:**  
**Veranstaltungen**

Lehrveranstaltungsnummer	Titel	SWS	Semester	Dozenten
<a href="#">2400052</a>	<a href="#">Assistive Technologien für Sehgeschädigte</a>	2	SS 2015	Rainer Stiefelhagen, Thorsten Schwarz

**Modellierte Voraussetzungen**

**Erfolgskontrolle**

Die Erfolgskontrolle erfolgt in Form einer mündlichen Prüfung nach § 4 Abs. 2 Nr. 2 SPO

**Empfehlungen**

**Anmerkungen**

## 2.36 Datenschutzrecht

**Leistungspunkte:** 03,00 **Empfohlenes Fachsemester:**  
**Bausteintyp:** Teilleistung  
**Teilleistungsverantwortliche:** Gernot Sydow  
**Auslaufend:** Nein **Gültig bis:**  
**Veranstaltungen**

Lehrveranstaltungsnummer	Titel	SWS	Semester	Dozenten
<a href="#">24018</a>	<a href="#">Datenschutzrecht</a>	2	WS 15/16	Matthias Bäcker

**Modellierte Voraussetzungen**

**Erfolgskontrolle**

## Teilleistungen

Die Erfolgskontrolle erfolgt in Form einer schriftlichen Prüfung im Umfang von i.d.R. 60 Minuten nach § 4 Abs. 2 Nr. 1 SPO.

### Empfehlungen

### Anmerkungen

## 2.37 Gewerblicher Rechtsschutz und Urheberrecht

<b>Leistungspunkte:</b>	03,00	<b>Empfohlenes Fachsemester:</b>
<b>Bausteintyp:</b>	Teilleistung	
<b>Teilleistungsverantwortliche:</b>	Thomas Dreier	<b>Gültig bis:</b>
<b>Auslaufend:</b>	Nein	
<b>Veranstaltungen</b>		

Lehrveranstaltungsnummer	Titel	SWS	Semester	Dozenten
<a href="#">24070</a>	<a href="#">Gewerblicher Rechtsschutz und Urheberrecht</a>	2	WS 15/16	Benjamin Raue

### Modellierte Voraussetzungen

### Erfolgskontrolle

Die Erfolgskontrolle erfolgt in Form einer schriftlichen Prüfung (Klausur) nach § 4 Abs. 2 Nr. 1 SPO.

### Empfehlungen

### Anmerkungen

## 2.38 Analysetechniken für große Datenbestände

<b>Leistungspunkte:</b>	05,00	<b>Empfohlenes Fachsemester:</b>
<b>Bausteintyp:</b>	Teilleistung	
<b>Teilleistungsverantwortliche:</b>	Klemens Böhm	<b>Gültig bis:</b>
<b>Auslaufend:</b>	Nein	
<b>Veranstaltungen</b>		

## Teilleistungen

Lehrveranstaltungsnummer	Titel	SWS	Semester	Dozenten
<a href="#">24114</a>	<a href="#">Analysetechniken für große Datenbestände</a>	3	WS 15/16	Klemens Böhm

### Modellierte Voraussetzungen

### Erfolgskontrolle

Die Erfolgskontrolle erfolgt in Form einer mündlichen Prüfung nach § 4 Abs. 2 Nr. 2 der SPO.

### Empfehlungen

Datenbankkenntnisse, z.B. aus der Vorlesung *Datenbanksysteme*

### Anmerkungen

## 2.39 Datenhaltung in der Cloud

<b>Leistungspunkte:</b>	05,00	<b>Empfohlenes Fachsemester:</b>
<b>Bausteintyp:</b>	Teilleistung	
<b>Teilleistungsverantwortliche:</b>	Klemens Böhm	
<b>Auslaufend:</b>	Nein	<b>Gültig bis:</b>
<b>Modellierte Voraussetzungen</b>		

### Erfolgskontrolle

Es wird im Voraus angekündigt, ob die Erfolgskontrolle in Form einer schriftlichen Prüfung (Klausur) im Umfang von 1h nach § 4, Abs. 2, 1 der Prüfungsordnung oder in Form einer mündlichen Prüfung im Umfang von 20 min. nach § 4, Abs. 2, 2 der Prüfungsordnung stattfindet.

### Empfehlungen

### Anmerkungen

Teilleistungen

## 2.40 Internetrecht

**Leistungspunkte:** 3 **Empfohlenes Fachsemester:**  
**Bausteintyp:** Teilleistung  
**Teilleistungsverantwortliche:** Thomas Dreier  
**Auslaufend:** Nein **Gültig bis:**  
**Veranstaltungen**

Lehrveranstaltungsnummer	Titel	SWS	Semester	Dozenten
<a href="#">24354</a>	<a href="#">Internetrecht</a>	2	WS 15/16	Benjamin Raue

**Modellierte Voraussetzungen**

**Erfolgskontrolle**

**Empfehlungen**

**Anmerkungen**

## 2.41 Urheberrecht

**Leistungspunkte:** 3 **Empfohlenes Fachsemester:**  
**Bausteintyp:** Teilleistung  
**Teilleistungsverantwortliche:** Thomas Dreier  
**Auslaufend:** Nein **Gültig bis:**  
**Veranstaltungen**

Lehrveranstaltungsnummer	Titel	SWS	Semester	Dozenten
<a href="#">24121</a>	<a href="#">Urheberrecht</a>	2	WS 15/16	Benjamin Raue

**Modellierte Voraussetzungen**

**Erfolgskontrolle**

**Empfehlungen**

Teilleistungen

Anmerkungen

## 2.42 Telekommunikationsrecht

**Leistungspunkte:** 03,00 **Empfohlenes Fachsemester:**  
**Bausteintyp:** Teilleistung  
**Teilleistungsverantwortliche:** Gernot Sydow  
**Auslaufend:** Nein **Gültig bis:**  
**Veranstaltungen**

Lehrveranstaltungsnummer	Titel	SWS	Semester	Dozenten
<a href="#">24632</a>	<a href="#">Telekommunikationsrecht</a>	2	SS 2015	Matthias Bäcker

Modellierte Voraussetzungen

Erfolgskontrolle

Empfehlungen

Anmerkungen

## 2.43 Patentrecht

**Leistungspunkte:** 3 **Empfohlenes Fachsemester:**  
**Bausteintyp:** Teilleistung  
**Teilleistungsverantwortliche:** Peter Bittner  
**Auslaufend:** Nein **Gültig bis:**  
**Veranstaltungen**

Lehrveranstaltungsnummer	Titel	SWS	Semester	Dozenten
<a href="#">24656</a>	<a href="#">Patentrecht</a>	2	SS 2015	Peter Bittner

Modellierte Voraussetzungen

Teilleistungen

**Erfolgskontrolle**

**Empfehlungen**

**Anmerkungen**

## 2.44 Öffentliches Medienrecht

**Leistungspunkte:** 3 **Empfohlenes Fachsemester:**  
**Bausteintyp:** Teilleistung  
**Teilleistungsverantwortliche:** Christian Kirchberg  
**Auslaufend:** Nein **Gültig bis:**  
**Veranstaltungen**

Lehrveranstaltungsnummer	Titel	SWS	Semester	Dozenten
<a href="#">24082</a>	<a href="#">Öffentliches Medienrecht</a>	2	WS 15/16	Christian Kirchberg

**Modellierte Voraussetzungen**

**Erfolgskontrolle**

**Empfehlungen**

**Anmerkungen**

## 2.45 Europäisches und Internationales Recht

**Leistungspunkte:** 3 **Empfohlenes Fachsemester:**  
**Bausteintyp:** Teilleistung  
**Teilleistungsverantwortliche:** Gernot Sydow  
**Auslaufend:** Nein **Gültig bis:**  
**Veranstaltungen**

Lehrveranstaltungsnummer	Titel	SWS	Semester	Dozenten
<a href="#">24666</a>	<a href="#">Europäisches und Internationales Recht</a>	2	SS 2015	Ulf Brühann

Teilleistungen

**Modellierte Voraussetzungen**

**Erfolgskontrolle**

**Empfehlungen**

**Anmerkungen**

## 2.46 Markenrecht

**Leistungspunkte:** 3 **Empfohlenes Fachsemester:**  
**Bausteintyp:** Teilleistung  
**Teilleistungsverantwortliche:** Yvonne Matz  
**Auslaufend:** Nein **Gültig bis:**  
**Modellierte Voraussetzungen**

**Erfolgskontrolle**

**Empfehlungen**

**Anmerkungen**

## 2.47 Steuerrecht II

**Leistungspunkte:** 3 **Empfohlenes Fachsemester:**  
**Bausteintyp:** Teilleistung  
**Teilleistungsverantwortliche:** Detlef Dietrich  
**Auslaufend:** Nein **Gültig bis:**  
**Veranstaltungen**

Lehrveranstaltungsnummer	Titel	SWS	Semester	Dozenten
<a href="#">24646</a>	<a href="#">Steuerrecht II</a>	2	SS 2015	Detlef Dietrich

**Modellierte Voraussetzungen**

Teilleistungen

Erfolgskontrolle

Empfehlungen

Anmerkungen

## 2.48 Steuerrecht I

**Leistungspunkte:** 03,00      **Empfohlenes Fachsemester:**  
**Bausteintyp:** Teilleistung  
**Teilleistungsverantwortliche:** Detlef Dietrich  
**Auslaufend:** Nein      **Gültig bis:**  
**Veranstaltungen**

Lehrveranstaltungsnummer	Titel	SWS	Semester	Dozenten
<a href="#">24168</a>	<a href="#">Steuerrecht I</a>	2	WS 15/16	Detlef Dietrich

Modellierte Voraussetzungen

Erfolgskontrolle

Empfehlungen

Anmerkungen

## 2.49 Vertragsgestaltung

**Leistungspunkte:** 3      **Empfohlenes Fachsemester:**  
**Bausteintyp:** Teilleistung  
**Teilleistungsverantwortliche:**  
**Auslaufend:** Nein      **Gültig bis:**  
**Veranstaltungen**

Lehrveranstaltungsnummer	Titel	SWS	Semester	Dozenten
<a href="#">24671</a>	<a href="#">Vertragsgestaltung</a>	2	SS 2015	Alexander Hoff

Teilleistungen

--	--	--	--	--

**Modellierte Voraussetzungen**

**Erfolgskontrolle**

**Empfehlungen**

**Anmerkungen**

## 2.50 Datenbankeinsatz

**Leistungspunkte:** 05,00      **Empfohlenes Fachsemester:**  
**Bausteintyp:** Teilleistung  
**Teilleistungsverantwortliche:** Klemens Böhm  
**Auslaufend:** Nein      **Gültig bis:**  
**Veranstaltungen**

Lehrveranstaltungsnummer	Titel	SWS	Semester	Dozenten
<a href="#">2400020</a>	<a href="#">Datenbankeinsatz</a>	3	WS 15/16	Klemens Böhm

**Modellierte Voraussetzungen**

**Erfolgskontrolle**

Die Erfolgskontrolle besteht aus einer mündlichen Prüfung von ca. 20 Minuten nach § 4 Abs. 2 Nr. 2 SPO oder einer einstündigen schriftlichen Prüfung nach § 4 Abs. 2 Nr. 1 SPO. Der Modus wird mind. 6 Wochen vor der Prüfung bekanntgegeben.

**Empfehlungen**

Datenbankkenntnisse, z.B. aus der Vorlesungen *Datenbanksysteme* [24516] und *Einführung in Rechnernetze* [24519].

Teilleistungen

### Anmerkungen

## 2.51 Informationsintegration und mobile Web-Anwendungen

<b>Leistungspunkte:</b>	03,00	<b>Empfohlenes Fachsemester:</b>
<b>Bausteintyp:</b>	Teilleistung	
<b>Teilleistungsverantwortliche:</b>	Jutta Mülle	
<b>Auslaufend:</b>	Nein	<b>Gültig bis:</b>
<b>Modellierte Voraussetzungen</b>		

### Erfolgskontrolle

Es wird im Voraus angekündigt, ob die Erfolgskontrolle in Form einer schriftlichen Prüfung (Klausur) im Umfang von 1h nach § 4 Abs. 2 Nr. 1 SPO oder in Form einer mündlichen Prüfung im Umfang von 20 min. nach § 4 Abs. 2 Nr. 2 SPO stattfindet.

### Empfehlungen

Datenbankkenntnisse, z.B. aus der Vorlesung Datenbanksysteme [24516].

### Anmerkungen

## 2.52 Netzsicherheit: Architekturen und Protokolle

<b>Leistungspunkte:</b>	04,00	<b>Empfohlenes Fachsemester:</b>
<b>Bausteintyp:</b>	Teilleistung	
<b>Teilleistungsverantwortliche:</b>	Martina Zitterbart	
<b>Auslaufend:</b>	Nein	<b>Gültig bis:</b>
<b>Veranstaltungen</b>		

Lehrveranstaltungsnummer	Titel	SWS	Semester	Dozenten
<a href="#">24601</a>	<a href="#">Netzsicherheit: Architekturen und Protokolle</a>	2	SS 2015	Ingmar Baumgart, Martina Zitterbart

### Modellierte Voraussetzungen

Teilleistungen

### Erfolgskontrolle

Die Erfolgskontrolle erfolgt in Form einer mündlichen Prüfung im Umfang von i.d.R. 20 Minuten nach § 4 Abs. 2 Nr. 2 SPO.

Die Modulnote ist die Note der mündlichen Prüfung.

### Empfehlungen

Inhalte der Vorlesungen *Einführung in Rechnernetze* [24519] (oder vergleichbarer Vorlesungen) und *Telematik* [24128].

### Anmerkungen

## 2.53 Multimediakommunikation

**Leistungspunkte:** 04,00 **Empfohlenes Fachsemester:**  
**Bausteintyp:** Teilleistung  
**Teilleistungsverantwortliche:** Martina Zitterbart,Roland Bless  
**Auslaufend:** Nein **Gültig bis:**  
**Veranstaltungen**

Lehrveranstaltungsnummer	Titel	SWS	Semester	Dozenten
<a href="#">24132</a>	<a href="#">Multimediakommunikation</a>	2	WS 15/16	Ingmar Baumgart,Roland Bless

### Modellierte Voraussetzungen

### Erfolgskontrolle

Die Erfolgskontrolle erfolgt in Form einer mündlichen Prüfung im Umfang von i.d.R. 20 Minuten nach § 4 Abs. 2 Nr. 2 SPO.

Die Modulnote ist die Note der mündlichen Prüfung.

### Empfehlungen

Teilleistungen

Inhalte der Vorlesungen *Einführung in Rechnernetze* [24519] (oder vergleichbarer Vorlesungen) und *Telematik* [24128].

**Anmerkungen**

## 2.54 Next Generation Internet

**Leistungspunkte:** 04,00 **Empfohlenes Fachsemester:**  
**Bausteintyp:** Teilleistung  
**Teilleistungsverantwortliche:** Martina Zitterbart,Roland Bless  
**Auslaufend:** Nein **Gültig bis:**  
**Veranstaltungen**

Lehrveranstaltungsnummer	Titel	SWS	Semester	Dozenten
<a href="#">24674</a>	<a href="#">Next Generation Internet</a>	2	SS 2015	Hans Wippel,Roland Bless

**Modellierte Voraussetzungen**

**Erfolgskontrolle**

Die Erfolgskontrolle erfolgt in Form einer mündlichen Prüfung nach § 4 Abs. 2 Nr. 2 SPO. Die Prüfung umfasst i.d.R. jeweils 20 Minuten.

**Empfehlungen**

Inhalte der Vorlesungen *Einführung in Rechnernetze* [24519] (oder vergleichbarer Vorlesungen) und *Telematik* [24128].

**Anmerkungen**

## 2.55 Mobilkommunikation

**Leistungspunkte:** 04,00 **Empfohlenes Fachsemester:**  
**Bausteintyp:** Teilleistung  
**Teilleistungsverantwortliche:** Martina Zitterbart,Oliver Waldhorst  
**Auslaufend:** Nein **Gültig bis:**  
**Veranstaltungen**

## Teilleistungen

Lehrveranstaltungsnummer	Titel	SWS	Semester	Dozenten
<a href="#">24643</a>	<a href="#">Mobilkommunikation</a>	2	WS 15/16	Ingmar Baumgart, Oliver Waldhorst

### Modellierte Voraussetzungen

### Erfolgskontrolle

Die Erfolgskontrolle erfolgt in Form einer mündlichen Prüfung im Umfang von i.d.R. 20 Minuten gemäß § 4 Abs. 2 Nr. 2 SPO.

Die Modulnote ist die Note der mündlichen Prüfung.

### Empfehlungen

Inhalte der Vorlesungen *Einführung in Rechnernetze* [24519] (oder vergleichbarer Vorlesungen) und *Telematik* [24128].

### Anmerkungen

## 2.56 IT-Sicherheitsmanagement für vernetzte Systeme

<b>Leistungspunkte:</b>	05,00	<b>Empfohlenes Fachsemester:</b>
<b>Bausteintyp:</b>	Teilleistung	
<b>Teilleistungsverantwortliche:</b>	Hannes Hartenstein	
<b>Auslaufend:</b>	Nein	<b>Gültig bis:</b>
<b>Veranstaltungen</b>		

Lehrveranstaltungsnummer	Titel	SWS	Semester	Dozenten
<a href="#">24149</a>	<a href="#">IT-Sicherheitsmanagement für vernetzte Systeme</a>	3	WS 15/16	Hannes Hartenstein, Jens Köhler, Jochen Dinger, Till Neudecker

### Modellierte Voraussetzungen

### Erfolgskontrolle

## Teilleistungen

Es wird 6 Wochen im Voraus angekündigt, ob die Erfolgskontrolle in Form einer schriftlichen Prüfung (Klausur) im Umfang von i.d.R. 60 min. nach § 4 Abs. 2 Nr. 1 SPO oder in Form einer mündlichen Prüfung im Umfang von i.d.R. 20 min. nach § 4 Abs. 2 Nr. 2 SPO stattfinden wird.

## Empfehlungen

## Anmerkungen

### 2.57 Modellierung und Simulation von Netzen und Verteilten Systemen

<b>Leistungspunkte:</b>	04,00	<b>Empfohlenes Fachsemester:</b>
<b>Bausteintyp:</b>	Teilleistung	
<b>Teilleistungsverantwortliche:</b>	Hannes Hartenstein	
<b>Auslaufend:</b>	Nein	<b>Gültig bis:</b>
<b>Veranstaltungen</b>		

Lehrveranstaltungsnummer	Titel	SWS	Semester	Dozenten
<a href="#">24669</a>	<a href="#">Modellierung und Simulation von Netzen und Verteilten Systemen</a>	2	SS 2015	Hannes Hartenstein, Jens Mittag, Philipp Andelfinger, Tristan Gaugel

## Modellierte Voraussetzungen

## Erfolgskontrolle

Die Erfolgskontrollen zu den Vorlesungen erfolgen in Form von mündlichen Prüfungen nach § 4 Abs. 2 Nr. 2 SPO. Die Prüfungen umfassen i.d.R. jeweils 20 Minuten.

Zur Erfolgskontrolle der LV **IT-Sicherheitsmanagement für vernetzte Systeme** wird 6 Wochen im Voraus angekündigt, ob diese in Form einer schriftlichen Prüfung (Klausur) im Umfang von i.d.R. 60 min. nach § 4 Abs. 2 Nr. 1 SPO oder in Form einer mündlichen Prüfung im Umfang von i.d.R. 20 min. nach § 4 Abs. 2 Nr. 2 SPO stattfinden wird.

## Empfehlungen

## Anmerkungen

## 2.58 Multikern-Rechner und Rechnerbündel

<b>Leistungspunkte:</b>	04,00	<b>Empfohlenes Fachsemester:</b>
<b>Bausteintyp:</b>	Teilleistung	
<b>Teilleistungsverantwortliche:</b>	Walter Tichy	
<b>Auslaufend:</b>	Nein	<b>Gültig bis:</b>
<b>Veranstaltungen</b>		

Lehrveranstaltungsnummer	Titel	SWS	Semester	Dozenten
<a href="#">24112</a>	<a href="#">Multikern-Rechner und Rechnerbündel</a>	2	WS 15/16	Martin Tillmann, Walter Tichy

### Modellierte Voraussetzungen

### Erfolgskontrolle

Die Erfolgskontrolle erfolgt in Form einer schriftlichen Prüfung nach § 4 Abs. 2 Nr. 1 SPO.

### Empfehlungen

### Anmerkungen

## 2.59 Ubiquitäre Informationstechnologien

<b>Leistungspunkte:</b>	05,00	<b>Empfohlenes Fachsemester:</b>
<b>Bausteintyp:</b>	Teilleistung	
<b>Teilleistungsverantwortliche:</b>	Michael Beigl	
<b>Auslaufend:</b>	Nein	<b>Gültig bis:</b>
<b>Veranstaltungen</b>		

Lehrveranstaltungsnummer	Titel	SWS	Semester	Dozenten
<a href="#">24146</a>	<a href="#">Ubiquitäre Informationstechnologien</a>	2+1	WS 15/16	Michael Beigl

### Modellierte Voraussetzungen

Teilleistungen

### Erfolgskontrolle

Die Erfolgskontrollen der Vorlesungen erfolgen in Form von mündlichen Prüfungen nach § 4 Abs. 2 Nr. 2 SPO. Die Prüfungen umfassen i.d.R. jeweils 20 Minuten. Es wird empfohlen, die mündlichen Prüfungen in Form einer Gesamtprüfung abzulegen.

### Empfehlungen

### Anmerkungen

## 2.60 Innovative Konzepte zur Programmierung von Industrierobotern

**Leistungspunkte:** 04,00      **Empfohlenes Fachsemester:**  
**Bausteintyp:** Teilleistung  
**Teilleistungsverantwortliche:** Björn Hein  
**Auslaufend:** Nein      **Gültig bis:**  
**Veranstaltungen**

Lehrveranstaltungsnummer	Titel	SWS	Semester	Dozenten
<a href="#">24179</a>	<a href="#">Innovative Konzepte zur Programmierung von Industrierobotern</a>	2	WS 15/16	Björn Hein

### Modellierte Voraussetzungen

### Erfolgskontrolle

Die Erfolgskontrolle erfolgt in Form einer mündlichen Gesamtprüfung im Umfang von i.d.R. 45 Minuten nach § 4 Abs. 2 Nr. 2 SPO. Die Modulnote ist die Note der mündlichen Prüfung.

### Empfehlungen

Das Modul *Steuerungstechnik für Roboter* [IN3INSTR/IN4INSTR] wird als Grundlage empfohlen.

### Anmerkungen

Teilleistungen

## 2.61 Arbeitsrecht I

**Leistungspunkte:** 3 **Empfohlenes Fachsemester:**  
**Bausteintyp:** Teilleistung  
**Teilleistungsverantwortliche:** Alexander Hoff  
**Auslaufend:** Nein **Gültig bis:**  
**Veranstaltungen**

Lehrveranstaltungsnummer	Titel	SWS	Semester	Dozenten
<a href="#">24167</a>	<a href="#">Arbeitsrecht I</a>	2	WS 15/16	Alexander Hoff

**Modellierte Voraussetzungen**

**Erfolgskontrolle**

**Empfehlungen**

**Anmerkungen**

## 2.62 Arbeitsrecht II

**Leistungspunkte:** 03,00 **Empfohlenes Fachsemester:**  
**Bausteintyp:** Teilleistung  
**Teilleistungsverantwortliche:** Alexander Hoff  
**Auslaufend:** Nein **Gültig bis:**  
**Veranstaltungen**

Lehrveranstaltungsnummer	Titel	SWS	Semester	Dozenten
<a href="#">24668</a>	<a href="#">Arbeitsrecht II</a>	2	SS 2015	Alexander Hoff

**Modellierte Voraussetzungen**

**Erfolgskontrolle**

**Empfehlungen**

Teilleistungen

## Anmerkungen

### 2.63 Randomisierte Algorithmen

**Leistungspunkte:** 05,00 **Empfohlenes Fachsemester:**  
**Bausteintyp:** Teilleistung  
**Teilleistungsverantwortliche:** Thomas Worsch  
**Auslaufend:** Nein **Gültig bis:**  
**Veranstaltungen**

Lehrveranstaltungsnummer	Titel	SWS	Semester	Dozenten
<a href="#">24171</a>	<a href="#">Randomisierte Algorithmen</a>	3	WS 15/16	Roland Vollmar, Thomas Worsch

## Modellierte Voraussetzungen

## Erfolgskontrolle

Die Erfolgskontrolle erfolgt in Form einer mündlichen Prüfung gemäß § 4 Abs. 2 Nr. 2 SPO im Umfang von i.d.R. 20 Minuten.

Die Modulnote ist die Note der mündlichen Prüfung.

## Empfehlungen

## Anmerkungen

### 2.64 Algorithm Engineering

**Leistungspunkte:** 05,00 **Empfohlenes Fachsemester:**  
**Bausteintyp:** Teilleistung  
**Teilleistungsverantwortliche:** Dorothea Wagner, Peter Sanders  
**Auslaufend:** Nein **Gültig bis:**  
**Veranstaltungen**

Lehrveranstaltungsnummer	Titel	SWS	Semester	Dozenten
<a href="#">240051</a>	<a href="#">Algorithm Engineering</a>	2/1	SS 2015	Peter Sanders

Teilleistungen

--	--	--	--	--

### Modellierte Voraussetzungen

### Erfolgskontrolle

Die Erfolgskontrolle erfolgt in Form einer mündlichen Prüfung im Umfang von i.d.R. 20 Minuten je Lehrveranstaltung nach § 4 Abs. 2 Nr. 2 SPO.

### Empfehlungen

### Anmerkungen

## 2.65 Parallele Algorithmen

**Leistungspunkte:** 05,00      **Empfohlenes Fachsemester:**  
**Bausteintyp:** Teilleistung  
**Teilleistungsverantwortliche:** Peter Sanders  
**Auslaufend:** Nein      **Gültig bis:**  
**Veranstaltungen**

Lehrveranstaltungsnummer	Titel	SWS	Semester	Dozenten
<a href="#">2400053</a>	<a href="#">Parallele Algorithmen</a>	2/1	WS 15/16	Peter Sanders

### Modellierte Voraussetzungen

### Erfolgskontrolle

Die Erfolgskontrolle erfolgt in Form einer mündlichen Prüfung nach § 4 Abs. 2 Nr. 2 und einer Übung als Erfolgskontrolle anderer Art nach § 2 Abs. 2 Nr. 3.

Gewichtung: 80 % mündliche Prüfung, 20 % Übung.

### Empfehlungen

Teilleistungen

Kenntnisse aus der Vorlesungen wie *Algorithmen I/II* werden empfohlen.

### Anmerkungen

## 2.66 Algorithmen in Zellularautomaten

<b>Leistungspunkte:</b>	05,00	<b>Empfohlenes Fachsemester:</b>
<b>Bausteintyp:</b>	Teilleistung	
<b>Teilleistungsverantwortliche:</b>	Thomas Worsch	
<b>Auslaufend:</b>	Nein	<b>Gültig bis:</b>
<b>Veranstaltungen</b>		

Lehrveranstaltungsnummer	Titel	SWS	Semester	Dozenten
<a href="#">24622</a>	<a href="#">Algorithmen in Zellularautomaten</a>	3	SS 2015	Roland Vollmar, Thomas Worsch

### Modellierte Voraussetzungen

### Erfolgskontrolle

Die Erfolgskontrolle erfolgt in Form einer mündlichen Prüfung im Umfang von i.d.R. 20 Minuten nach § 4 Abs. 2 Nr. 2 der SPO.

Die Modulnote ist die Note der mündlichen Prüfung.

### Empfehlungen

Kenntnisse über Turingmaschinen und Komplexitätstheorie sind hilfreich.

### Anmerkungen

## 2.67 Empirische Softwaretechnik

<b>Leistungspunkte:</b>	04,00	<b>Empfohlenes Fachsemester:</b>
<b>Bausteintyp:</b>	Teilleistung	
<b>Teilleistungsverantwortliche:</b>	Walter Tichy	
<b>Auslaufend:</b>	Nein	<b>Gültig bis:</b>
<b>Veranstaltungen</b>		

## Teilleistungen

Lehrveranstaltungsnummer	Titel	SWS	Semester	Dozenten
<a href="#">24156</a>	<a href="#">Empirische Softwaretechnik</a>	2	WS 15/16	Matthias Müller, Walter Tichy

### Modellierte Voraussetzungen

### Erfolgskontrolle

Die Erfolgskontrolle erfolgt nach § 4 Abs. 2 Nr. 2 SPO in Form einer mündlichen Prüfung im Umfang von i.d.R. 20 Minuten.

### Empfehlungen

Grundlegende Kenntnisse in Statistik.

### Anmerkungen

## 2.68 Formale Systeme

<b>Leistungspunkte:</b>	06,00	<b>Empfohlenes Fachsemester:</b>
<b>Bausteintyp:</b>	Teilleistung	
<b>Teilleistungsverantwortliche:</b>	Bernhard Beckert	
<b>Auslaufend:</b>	Nein	<b>Gültig bis:</b>
<b>Veranstaltungen</b>		

Lehrveranstaltungsnummer	Titel	SWS	Semester	Dozenten
<a href="#">24086</a>	<a href="#">Formale Systeme</a>	4	WS 15/16	Bernhard Beckert, Mattias Ulbrich

### Modellierte Voraussetzungen

### Erfolgskontrolle

Die Erfolgskontrolle erfolgt in Form einer schriftlichen Prüfung (Klausur) im Umfang von 60 Minuten (§ 4 Abs. 2 Nr. 1 der SPO). Zusätzlich werden Zwischentests und Praxisaufgaben angeboten, für die Bonuspunkte vergeben werden. Die erlangten Bonuspunkte werden auf eine *bestandene* Klausur angerechnet.

Teilleistungen

Die Modulnote ist die Note der Klausur.

### Empfehlungen

Der erfolgreiche Abschluss des Moduls Theoretische Grundlagen der Informatik wird empfohlen.

### Anmerkungen

## 2.69 Internet of Everything

<b>Leistungspunkte:</b>	04,00	<b>Empfohlenes Fachsemester:</b>
<b>Bausteintyp:</b>	Teilleistung	
<b>Teilleistungsverantwortliche:</b>	Martina Zitterbart	
<b>Auslaufend:</b>	Nein	<b>Gültig bis:</b>
<b>Veranstaltungen</b>		

Lehrveranstaltungsnummer	Titel	SWS	Semester	Dozenten
<a href="#">24104</a>	<a href="#">Internet of Everything</a>	2	WS 15/16	Markus Jung, Martina Zitterbart

### Modellierte Voraussetzungen

### Erfolgskontrolle

Die Erfolgskontrolle erfolgt in Form einer mündlichen Prüfung im Umfang von i.d.R. 20 Minuten nach § 4 Abs. 2 Nr.2 SPO.

Die Modulnote ist die Note der mündlichen Prüfung.

### Empfehlungen

Inhalte der Vorlesungen Einführung in Rechnernetze [24519] und Telematik [24128].

### Anmerkungen

Teilleistungen

## 2.70 Telematik

**Leistungspunkte:** 06,00 **Empfohlenes Fachsemester:**  
**Bausteintyp:** Teilleistung  
**Teilleistungsverantwortliche:** Martina Zitterbart  
**Auslaufend:** Nein **Gültig bis:**  
**Veranstaltungen**

Lehrveranstaltungsnummer	Titel	SWS	Semester	Dozenten
<a href="#">24128</a>	<a href="#">Telematik</a>	3	WS 15/16	Mario Hock,Martin Florian,Martina Zitterbart

### Modellierte Voraussetzungen

### Erfolgskontrolle

Die Erfolgskontrolle erfolgt in Form einer mündlichen Prüfung im Umfang von i.d.R. 20 Minuten nach § 4 Abs. 2 Nr. 2 SPO. Nach § 6 Abs. 3 SPO wird bei unverhältnismäßig hohem Prüfungsaufwand eine schriftliche Prüfung im Umfang von ca. 60 Minuten anstatt einer mündlichen Prüfung angeboten. Dies wird mindestens 6 Wochen vor der Prüfung bekannt gegeben.

Die Modulnote entspricht dieser Note.

### Empfehlungen

Inhalte der Vorlesung *Einführung in Rechnernetze* [24519] oder vergleichbarer Vorlesungen werden vorausgesetzt.

### Anmerkungen

## 2.71 Softwareentwicklung für moderne, parallele Plattformen

**Leistungspunkte:** 03,00 **Empfohlenes Fachsemester:**  
**Bausteintyp:** Teilleistung  
**Teilleistungsverantwortliche:** Walter Tichy  
**Auslaufend:** Nein **Gültig bis:**  
**Veranstaltungen**

Lehrveranstaltungsnummer	Titel	SWS	Semester	Dozenten
<a href="#">24660</a>	<a href="#">Softwareentwicklung für</a>	2	SS 2015	Korbinian Molitorisz,Luis

## Teilleistungen

	<a href="#">moderne, parallele Plattformen</a>			Manuel Carril Rodríguez, Walter Tichy
--	--	--	--	--

## Modellierte Voraussetzungen

## Erfolgskontrolle

Die Erfolgskontrolle erfolgt in Form einer mündlichen Prüfung im Umfang von 20 min. nach § 4, Abs. 2, 2 SPO.

## Empfehlungen

Allgemeines Wissen der Softwaretechnik und Programmiersprachen, wie in üblichen Grundlagenveranstaltungen gelehrt.

Kenntnisse zu Grundlagen aus der Vorlesung *Multikern-Rechner und Rechnerbündel* [24112] im Wintersemester sind hilfreich.

## Anmerkungen

## 2.72 Echtzeitsysteme

<b>Leistungspunkte:</b>	06,00	<b>Empfohlenes Fachsemester:</b>
<b>Bausteintyp:</b>	Teilleistung	
<b>Teilleistungsverantwortliche:</b>	Björn Hein, Heinz Wörn, Thomas Längle	
<b>Auslaufend:</b>	Nein	<b>Gültig bis:</b>
<b>Veranstaltungen</b>		

Lehrveranstaltungsnummer	Titel	SWS	Semester	Dozenten
<a href="#">24576</a>	<a href="#">Echtzeitsysteme</a>	4	SS 2015	Björn Hein, Heinz Wörn, Thomas Längle

## Modellierte Voraussetzungen

## Erfolgskontrolle

Teilleistungen

Die Erfolgskontrolle erfolgt in Form einer schriftlichen Prüfung im Umfang von 60 Minuten gem. § 4 Abs. 2 Nr. 1 SPO.

**Empfehlungen**

**Anmerkungen**

## 2.73 Power Management

**Leistungspunkte:** 03,00      **Empfohlenes Fachsemester:**  
**Bausteintyp:** Teilleistung  
**Teilleistungsverantwortliche:** Frank Bellosa  
**Auslaufend:** Nein      **Gültig bis:**  
**Veranstaltungen**

Lehrveranstaltungsnummer	Titel	SWS	Semester	Dozenten
<a href="#">2400036</a>	<a href="#">Power Management</a>	2	WS 15/16	Frank Bellosa

**Modellierte Voraussetzungen**

**Erfolgskontrolle**

Die Erfolgskontrolle erfolgt in Form einer mündlichen Prüfung nach § 4 Abs. 2 Nr. 2 SPO.

**Empfehlungen**

**Anmerkungen**

## 2.74 Microkernel Construction

**Leistungspunkte:** 03,00      **Empfohlenes Fachsemester:**  
**Bausteintyp:** Teilleistung  
**Teilleistungsverantwortliche:** Frank Bellosa  
**Auslaufend:** Nein      **Gültig bis:**  
**Veranstaltungen**

Lehrveranstaltungsnummer	Titel	SWS	Semester	Dozenten
<a href="#">24607</a>	<a href="#">Microkernel</a>	2	SS 2015	Frank Bellosa, Jens

Teilleistungen

	<a href="#">Construction</a>			Kehne,Marius Hillenbrand
--	------------------------------	--	--	--------------------------

**Modellierte Voraussetzungen**

**Erfolgskontrolle**

Die Erfolgskontrolle erfolgt in Form einer mündlichen Prüfung nach § 4 Abs. 2 Nr. 2 SPO.

**Empfehlungen**

**Anmerkungen**

## 2.75 Sprachtechnologie und Compiler

<b>Leistungspunkte:</b>	08,00	<b>Empfohlenes Fachsemester:</b>
<b>Bausteintyp:</b>	Teilleistung	
<b>Teilleistungsverantwortliche:</b>	Gregor Snelting	<b>Gültig bis:</b>
<b>Auslaufend:</b>	Nein	
<b>Veranstaltungen</b>		

Lehrveranstaltungsnummer	Titel	SWS	Semester	Dozenten
<a href="#">24661</a>	<a href="#">Sprachtechnologie und Compiler</a>	4	SS 2015	Gregor Snelting

**Modellierte Voraussetzungen**

**Erfolgskontrolle**

Die Erfolgskontrolle erfolgt in Form einer mündlichen Prüfung im Umfang von i.d.R. 30 Minuten gemäß § 4 Abs. 2 Nr. 2 SPO.

**Empfehlungen**

**Anmerkungen**

## 2.76 Low Power Design

<b>Leistungspunkte:</b>	03,00	<b>Empfohlenes Fachsemester:</b>
<b>Bausteintyp:</b>	Teilleistung	
<b>Teilleistungsverantwortliche:</b>	Jörg Henkel	
<b>Auslaufend:</b>	Nein	<b>Gültig bis:</b>
<b>Veranstaltungen</b>		

Lehrveranstaltungsnummer	Titel	SWS	Semester	Dozenten
<a href="#">24672</a>	<a href="#">Low Power Design</a>	2	SS 2015	Jörg Henkel

### Modellierte Voraussetzungen

### Erfolgskontrolle

Die Erfolgskontrolle erfolgt in Form einer mündlichen Gesamtprüfung nach § 4 Abs. 2 Nr. 2 SPO im Umfang von i.d.R. 60 Minuten. Wird ein Praktikum belegt, so ist zusätzlich das Bestehen eines Scheins (unbenotete Erfolgskontrolle anderer Art nach § 4 Abs. 2 Nr. 3 SPO) notwendig.

Die Modulnote ist die Note der mündlichen Prüfung.

### Empfehlungen

Modul: "Entwurf und Architekturen für eingebettete Systeme"

Grundkenntnisse aus dem Modul „Optimierung und Synthese Eingebetteter Systeme“ sind zum Verständnis dieser Vorlesung hilfreich aber nicht zwingend erforderlich. Die Vorlesung ist gleichermaßen für Informatik-Studenten wie auch für Elektrotechnik-Studenten geeignet.

### Anmerkungen

## 2.77 Parallelrechner und Parallelprogrammierung

<b>Leistungspunkte:</b>	04,00	<b>Empfohlenes Fachsemester:</b>
<b>Bausteintyp:</b>	Teilleistung	
<b>Teilleistungsverantwortliche:</b>	Achim Streit	
<b>Auslaufend:</b>	Nein	<b>Gültig bis:</b>
<b>Veranstaltungen</b>		

## Teilleistungen

Lehrveranstaltungsnummer	Titel	SWS	Semester	Dozenten
<a href="#">24617</a>	<a href="#">Parallelrechner</a> und <a href="#">Parallelprogrammierung</a>	2	SS 2015	Achim Streit, Hartmut Häfner

### Modellierte Voraussetzungen

### Erfolgskontrolle

Die Erfolgskontrolle erfolgt in Form einer mündlichen Prüfung im Umfang von i.d.R. 20 Minuten nach § 4 Abs. 2 Nr. 2 der SPO.  
Die Modulnote ist die Note der mündlichen Prüfung.

### Empfehlungen

Kenntnisse zu Grundlagen aus der Lehrveranstaltung *Rechnerstrukturen* sind hilfreich.

### Anmerkungen

## 2.78 Fortgeschrittene Objektorientierung

**Leistungspunkte:** 05,00      **Empfohlenes Fachsemester:**  
**Bausteintyp:** Teilleistung  
**Teilleistungsverantwortliche:** Gregor Snelting  
**Auslaufend:** Nein      **Gültig bis:**  
**Veranstaltungen**

Lehrveranstaltungsnummer	Titel	SWS	Semester	Dozenten
<a href="#">24665</a>	<a href="#">Fortgeschrittene Objektorientierung</a>	2	SS 2015	Gregor Snelting

### Modellierte Voraussetzungen

### Erfolgskontrolle

## Teilleistungen

Die Erfolgskontrolle erfolgt in Form einer schriftlichen Prüfung im Umfang von i.d.R. 90 Minuten nach § 4 Abs. 2 Nr. 1 SPO.

## Empfehlungen

Dies ist keine Veranstaltung zur objektorientierten Softwareentwicklung! Vielmehr werden Kenntnisse in objektorientierter Softwaretechnik (z.B. Java, UML, Design Patterns) vorausgesetzt.

Gute Java-Kenntnisse

## Anmerkungen

### 2.79 Computer Vision für Mensch-Maschine-Schnittstellen

<b>Leistungspunkte:</b>	06,00	<b>Empfohlenes Fachsemester:</b>
<b>Bausteintyp:</b>	Teilleistung	
<b>Teilleistungsverantwortliche:</b>	Rainer Stiefelhagen	
<b>Auslaufend:</b>	Nein	<b>Gültig bis:</b>
<b>Veranstaltungen</b>		

Lehrveranstaltungsnummer	Titel	SWS	Semester	Dozenten
<a href="#">24180</a>	<a href="#">Computer Vision für Mensch-Maschine-Schnittstellen</a>	4	WS 15/16	Muhammad Saquib Sarfraz, Rainer Stiefelhagen

## Modellierte Voraussetzungen

## Erfolgskontrolle

Die Erfolgskontrolle erfolgt in Form einer mündlichen Prüfung im Umfang von i.d.R. 30 Minuten nach § 4 Abs. 2 Nr. 2 SPO.

## Empfehlungen

## Anmerkungen

Teilleistungen

## 2.80 Umweltrecht

**Leistungspunkte:** 3 **Empfohlenes Fachsemester:**  
**Bausteintyp:** Teilleistung  
**Teilleistungsverantwortliche:** Gernot Sydow  
**Auslaufend:** Nein **Gültig bis:**  
**Veranstaltungen**

Lehrveranstaltungsnummer	Titel	SWS	Semester	Dozenten
<a href="#">24140</a>	<a href="#">Umweltrecht</a>	2	WS 15/16	Dirk Herrmann

**Modellierte Voraussetzungen**

**Erfolgskontrolle**

**Empfehlungen**

**Anmerkungen**

## 2.81 Netze und Punktwolken

**Leistungspunkte:** 03,00 **Empfohlenes Fachsemester:**  
**Bausteintyp:** Teilleistung  
**Teilleistungsverantwortliche:** Hartmut Prautzsch  
**Auslaufend:** Nein **Gültig bis:**  
**Veranstaltungen**

Lehrveranstaltungsnummer	Titel	SWS	Semester	Dozenten
<a href="#">24122</a>	<a href="#">Netze und Punktwolken (wird im WS15/16 nicht angeboten, voraussichtlich SoSe16)</a>	2	WS 15/16	Hartmut Prautzsch

**Modellierte Voraussetzungen**

**Erfolgskontrolle**

Teilleistungen

Die Erfolgskontrolle erfolgt in Form einer mündlichen Prüfung im Umfang von i.d.R. 45 Minuten nach § 4 Abs. 2 Nr. 2 SPO.

**Empfehlungen**

**Anmerkungen**

## 2.82 Moderne Entwicklungsumgebung am Beispiel von .NET

**Leistungspunkte:** 03,00      **Empfohlenes Fachsemester:**  
**Bausteintyp:** Teilleistung  
**Teilleistungsverantwortliche:** Walter Tichy  
**Auslaufend:** Nein      **Gültig bis:**  
**Veranstaltungen**

Lehrveranstaltungsnummer	Titel	SWS	Semester	Dozenten
<a href="#">24634</a>	<a href="#">Moderne Entwicklungsumgebung am Beispiel von .NET</a>	2	SS 2015	Martin Blersch, Walter Tichy

**Modellierte Voraussetzungen**

**Erfolgskontrolle**

Die Erfolgskontrolle erfolgt in Form einer mündlichen Prüfung nach § 4 Abs. 2 Nr. 2 SPO.

**Empfehlungen**

Gute Programmierkenntnisse in Java werden vorausgesetzt.

**Anmerkungen**

## 2.83 Biologisch Motivierte Robotersysteme

**Leistungspunkte:** 03,00      **Empfohlenes Fachsemester:**  
**Bausteintyp:** Teilleistung  
**Teilleistungsverantwortliche:** Rüdiger Dillmann  
**Auslaufend:** Nein      **Gültig bis:**

Teilleistungen

### Veranstaltungen

Lehrveranstaltungsnummer	Titel	SWS	Semester	Dozenten
<a href="#">24619</a>	<a href="#">Biologisch Motivierte Robotersysteme</a>	2	SS 2015	Arne Rönau, Rüdiger Dillmann

### Modellierte Voraussetzungen

### Erfolgskontrolle

Die Erfolgskontrolle erfolgt in Form einer mündlichen Prüfung (15-20 min.) nach § 4 Abs. 2 Nr. 2 SPO

### Empfehlungen

Es ist empfehlenswert zuvor die LV „Robotik I“ zu hören.

### Anmerkungen

## 2.84 Robotik III - Sensoren in der Robotik

<b>Leistungspunkte:</b>	03,00	<b>Empfohlenes Fachsemester:</b>
<b>Bausteintyp:</b>	Teilleistung	
<b>Teilleistungsverantwortliche:</b>	Rüdiger Dillmann	<b>Gültig bis:</b>
<b>Auslaufend:</b>	Nein	
<b>Veranstaltungen</b>		

Lehrveranstaltungsnummer	Titel	SWS	Semester	Dozenten
<a href="#">24635</a>	<a href="#">Robotik III - Sensoren in der Robotik</a>	2	SS 2015	Pascal Meißner, Rüdiger Dillmann

### Modellierte Voraussetzungen

### Erfolgskontrolle

Teilleistungen

Die Erfolgskontrolle erfolgt in Form einer mündlichen Prüfung nach § 4 Abs. 2 Nr. 2 SPO.

**Empfehlungen**

**Anmerkungen**

## 2.85 Robotik II - Lernende und planende Roboter

**Leistungspunkte:** 03,00 **Empfohlenes Fachsemester:**  
**Bausteintyp:** Teilleistung  
**Teilleistungsverantwortliche:** Rüdiger Dillmann  
**Auslaufend:** Nein **Gültig bis:**  
**Veranstaltungen**

Lehrveranstaltungsnummer	Titel	SWS	Semester	Dozenten
<a href="#">24712</a>	<a href="#">Robotik II - Lernende und planende Roboter</a>	2	SS 2015	Rainer Jäkel, Rüdiger Dillmann, Sven Schmidt-Rohr

**Modellierte Voraussetzungen**

**Erfolgskontrolle**

Die Erfolgskontrolle erfolgt in Form einer mündlichen Prüfung nach § 4 Abs. 2 Nr. 2 SPO.

**Empfehlungen**

Der vorherige Besuch der Robotik-I-Vorlesung wird empfohlen, ist jedoch nicht zwingend erforderlich.

**Anmerkungen**

## 2.86 Maschinelles Lernen 1 - Grundverfahren

**Leistungspunkte:** 03,00 **Empfohlenes Fachsemester:**  
**Bausteintyp:** Teilleistung  
**Teilleistungsverantwortliche:** Johann Marius Zöllner, Rüdiger Dillmann  
**Auslaufend:** Nein **Gültig bis:**  
**Veranstaltungen**

## Teilleistungen

Lehrveranstaltungsnummer	Titel	SWS	Semester	Dozenten
<a href="#">24150</a>	<a href="#">Maschinelles Lernen 1 - Grundverfahren</a>	2	WS 15/16	Johann Marius Zöllner, Rüdiger Dillmann

### Modellierte Voraussetzungen

### Erfolgskontrolle

Die Erfolgskontrolle erfolgt in Form einer mündlichen Prüfung im Umfang von i.d.R. 20 Minuten nach § 4 Abs. 2 Nr. 2 SPO.

Die Modulnote ist die Note der mündlichen Prüfung.

### Empfehlungen

Der Besuch der Vorlesungen *Formale Systeme* und *Kognitive Systeme* ist hilfreich beim Verständnis der Vorlesung.

### Anmerkungen

## 2.87 Rechnerstrukturen

<b>Leistungspunkte:</b>	06,00	<b>Empfohlenes Fachsemester:</b>
<b>Bausteintyp:</b>	Teilleistung	
<b>Teilleistungsverantwortliche:</b>	Jörg Henkel, Wolfgang Karl	
<b>Auslaufend:</b>	Nein	<b>Gültig bis:</b>
<b>Veranstaltungen</b>		

Lehrveranstaltungsnummer	Titel	SWS	Semester	Dozenten
<a href="#">24570</a>	<a href="#">Rechnerstrukturen</a>	3	SS 2015	Wolfgang Karl

### Modellierte Voraussetzungen

### Erfolgskontrolle

## Teilleistungen

Die Erfolgskontrolle erfolgt in Form einer schriftlichen Prüfung im Umfang von 60 Minuten nach § 4 Abs. 2 Nr. 1 SPO.

Die Modulnote ist die Note der schriftlichen Prüfung.

## Empfehlungen

## Anmerkungen

## 2.88 Kognitive Systeme

<b>Leistungspunkte:</b>	06,00	<b>Empfohlenes Fachsemester:</b>
<b>Bausteintyp:</b>	Teilleistung	
<b>Teilleistungsverantwortliche:</b>	Alexander Waibel,Rüdiger Dillmann	
<b>Auslaufend:</b>	Nein	<b>Gültig bis:</b>
<b>Veranstaltungen</b>		

Lehrveranstaltungsnummer	Titel	SWS	Semester	Dozenten
<a href="#">24572</a>	<a href="#">Kognitive Systeme</a>	4	SS 2015	Alexander Waibel,David Schiebener,Eunah Cho,Markus Müller,Markus Przybylski,Rüdiger Dillmann,Sebastian Stüker

## Modellierte Voraussetzungen

## Erfolgskontrolle

Die Erfolgskontrolle erfolgt in Form einer schriftlichen Prüfung (Klausur) im Umfang von 60 Minuten nach § 4 Abs. 2 Nr. 1 der SPO.

## Empfehlungen

## Anmerkungen

## 2.89 Robotik in der Medizin

<b>Leistungspunkte:</b>	03,00	<b>Empfohlenes Fachsemester:</b>
<b>Bausteintyp:</b>	Teilleistung	
<b>Teilleistungsverantwortliche:</b>	Jörg Raczowsky	

Teilleistungen

**Auslaufend:** Nein **Gültig bis:**  
**Veranstaltungen**

Lehrveranstaltungsnummer	Titel	SWS	Semester	Dozenten
<a href="#">24681</a>	<a href="#">Robotik in der Medizin</a>	2	SS 2015	Jörg Raczkowsky

**Modellierte Voraussetzungen**

**Erfolgskontrolle**

Die Erfolgskontrolle erfolgt in Form einer mündlichen Prüfung im Umfang von i.d.R. 30 Minuten nach § 4 Abs. 2 Nr. 2 SPO.

**Empfehlungen**

**Anmerkungen**

## 2.90 Mikroprozessoren II

**Leistungspunkte:** 03,00 **Empfohlenes Fachsemester:**  
**Bausteintyp:** Teilleistung  
**Teilleistungsverantwortliche:** Wolfgang Karl  
**Auslaufend:** Nein **Gültig bis:**  
**Veranstaltungen**

Lehrveranstaltungsnummer	Titel	SWS	Semester	Dozenten
<a href="#">24161</a>	<a href="#">Mikroprozessoren II</a>	2	WS 15/16	Wolfgang Karl

**Modellierte Voraussetzungen**

**Erfolgskontrolle**

**Empfehlungen**

Teilleistungen

## Anmerkungen

### 2.91 Heterogene parallele Rechensysteme

**Leistungspunkte:** 03,00      **Empfohlenes Fachsemester:**  
**Bausteintyp:** Teilleistung  
**Teilleistungsverantwortliche:** Wolfgang Karl  
**Auslaufend:** Nein      **Gültig bis:**  
**Veranstaltungen**

Lehrveranstaltungsnummer	Titel	SWS	Semester	Dozenten
<a href="#">24117</a>	<a href="#">Heterogene parallele Rechensysteme</a>	2	WS 15/16	Wolfgang Karl

## Modellierte Voraussetzungen

## Erfolgskontrolle

Die Erfolgskontrolle erfolgt in Form einer mündlichen Prüfung im Umfang von i.d.R. 30 Minuten nach § 4 Abs. 2 Nr. 2 SPO.

Die Modulnote ist die Note der mündlichen Prüfung.

## Empfehlungen

## Anmerkungen

### 2.92 Signale und Codes

**Leistungspunkte:** 03,00      **Empfohlenes Fachsemester:**  
**Bausteintyp:** Teilleistung  
**Teilleistungsverantwortliche:** Jörn Müller-Quade  
**Auslaufend:** Nein      **Gültig bis:**  
**Veranstaltungen**

Lehrveranstaltungsnummer	Titel	SWS	Semester	Dozenten
<a href="#">24137</a>	<a href="#">Signale und Codes</a>	2	WS 15/16	Jörn Müller-Quade, Willi Geiselman

Teilleistungen

### Modellierte Voraussetzungen

### Erfolgskontrolle

Die Erfolgskontrolle erfolgt in Form einer mündlichen Prüfung nach § 4 Abs. 2 Nr. 2 SPO.

### Empfehlungen

Grundlegende Kenntnisse der linearen Algebra sind hilfreich.

### Anmerkungen

## 2.93 Mensch-Maschine-Wechselwirkung in der Anthropomatik: Basiswissen

<b>Leistungspunkte:</b>	03,00	<b>Empfohlenes Fachsemester:</b>
<b>Bausteintyp:</b>	Teilleistung	
<b>Teilleistungsverantwortliche:</b>	Jürgen Geisler	
<b>Auslaufend:</b>	Nein	<b>Gültig bis:</b>
<b>Veranstaltungen</b>		

Lehrveranstaltungsnummer	Titel	SWS	Semester	Dozenten
<a href="#">24100</a>	<a href="#">Mensch-Maschine-Wechselwirkung in der Anthropomatik: Basiswissen</a>	2	WS 15/16	Jürgen Geisler

### Modellierte Voraussetzungen

### Erfolgskontrolle

Die Erfolgskontrolle erfolgt in Form einer mündlichen Prüfung im Umfang von i.d.R. 15 Minuten nach § 4 Abs. 2 Nr. 2 der SPO.

### Empfehlungen

### Anmerkungen

Teilleistungen

## 2.94 Mustererkennung

**Leistungspunkte:** 03,00 **Empfohlenes Fachsemester:**  
**Bausteintyp:** Teilleistung  
**Teilleistungsverantwortliche:** Jürgen Beyerer  
**Auslaufend:** Nein **Gültig bis:**  
**Veranstaltungen**

Lehrveranstaltungsnummer	Titel	SWS	Semester	Dozenten
<a href="#">24675</a>	<a href="#">Mustererkennung</a>	2	SS 2015	Jürgen Beyerer

### Modellierte Voraussetzungen

### Erfolgskontrolle

Es wird 6 Wochen im Voraus angekündigt, ob die Erfolgskontrolle in Form einer schriftlichen Prüfung (Klausur) nach § 4 Abs. 2 Nr. 1 SPO oder in Form einer mündlichen Prüfung § 4 Abs. 2 Nr. 1 der SPO stattfindet.

### Empfehlungen

Kenntnisse der Grundlagen der Stochastik, Signal- und Bildverarbeitung sind hilfreich.

### Anmerkungen

## 2.95 Automatische Sichtprüfung und Bildverarbeitung

**Leistungspunkte:** 06,00 **Empfohlenes Fachsemester:**  
**Bausteintyp:** Teilleistung  
**Teilleistungsverantwortliche:** Jürgen Beyerer  
**Auslaufend:** Nein **Gültig bis:**  
**Veranstaltungen**

Lehrveranstaltungsnummer	Titel	SWS	Semester	Dozenten
<a href="#">24169</a>	<a href="#">Automatische Sichtprüfung und Bildverarbeitung</a>	4	WS 15/16	Jürgen Beyerer

Teilleistungen

### Modellierte Voraussetzungen

### Erfolgskontrolle

Die Erfolgskontrolle erfolgt in Form einer mündlichen Prüfung im Umfang von i.d.R. 30 Minuten nach § 4 Abs. 2 Nr. 2 der SPO.

### Empfehlungen

Grundkenntnisse der Optik und der Signalverarbeitung sind hilfreich.

### Anmerkungen

## 2.96 Einführung in die Informationsfusion

<b>Leistungspunkte:</b>	03,00	<b>Empfohlenes Fachsemester:</b>
<b>Bausteintyp:</b>	Teilleistung	
<b>Teilleistungsverantwortliche:</b>		
<b>Auslaufend:</b>	Nein	<b>Gültig bis:</b>
<b>Veranstaltungen</b>		

Lehrveranstaltungsnummer	Titel	SWS	Semester	Dozenten
<a href="#">24172</a>	<a href="#">Einführung in die Informationsfusion</a>	2	WS 15/16	Michael Heizmann

### Modellierte Voraussetzungen

### Erfolgskontrolle

Die Erfolgskontrolle erfolgt in Form einer mündlichen Prüfung im Umfang von i.d.R. 20 Minuten nach § 4 Abs. 2 Nr. 2 der SPO.

### Empfehlungen

Kenntnisse der Grundlagen der Stochastik sind hilfreich

Teilleistungen

## Anmerkungen

### 2.97 Modelle der Parallelverarbeitung

**Leistungspunkte:** 05,00 **Empfohlenes Fachsemester:**  
**Bausteintyp:** Teilleistung  
**Teilleistungsverantwortliche:** Thomas Worsch  
**Auslaufend:** Nein **Gültig bis:**  
**Veranstaltungen**

Lehrveranstaltungsnummer	Titel	SWS	Semester	Dozenten
<a href="#">24606</a>	<a href="#">Modelle der Parallelverarbeitung</a>	3	SS 2015	Roland Vollmar, Thomas Worsch

## Modellierte Voraussetzungen

## Erfolgskontrolle

Die Erfolgskontrolle erfolgt in Form einer mündlichen Prüfung im Umfang von i.d.R. 20 Minuten nach § 4 Abs. 2 Nr. 2 der SPO.

Die Modulnote ist die Note der mündlichen Prüfung.

## Empfehlungen

## Anmerkungen

### 2.98 Stochastische Informationsverarbeitung

**Leistungspunkte:** 06,00 **Empfohlenes Fachsemester:**  
**Bausteintyp:** Teilleistung  
**Teilleistungsverantwortliche:** Uwe Hanebeck  
**Auslaufend:** Nein **Gültig bis:**  
**Veranstaltungen**

Lehrveranstaltungsnummer	Titel	SWS	Semester	Dozenten
<a href="#">24113</a>	<a href="#">Stochastische Informationsverarbeitung</a>	3	WS 15/16	Maxim Dolgov, Uwe Hanebeck

Teilleistungen

--	--	--	--	--

### Modellierte Voraussetzungen

### Erfolgskontrolle

Die Erfolgskontrolle erfolgt in Form einer mündlichen Prüfung im Umfang von i.d.R. 15 Minuten nach § 4 Abs. 2 Nr. 2 der SPO.

### Empfehlungen

Grundlegende Kenntnisse der Systemtheorie und Stochastik sind hilfreich.

### Anmerkungen

## 2.99 Optimierung und Synthese Eingebetteter Systeme (ES1)

**Leistungspunkte:** 03,00      **Empfohlenes Fachsemester:**  
**Bausteintyp:** Teilleistung  
**Teilleistungsverantwortliche:** Jörg Henkel  
**Auslaufend:** Nein      **Gültig bis:**  
**Veranstaltungen**

Lehrveranstaltungsnummer	Titel	SWS	Semester	Dozenten
<a href="#">24143</a>	<a href="#">Optimierung und Synthese Eingebetteter Systeme (ES1)</a>	2	WS 15/16	Jörg Henkel, Lars Bauer

### Modellierte Voraussetzungen

### Erfolgskontrolle

Die Erfolgskontrolle erfolgt in Form einer mündlichen Prüfung nach § 4 Abs. 2 Nr. 2 der SPO im Umfang von i.d.R. 20 Minuten.

Die Modulnote ist die Note der mündlichen Prüfung.

Teilleistungen

**Empfehlungen**

**Anmerkungen**

## 2.100 Entwurf und Architekturen für Eingebettete Systeme (ES2)

**Leistungspunkte:** 03,00      **Empfohlenes Fachsemester:**  
**Bausteintyp:** Teilleistung  
**Teilleistungsverantwortliche:** Jörg Henkel  
**Auslaufend:** Nein      **Gültig bis:**  
**Veranstaltungen**

Lehrveranstaltungsnummer	Titel	SWS	Semester	Dozenten
<a href="#">24106</a>	<a href="#">Entwurf und Architekturen für Eingebettete Systeme (ES2)</a>	2	WS 15/16	Jörg Henkel, Muhammad Shafique

**Modellierte Voraussetzungen**

**Erfolgskontrolle**

Die Erfolgskontrolle erfolgt in Form einer mündlichen Prüfung nach § 4 Abs. 2 Nr. 2 SPO im Umfang von i.d.R. 20 Minuten.

Die Modulnote ist die Note der mündlichen Prüfung.

**Empfehlungen**

**Anmerkungen**

## 2.101 Systementwurf und Implementierung

**Leistungspunkte:** 03,00      **Empfohlenes Fachsemester:**  
**Bausteintyp:** Teilleistung  
**Teilleistungsverantwortliche:** Frank Bellosa  
**Auslaufend:** Nein      **Gültig bis:**  
**Veranstaltungen**

## Teilleistungen

Lehrveranstaltungsnummer	Titel	SWS	Semester	Dozenten
<a href="#">24616</a>	<a href="#">Systementwurf und Implementierung</a>	2	SS 2015	Frank Bellosa, Jens Kehne, Marius Hillenbrand

### Modellierte Voraussetzungen

### Erfolgskontrolle

Die Erfolgskontrolle erfolgt in Form einer mündlichen Prüfung nach § 4 Abs. 2 Nr. 2 SPO.

### Empfehlungen

### Anmerkungen

## 2.102 Softwaretechnik II

<b>Leistungspunkte:</b>	06,00	<b>Empfohlenes Fachsemester:</b>
<b>Bausteintyp:</b>	Teilleistung	
<b>Teilleistungsverantwortliche:</b>	Anne Koziolk, Ralf Reussner, Walter Tichy	
<b>Auslaufend:</b>	Nein	<b>Gültig bis:</b>
<b>Veranstaltungen</b>		

Lehrveranstaltungsnummer	Titel	SWS	Semester	Dozenten
<a href="#">24076</a>	<a href="#">Softwaretechnik II</a>	4	WS 15/16	Anne Koziolk

### Modellierte Voraussetzungen

### Erfolgskontrolle

Die Erfolgskontrolle erfolgt in Form einer schriftlichen Prüfung im Umfang von 60 Minuten nach § 4 Abs. 2 Nr. 1 SPO.

### Empfehlungen

Teilleistungen

Die Lehrveranstaltung *Softwaretechnik I* sollte bereits gehört worden sein.

### Anmerkungen

## 2.103 Sicherheit

**Leistungspunkte:** 06,00      **Empfohlenes Fachsemester:**  
**Bausteintyp:** Teilleistung  
**Teilleistungsverantwortliche:**  
**Auslaufend:** Nein      **Gültig bis:**  
**Veranstaltungen**

Lehrveranstaltungsnummer	Titel	SWS	Semester	Dozenten
<a href="#">24941</a>	<a href="#">Sicherheit</a>	3	SS 2015	Jörn Müller-Quade

### Modellierte Voraussetzungen

### Erfolgskontrolle

Die Erfolgskontrolle erfolgt in Form einer schriftlichen Prüfung nach § 4 Abs. 2 Nr. 1 SPO im Umfang von 60 Minuten.

### Empfehlungen

### Anmerkungen

## 2.104 Datenschutz und Privatheit in vernetzten Informationssystemen

**Leistungspunkte:** 03,00      **Empfohlenes Fachsemester:**  
**Bausteintyp:** Teilleistung  
**Teilleistungsverantwortliche:** Klemens Böhm  
**Auslaufend:** Nein      **Gültig bis:**  
**Modellierte Voraussetzungen**

### Erfolgskontrolle

## Teilleistungen

Es wird mind. 6 Wochen im Voraus angekündigt, ob die Erfolgskontrolle in Form einer schriftlichen Prüfung (Klausur) im Umfang von 1h nach § 4 Abs. 2 Nr. 1 SPO oder in Form einer mündlichen Prüfung im Umfang von 20 min nach § 4 Abs. 2 Nr. 2 SPO stattfindet.

## Empfehlungen

Grundkenntnisse zu Datenbanken, verteilten Informationssystemen, Systemarchitekturen und Kommunikationsinfrastrukturen, z.B. aus den Vorlesungen *Datenbanksysteme* [24516] und *Einführung in Rechnernetze* [24519].

## Anmerkungen

### 2.105 Ausgewählte Kapitel der Kryptographie

<b>Leistungspunkte:</b>	03,00	<b>Empfohlenes Fachsemester:</b>
<b>Bausteintyp:</b>	Teilleistung	
<b>Teilleistungsverantwortliche:</b>	Jörn Müller-Quade	
<b>Auslaufend:</b>	Nein	<b>Gültig bis:</b>
<b>Veranstaltungen</b>		

Lehrveranstaltungsnummer	Titel	SWS	Semester	Dozenten
<a href="#">24623</a>	<a href="#">Ausgewählte Kapitel der Kryptographie</a>	2	SS 2015	Jörn Müller-Quade, Tobias Nilges

## Modellierte Voraussetzungen

## Erfolgskontrolle

Die Erfolgskontrolle erfolgt in Form einer mündlichen Prüfung nach § 4 Abs. 2 Nr. 2 SPO.

## Empfehlungen

Das Stammmodul *Sicherheit* sollte als Grundlage geprüft worden sein.

## Anmerkungen

### 2.106 Kurven und Flächen im CAD I

<b>Leistungspunkte:</b>	05,00	<b>Empfohlenes Fachsemester:</b>
-------------------------	-------	----------------------------------

Teilleistungen

**Bausteintyp:** Teilleistung  
**Teilleistungsverantwortliche:** Hartmut Prautzsch  
**Auslaufend:** Nein **Gültig bis:**  
**Veranstaltungen**

Lehrveranstaltungsnummer	Titel	SWS	Semester	Dozenten
<a href="#">2400006</a>	<a href="#">Kurven und Flächen im CAD I</a>	2	SS 2015	Hartmut Prautzsch, Pawel Herman

**Modellierte Voraussetzungen**

**Erfolgskontrolle**

Die Erfolgskontrolle erfolgt in Form einer mündlichen Prüfung im Umfang von i.d.R. 20-30 Minuten und durch einen benoteten Übungsschein nach § 4 Abs. 2 Nr. 2 und 3 SPO.

Modulnote =  $0.8 \times \text{Note der mündlichen Prüfung} + 0.2 \times \text{Note des Übungsscheins}$ , wobei nur die erste Nachkommastelle ohne Rundung berücksichtigt wird.

**Empfehlungen**

**Anmerkungen**

## 2.107 Unscharfe Mengen

**Leistungspunkte:** 06,00 **Empfohlenes Fachsemester:**  
**Bausteintyp:** Teilleistung  
**Teilleistungsverantwortliche:** Uwe Hanebeck  
**Auslaufend:** Nein **Gültig bis:**  
**Veranstaltungen**

Lehrveranstaltungsnummer	Titel	SWS	Semester	Dozenten
<a href="#">24611</a>	<a href="#">Unscharfe Mengen</a>	3	SS 2015	Florian Pfaff, Uwe Hanebeck

**Modellierte Voraussetzungen**

Teilleistungen

### Erfolgskontrolle

Die Erfolgskontrolle erfolgt in Form einer mündlichen Prüfung im Umfang von i. d. R. 15 Minuten nach § 4 Abs. 2 Nr. 2 der SPO.

### Empfehlungen

Grundlegende Kenntnisse im Bereich der formalen Logik und Expertensystemen sind hilfreich.

### Anmerkungen

## 2.108 Lokalisierung mobiler Agenten

<b>Leistungspunkte:</b>	06,00	<b>Empfohlenes Fachsemester:</b>
<b>Bausteintyp:</b>	Teilleistung	
<b>Teilleistungsverantwortliche:</b>	Uwe Hanebeck	<b>Gültig bis:</b>
<b>Auslaufend:</b>	Nein	
<b>Veranstaltungen</b>		

Lehrveranstaltungsnummer	Titel	SWS	Semester	Dozenten
<a href="#">24613</a>	<a href="#">Lokalisierung mobiler Agenten</a>	3	SS 2015	Antonio Kleber Zea Cobo, Uwe Hanebeck

### Modellierte Voraussetzungen

### Erfolgskontrolle

Die Erfolgskontrolle erfolgt in Form einer mündlichen Prüfung im Umfang von i. d. R. 15 Minuten nach § 4 Abs. 2 Nr. 2 der SPO.

### Empfehlungen

Grundlegende Kenntnisse der linearen Algebra und Stochastik sind hilfreich.

### Anmerkungen

Teilleistungen

## 2.109 Formale Systeme II: Theorie

<b>Leistungspunkte:</b>	05,00	<b>Empfohlenes Fachsemester:</b>
<b>Bausteintyp:</b>	Teilleistung	
<b>Teilleistungsverantwortliche:</b>	Bernhard Beckert	
<b>Auslaufend:</b>	Nein	<b>Gültig bis:</b>
<b>Modellierte Voraussetzungen</b>		

### Erfolgskontrolle

Die Erfolgskontrolle erfolgt in Form einer mündlichen Prüfung (§ 4 Abs. 2 Nr. 2 der SPO).

Die Modulnote ist die Note der mündlichen Prüfung.

### Empfehlungen

### Anmerkungen

## 2.110 Medizinische Simulationssysteme I

<b>Leistungspunkte:</b>	03,00	<b>Empfohlenes Fachsemester:</b>
<b>Bausteintyp:</b>	Teilleistung	
<b>Teilleistungsverantwortliche:</b>	Rüdiger Dillmann	
<b>Auslaufend:</b>	Nein	<b>Gültig bis:</b>
<b>Veranstaltungen</b>		

Lehrveranstaltungsnummer	Titel	SWS	Semester	Dozenten
<a href="#">24173</a>	<a href="#">Medizinische Simulationssysteme I</a>	2	WS 15/16	Rüdiger Dillmann, Stefanie Speidel

### Modellierte Voraussetzungen

### Erfolgskontrolle

Die Erfolgskontrolle erfolgt gemäß § 4 Abs. 2 Nr. 2 SPO in Form einer mündlichen Prüfung im Umfang von i.d.R. 20 Minuten

### Empfehlungen

Teilleistungen

### Anmerkungen

## 2.111 Medizinische Simulationssysteme II

**Leistungspunkte:** 03,00 **Empfohlenes Fachsemester:**  
**Bausteintyp:** Teilleistung  
**Teilleistungsverantwortliche:** Rüdiger Dillmann  
**Auslaufend:** Nein **Gültig bis:**  
**Veranstaltungen**

Lehrveranstaltungsnummer	Titel	SWS	Semester	Dozenten
<a href="#">24676</a>	<a href="#">Medizinische Simulationssysteme II</a>	2	SS 2015	Rüdiger Dillmann, Stefan Suwelack

### Modellierte Voraussetzungen

### Erfolgskontrolle

Die Erfolgskontrolle erfolgt gemäß § 4 Abs. 2 Nr. 2 SPO in Form einer mündlichen Prüfung im Umfang von i.d.R. 20 Minuten

### Empfehlungen

Der vorherige Besuch der Vorlesung *Medizinische Simulationssysteme I* [24173] wird empfohlen.

### Anmerkungen

## 2.112 Komponentenbasierte Software-Architektur

**Leistungspunkte:** 03,00 **Empfohlenes Fachsemester:**  
**Bausteintyp:** Teilleistung  
**Teilleistungsverantwortliche:** Ralf Reussner  
**Auslaufend:** Nein **Gültig bis:**  
**Veranstaltungen**

Lehrveranstaltungsnummer	Titel	SWS	Semester	Dozenten
--------------------------	-------	-----	----------	----------

## Teilleistungen

<a href="#">24667</a>	<a href="#">Komponentenbasierte Software-Architektur</a>	2	SS 2015	Ralf Reussner
-----------------------	--	---	---------	---------------

## Modellierte Voraussetzungen

## Erfolgskontrolle

Die Erfolgskontrolle erfolgt in Form einer mündlichen Prüfung im Umfang von i.d.R. 25 Minuten nach § 4 Abs. 2 Nr. 2 SPO.

## Empfehlungen

## Anmerkungen

## 2.113 Semantik von Programmiersprachen

<b>Leistungspunkte:</b>	04,00	<b>Empfohlenes Fachsemester:</b>
<b>Bausteintyp:</b>	Teilleistung	
<b>Teilleistungsverantwortliche:</b>	Gregor Snelting	
<b>Auslaufend:</b>	Nein	<b>Gültig bis:</b>
<b>Veranstaltungen</b>		

Lehrveranstaltungsnummer	Titel	SWS	Semester	Dozenten
<a href="#">24645</a>	<a href="#">Semantik von Programmiersprachen</a>	2	SS 2015	Gregor Snelting, Joachim Breitner

## Modellierte Voraussetzungen

## Erfolgskontrolle

Die Erfolgskontrolle erfolgt in Form einer mündlichen Prüfung nach § 4 Abs. 2 Nr. 2 SPO.

## Empfehlungen

Teilleistungen

## Anmerkungen

### 2.114 Neuronale Netze

**Leistungspunkte:** 06,00 **Empfohlenes Fachsemester:**  
**Bausteintyp:** Teilleistung  
**Teilleistungsverantwortliche:** Alexander Waibel  
**Auslaufend:** Nein **Gültig bis:**  
**Veranstaltungen**

Lehrveranstaltungsnummer	Titel	SWS	Semester	Dozenten
<a href="#">2400024</a>	<a href="#">Neuronale Netze</a>	4	SS 2015	Alexander Waibel, Kevin Kilgour, Sebastian Stüker, Thanh-Le Ha

## Modellierte Voraussetzungen

## Erfolgskontrolle

Die Erfolgskontrolle erfolgt in Form einer mündlichen Prüfung im Umfang von i.d.R. 30 Minuten nach § 4 Abs. 2 Nr. 2 SPO.

## Empfehlungen

Der vorherige, erfolgreiche Abschluss des Stammoduls *Kognitive Systeme* wird empfohlen.

## Anmerkungen

### 2.115 Grundlagen der Automatischen Spracherkennung

**Leistungspunkte:** 06,00 **Empfohlenes Fachsemester:**  
**Bausteintyp:** Teilleistung  
**Teilleistungsverantwortliche:** Alexander Waibel  
**Auslaufend:** Nein **Gültig bis:**  
**Veranstaltungen**

Lehrveranstaltungsnummer	Titel	SWS	Semester	Dozenten
<a href="#">24145</a>	<a href="#">Grundlagen der Automatischen</a>	4	WS 15/16	Alexander Waibel, Kevin Kilgour, Sebastian Stüker

## Teilleistungen

	<a href="#">Spracherkennung</a>			
--	---------------------------------	--	--	--

## Modellierte Voraussetzungen

## Erfolgskontrolle

Die Erfolgskontrolle erfolgt in Form einer mündlichen Prüfung im Umfang von i.d.R. 45 Minuten nach § 4 Abs. 2 Nr. 2 der SPO.

## Empfehlungen

- Der vorherige, erfolgreiche Abschluss des Stammoduls „Kognitive Systeme“ wird empfohlen.
- Grundlagen aus der Lehrveranstaltung „Maschinelles Lernen“ sind von Vorte

## Anmerkungen

## 2.116 Maschinelle Übersetzung

<b>Leistungspunkte:</b>	06,00	<b>Empfohlenes Fachsemester:</b>
<b>Bausteintyp:</b>	Teilleistung	
<b>Teilleistungsverantwortliche:</b>	Alexander Waibel	
<b>Auslaufend:</b>	Nein	<b>Gültig bis:</b>
<b>Veranstaltungen</b>		

Lehrveranstaltungsnummer	Titel	SWS	Semester	Dozenten
<a href="#">24639</a>	<a href="#">Maschinelle Übersetzung</a>	4	SS 2015	Alexander Waibel, Jan Niehues, Mohammed Mediani

## Modellierte Voraussetzungen

## Erfolgskontrolle

Die Erfolgskontrolle erfolgt in Form einer mündlichen Prüfung von i.d.R. 45 Minuten nach § 4 Abs. 2 Nr. 2 SPO.

Teilleistungen

## Empfehlungen

Der vorherige, erfolgreiche Abschluss des Stammoduls *Kognitive Systeme* wird empfohlen, Grundlagen aus der Lehrveranstaltung *Maschinelles Lernen* sind von Vorteil.

## Anmerkungen

### 2.117 Advanced Operating Systems

<b>Leistungspunkte:</b>	06,00	<b>Empfohlenes Fachsemester:</b>
<b>Bausteintyp:</b>	Teilleistung	
<b>Teilleistungsverantwortliche:</b>	Frank Bellosa	
<b>Auslaufend:</b>	Nein	<b>Gültig bis:</b>
<b>Veranstaltungen</b>		

Lehrveranstaltungsnummer	Titel	SWS	Semester	Dozenten
<a href="#">24604</a>	<a href="#">Advanced Operating Systems</a>	4	SS 2015	Frank Bellosa

## Modellierte Voraussetzungen

## Erfolgskontrolle

Die Erfolgskontrolle erfolgt in Form einer mündlichen Prüfung nach § 4 Abs. 2 Nr. 2 SPO.

## Empfehlungen

## Anmerkungen

### 2.118 Reliable Computing I

<b>Leistungspunkte:</b>	03,00	<b>Empfohlenes Fachsemester:</b>
<b>Bausteintyp:</b>	Teilleistung	
<b>Teilleistungsverantwortliche:</b>	Mehdi Baradaran Tahoori	
<b>Auslaufend:</b>	Nein	<b>Gültig bis:</b>
<b>Modellierte Voraussetzungen</b>		

Teilleistungen

### Erfolgskontrolle

Die Erfolgskontrolle erfolgt in Form von mündlichen Prüfungen über die belegten Vorlesungen und Praktia nach § 4 Abs. 2 Nr. 2 SPO.

### Empfehlungen

### Anmerkungen

## 2.119 Testing Digital Systems I

**Leistungspunkte:** 03,00 **Empfohlenes Fachsemester:**  
**Bausteintyp:** Teilleistung  
**Teilleistungsverantwortliche:** Mehdi Baradaran Tahoori  
**Auslaufend:** Nein **Gültig bis:**  
**Veranstaltungen**

Lehrveranstaltungsnummer	Titel	SWS	Semester	Dozenten
<a href="#">24637</a>	<a href="#">Testing Digital Systems I</a>	2	SS 2015	Mehdi Baradaran Tahoori

### Modellierte Voraussetzungen

### Erfolgskontrolle

Die Erfolgskontrolle erfolgt in Form von mündlichen Prüfungen über die belegten Vorlesungen und Praktia nach § 4 Abs. 2 Nr. 2 SPO.

### Empfehlungen

### Anmerkungen

## 2.120 Inhaltsbasierte Bild- und Videoanalyse

**Leistungspunkte:** 03,00 **Empfohlenes Fachsemester:**  
**Bausteintyp:** Teilleistung  
**Teilleistungsverantwortliche:** Rainer Stiefelhagen

Teilleistungen

**Auslaufend:**  
**Veranstaltungen**

Nein

**Gültig bis:**

Lehrveranstaltungsnummer	Titel	SWS	Semester	Dozenten
<a href="#">24628</a>	<a href="#">Inhaltsbasierte Bild- und Videoanalyse</a>	2	SS 2015	Muhammad Saquib Sarfraz, Rainer Stiefelhagen

**Modellierte Voraussetzungen**

**Erfolgskontrolle**

Die Erfolgskontrolle erfolgt in Form einer mündlichen Prüfung im Umfang von i.d.R. 20 Minuten nach § 4 Abs. 2 Nr. 2 SPO.

**Empfehlungen**

Kenntnisse zu Grundlagen der Mustererkennung, wie sie im Stammmodul *Kognitive Systeme* vermittelt werden, werden vorausgesetzt.

**Anmerkungen**

## 2.121 Symmetrische Verschlüsselungsverfahren

**Leistungspunkte:**

03,00

**Empfohlenes Fachsemester:**

**Bausteintyp:**

Teilleistung

**Teilleistungsverantwortliche:**

Jörn Müller-Quade

**Auslaufend:**

Nein

**Gültig bis:**

**Veranstaltungen**

Lehrveranstaltungsnummer	Titel	SWS	Semester	Dozenten
<a href="#">24629</a>	<a href="#">Symmetrische Verschlüsselungsverfahren</a>	2	SS 2015	Jörn Müller-Quade, Willi Geiselman

**Modellierte Voraussetzungen**

Teilleistungen

### Erfolgskontrolle

Die Erfolgskontrolle erfolgt in Form einer mündlichen Prüfung nach § 4 Abs. 2 Nr. 2 SPO.

### Empfehlungen

### Anmerkungen

## 2.122 Anthropomatik: Humanoide Robotik

<b>Leistungspunkte:</b>	03,00	<b>Empfohlenes Fachsemester:</b>
<b>Bausteintyp:</b>	Teilleistung	
<b>Teilleistungsverantwortliche:</b>	Tamim Asfour	<b>Gültig bis:</b>
<b>Auslaufend:</b>	Nein	
<b>Veranstaltungen</b>		

Lehrveranstaltungsnummer	Titel	SWS	Semester	Dozenten
<a href="#">24644</a>	<a href="#">Anthropomatik: Humanoide Robotik</a>	2	SS 2015	David Schiebener,Eren Erdal Aksoy,Martin Do,Nikolaus Vahrenkamp,Peter Kaiser,Tamim Asfour

### Modellierte Voraussetzungen

### Erfolgskontrolle

Die Erfolgskontrolle erfolgt in Form einer mündlichen Prüfung im Umfang von i.d.R. 20 Minuten nach § 4 Abs. 2 Nr. 2 der SPO.

### Empfehlungen

Das Stammmodul *Kognitive Systeme* [IN4INKS] sollte erfolgreich abgeschlossen sein.

- Seminar Humanoide Roboter
- Praktikum Humanoide Roboter
- Robotik 1, Robotik 2, Robotik 3
- Maschinelles Lernen
- Visuelle Perzeption für Mensch-Maschine-Schnittstellen

Teilleistungen

## Anmerkungen

### 2.123 Maschinelles Lernen 2 - Fortgeschrittene Verfahren

**Leistungspunkte:** 03,00 **Empfohlenes Fachsemester:**  
**Bausteintyp:** Teilleistung  
**Teilleistungsverantwortliche:** Johann Marius Zöllner, Rüdiger Dillmann  
**Auslaufend:** Nein **Gültig bis:**  
**Veranstaltungen**

Lehrveranstaltungsnummer	Titel	SWS	Semester	Dozenten
<a href="#">24620</a>	<a href="#">Maschinelles Lernen 2 - Fortgeschrittene Verfahren</a>	2	SS 2015	Johann Marius Zöllner, Rüdiger Dillmann, Stefan Ulbrich

## Modellierte Voraussetzungen

## Erfolgskontrolle

Die Erfolgskontrolle erfolgt in Form von mündlichen Prüfungen (15-20 min.) nach § 4 Abs. 2 Nr. 2 SPO

## Empfehlungen

Der Besuch der Vorlesung **Maschinelles Lernen 1** oder einer vergleichbaren Vorlesung ist sehr hilfreich beim Verständnis der Vorlesung.

## Anmerkungen

### 2.124 Computergrafik

**Leistungspunkte:** 06,00 **Empfohlenes Fachsemester:**  
**Bausteintyp:** Teilleistung  
**Teilleistungsverantwortliche:** Carsten Dachsbacher  
**Auslaufend:** Nein **Gültig bis:**  
**Veranstaltungen**

Lehrveranstaltungsnummer	Titel	SWS	Semester	Dozenten
<a href="#">24081</a>	<a href="#">Computergrafik</a>	4	WS 15/16	Carsten Dachsbacher

## Teilleistungen

--	--	--	--	--

### Modellierte Voraussetzungen

### Erfolgskontrolle

Die Erfolgskontrolle erfolgt in Form einer schriftlichen Prüfung im Umfang von 1 h nach § 4 Abs. 2 Nr. 1 SPO. Für den erfolgreichen Abschluss dieses Moduls ist ein bestandener Leistungsnachweis die Prüfung (Erfolgskontrolle anderer Art nach § 4 Abs. 2 Nr. 3 SPO) notwendig.

### Empfehlungen

### Anmerkungen

## 2.125 Robotik I - Einführung in die Robotik

<b>Leistungspunkte:</b>	06,00	<b>Empfohlenes Fachsemester:</b>
<b>Bausteintyp:</b>	Teilleistung	
<b>Teilleistungsverantwortliche:</b>	Rüdiger Dillmann, Tamim Asfour	
<b>Auslaufend:</b>	Nein	<b>Gültig bis:</b>
<b>Veranstaltungen</b>		

Lehrveranstaltungsnummer	Titel	SWS	Semester	Dozenten
<a href="#">24152</a>	<a href="#">Robotik I - Einführung in die Robotik</a>	3/1	WS 15/16	Heinz Wörn, Nikolaus Jäkel, Rüdiger Dillmann, Sven Schmidt-Rohr, Tamim Asfour

### Modellierte Voraussetzungen

### Erfolgskontrolle

Die Erfolgskontrolle erfolgt in Form einer mündlichen Prüfung im Umfang von i.d.R. 20 Minuten nach § 4 Abs. 2 Nr. 2 SPO. Nach § 6 Abs. 3 SPO wird bei unverhältnismäßig hohem Prüfungsaufwand eine schriftliche Prüfung im Umfang von 60 Minuten anstatt einer mündlichen Prüfung angeboten. Dies wird mindestens 6 Wochen vor der Prüfung bekannt gegeben.

### Empfehlungen

## Teilleistungen

Zur Abrundung ist der nachfolgende Besuch der LVs „Robotik II“, „Robotik III“ und „Mechano-Informatik in der Robotik“ sinnvoll.

### Anmerkungen

## 2.126 Informationsverarbeitung in Sensornetzwerken

<b>Leistungspunkte:</b>	6,00	<b>Empfohlenes Fachsemester:</b>
<b>Bausteintyp:</b>	Teilleistung	
<b>Teilleistungsverantwortliche:</b>		
<b>Auslaufend:</b>	Nein	<b>Gültig bis:</b>
<b>Modellierte Voraussetzungen</b>		

### Erfolgskontrolle

Die Erfolgskontrolle erfolgt in Form einer mündlichen Prüfung im Umfang von i.d.R. 15 Minuten nach § 4 Abs. 2 Nr. 2 der SPO.

### Empfehlungen

Kenntnis der Vorlesungen *Lokalisierung mobiler Agenten* oder *Stochastische Informationsverarbeitung* sind hilfreich.

### Anmerkungen

## 2.127 Verarbeitung natürlicher Sprache und Dialogmodellierung

<b>Leistungspunkte:</b>	3,0	<b>Empfohlenes Fachsemester:</b>
<b>Bausteintyp:</b>	Teilleistung	
<b>Teilleistungsverantwortliche:</b>	Alexander Waibel	
<b>Auslaufend:</b>	Nein	<b>Gültig bis:</b>
<b>Veranstaltungen</b>		

Lehrveranstaltungsnummer	Titel	SWS	Semester	Dozenten
<a href="#">2400007</a>	<a href="#">Verarbeitung natürlicher Sprache und Dialogmodellierung</a>	2	WS 15/16	Alexander Waibel, Jan Niehues, Maria Schmidt

### Modellierte Voraussetzungen

Teilleistungen

### Erfolgskontrolle

Die Erfolgskontrolle erfolgt in Form einer mündlichen Prüfung nach § 4 Abs. 2 Nr. 2 SPO.

### Empfehlungen

Der vorherige, erfolgreiche Abschluss des Stammmoduls *Kognitive Systeme* wird empfohlen.

### Anmerkungen

## 2.128 Praxis der Multikern-Programmierung: Werkzeuge, Modelle, Sprachen

<b>Leistungspunkte:</b>	06,00	<b>Empfohlenes Fachsemester:</b>
<b>Baustein</b> typ:	Teilleistung	
<b>Teilleistungsverantwortliche:</b>		
<b>Auslaufend:</b>	Nein	<b>Gültig bis:</b>
<b>Modellierte Voraussetzungen</b>		

### Erfolgskontrolle

Die Erfolgskontrolle erfolgt in Form einer Erfolgskontrolle anderer Art nach § 4 Abs. 2 Nr. 3 SPO und besteht aus mehreren Teilaufgaben. Die Leistungsbewertung erfolgt anhand von Vorträgen, Ergebnissen aus einem Programmierprojekt, einer Abschlusspräsentation und einem Abschlussbericht.

### Empfehlungen

- Grundlegende Kenntnisse in C/C++ oder Java, Betriebssysteme, Rechnerstrukturen und Softwaretechnik werden vorausgesetzt.
- Erfolgreicher Abschluss einer beliebigen Vorlesung im Modul Parallelverarbeitung [IN4INPV].
- Sehr gute Kenntnisse einer Programmiersprache.
- Allgemeine Kenntnisse aus den Bereichen Rechnerarchitektur, Betriebssysteme, Softwaretechnik.

### Anmerkungen

## 2.129 Virtuelle Systeme

<b>Leistungspunkte:</b>	3,0	<b>Empfohlenes Fachsemester:</b>
-------------------------	-----	----------------------------------

Teilleistungen

<b>Bausteintyp:</b>	Teilleistung	
<b>Teilleistungsverantwortliche:</b>		
<b>Auslaufend:</b>	Nein	<b>Gültig bis:</b>
<b>Modellierte Voraussetzungen</b>		

**Erfolgskontrolle**

Die Erfolgskontrolle erfolgt in Form einer mündlichen Prüfung nach § 4 Abs. 2 Nr. 2 SPO.

**Empfehlungen**

**Anmerkungen**

### 2.130 Vertiefung im Privatrecht

<b>Leistungspunkte:</b>	3	<b>Empfohlenes Fachsemester:</b>
<b>Bausteintyp:</b>	Teilleistung	
<b>Teilleistungsverantwortliche:</b>		
<b>Auslaufend:</b>	Nein	<b>Gültig bis:</b>
<b>Modellierte Voraussetzungen</b>		

**Erfolgskontrolle**

**Empfehlungen**

**Anmerkungen**

### 2.131 Kurven und Flächen im CAD III

<b>Leistungspunkte:</b>	03,00	<b>Empfohlenes Fachsemester:</b>
<b>Bausteintyp:</b>	Teilleistung	
<b>Teilleistungsverantwortliche:</b>	Hartmut Prautzsch	
<b>Auslaufend:</b>	Nein	<b>Gültig bis:</b>
<b>Modellierte Voraussetzungen</b>		

**Erfolgskontrolle**

## Teilleistungen

Die Erfolgskontrolle erfolgt in Form einer mündlichen Gesamtprüfung im Umfang von i.d.R. 45 Minuten nach § 4 Abs. 2 Nr. 2 SPO.  
Die Modulnote ist die Note der mündlichen Prüfung.

## Empfehlungen

## Anmerkungen

### 2.132 Algorithmen II

**Leistungspunkte:** 06,00      **Empfohlenes Fachsemester:**  
**Bausteintyp:** Teilleistung  
**Teilleistungsverantwortliche:**  
**Auslaufend:** Nein      **Gültig bis:**  
**Veranstaltungen**

Lehrveranstaltungsnummer	Titel	SWS	Semester	Dozenten
<a href="#">24079</a>	<a href="#">Algorithmen II</a>	4	WS 15/16	Hartmut Prautzsch

## Modellierte Voraussetzungen

## Erfolgskontrolle

Die Erfolgskontrolle erfolgt in Form einer schriftlichen Prüfung im Umfang von 120 Minuten nach § 4 Abs. 2 Nr. 1 SPO.

## Empfehlungen

## Anmerkungen

### 2.133 Vertragsgestaltung im IT-Bereich

**Leistungspunkte:** 03,00      **Empfohlenes Fachsemester:**  
**Bausteintyp:** Teilleistung  
**Teilleistungsverantwortliche:**  
**Auslaufend:** Nein      **Gültig bis:**  
**Modellierte Voraussetzungen**

Teilleistungen

**Erfolgskontrolle**

**Empfehlungen**

**Anmerkungen**

## 2.134 Kurven und Flächen im CAD II

**Leistungspunkte:** 05,00 **Empfohlenes Fachsemester:**  
**Bausteintyp:** Teilleistung  
**Teilleistungsverantwortliche:** Hartmut Prautzsch  
**Auslaufend:** Nein **Gültig bis:**  
**Veranstaltungen**

Lehrveranstaltungsnummer	Titel	SWS	Semester	Dozenten
<a href="#">24175</a>	<a href="#">Kurven und Flächen im CAD II</a>	2	WS 15/16	Hartmut Prautzsch

**Modellierte Voraussetzungen**

**Erfolgskontrolle**

Die Erfolgskontrolle erfolgt in Form einer mündlichen Prüfung im Umfang von i.d.R. 20-30 Minuten und durch einen benoteten Übungsschein nach § 4 Abs. 2 Nr. 2 und 3 SPO.

Modulnote =  $0.8 \times \text{Note der mündlichen Prüfung} + 0.2 \times \text{Note des Übungsscheins}$ , wobei nur die erste Nachkommastelle ohne Rundung berücksichtigt wird.

**Empfehlungen**

**Anmerkungen**

## 2.135 Vertiefungs-Seminar Governance, Risk & Compliance

**Leistungspunkte:** 3 **Empfohlenes Fachsemester:**  
**Bausteintyp:** Teilleistung

Teilleistungen

**Teilleistungsverantwortliche:**

**Auslaufend:** Nein

**Gültig bis:**

**Modellierte Voraussetzungen**

**Erfolgskontrolle**

**Empfehlungen**

**Anmerkungen**

### 2.136 Basispraktikum Protocol Engineering

**Leistungspunkte:**

04,00

**Empfohlenes Fachsemester:**

**Bausteintyp:**

Teilleistung

**Teilleistungsverantwortliche:**

Martina Zitterbart

**Auslaufend:**

Nein

**Gültig bis:**

**Modellierte Voraussetzungen**

**Erfolgskontrolle**

Erfolgskontrolle: Die Erfolgskontrolle erfolgt benotet nach § 4 Abs. 2 Nr. 3 SPO als Erfolgskontrolle anderer Art. In die Erfolgskontrolle fließen u.a. Präsentation, Dokumentation, Implementierung sowie ein Interoperabilitätstest ein.

**Empfehlungen**

Das Praktikum sollte semesterbegleitend zur LV **Telematik** [24128] belegt werden.

**Anmerkungen**

### 2.137 Anziehbare Robotertechnologien

**Leistungspunkte:**

04,00

**Empfohlenes Fachsemester:**

**Bausteintyp:**

Teilleistung

**Teilleistungsverantwortliche:**

**Auslaufend:**

Nein

**Gültig bis:**

**Veranstaltungen**

## Teilleistungen

Lehrveranstaltungsnummer	Titel	SWS	Semester	Dozenten
<a href="#">2400062</a>	<a href="#">Anziehbare Robotertechnologien</a>	2	SS 2015	Jonas Beil, Julia Borrás Sol, Martin Do, Michael Bechtel, Michael Beigl, Samuel Rader, Tamim Asfour

## Modellierte Voraussetzungen

## Erfolgskontrolle

Es wird 4 Wochen nach Semesterbeginn angekündigt, ob die Erfolgskontrolle in Form einer schriftlichen Prüfung (Klausur) im Umfang von i.d.R. 2h nach § 4 Abs. 2 Nr. 1 SPO oder in Form einer mündlichen Prüfung im Umfang von i.d.R. 30 min. nach § 4 Abs. 2 Nr. 2 SPO stattfinden wird.

## Empfehlungen

Vorlesung Mechano-Informatik in der Robotik

## Anmerkungen

## 2.138 Seminar: Zellularautomaten und diskrete komplexe Systeme

<b>Leistungspunkte:</b>	03,00	<b>Empfohlenes Fachsemester:</b>
<b>Bausteintyp:</b>	Teilleistung	
<b>Teilleistungsverantwortliche:</b>	Thomas Worsch	
<b>Auslaufend:</b>	Nein	<b>Gültig bis:</b>
<b>Modellierte Voraussetzungen</b>		

## Erfolgskontrolle

Die Erfolgskontrolle erfolgt durch Ausarbeiten einer schriftlichen Seminararbeit sowie der Präsentation derselbigen als Erfolgskontrolle anderer Art nach § 4 Abs. 2 Nr. 3 der SPO.

## Empfehlungen

## Anmerkungen

Teilleistungen

### 2.139 Seminar: Zellularautomaten und diskrete komplexe Systeme für Fortgeschrittene

<b>Leistungspunkte:</b>	4,0	<b>Empfohlenes Fachsemester:</b>
<b>Bausteintyp:</b>	Teilleistung	
<b>Teilleistungsverantwortliche:</b>	Thomas Worsch	
<b>Auslaufend:</b>	Nein	<b>Gültig bis:</b>
<b>Modellierte Voraussetzungen</b>		

#### Erfolgskontrolle

Die Erfolgskontrolle erfolgt durch Ausarbeiten einer schriftlichen Seminararbeit sowie der Präsentation derselbigen als Erfolgskontrolle anderer Art nach § 4 Abs. 2 Nr. 3 der SPO.

#### Empfehlungen

#### Anmerkungen

### 2.140 Seminar: Betriebssysteme für Fortgeschrittene

<b>Leistungspunkte:</b>	03,00	<b>Empfohlenes Fachsemester:</b>
<b>Bausteintyp:</b>	Teilleistung	
<b>Teilleistungsverantwortliche:</b>	Frank Bellosa	
<b>Auslaufend:</b>	Nein	<b>Gültig bis:</b>
<b>Modellierte Voraussetzungen</b>		

#### Erfolgskontrolle

Die Erfolgskontrolle erfolgt durch Ausarbeiten einer schriftlichen Seminararbeit sowie der Präsentation derselbigen als Erfolgskontrolle anderer Art nach § 4 Abs. 2 Nr. 3 der SPO. Die Gesamtnote setzt sich aus den benoteten und gewichteten Erfolgskontrollen (i.d.R. 50 % Seminararbeit, 50 % Präsentation) zusammen.

#### Empfehlungen

#### Anmerkungen

### 2.141 Seminar: Systemaspekte des Cloud Computing

<b>Leistungspunkte:</b>	03,00	<b>Empfohlenes Fachsemester:</b>
<b>Bausteintyp:</b>	Teilleistung	
<b>Teilleistungsverantwortliche:</b>	Frank Bellosa	
<b>Auslaufend:</b>	Nein	<b>Gültig bis:</b>
<b>Modellierte Voraussetzungen</b>		

#### Erfolgskontrolle

Die Erfolgskontrolle erfolgt durch Ausarbeiten einer schriftlichen Seminararbeit sowie der Präsentation derselbigen als Erfolgskontrolle anderer Art nach § 4 Abs. 2 Nr. 3 der SPO. Die Gesamtnote setzt sich aus den benoteten und gewichteten Erfolgskontrollen (i.d.R. 50 % Seminararbeit, 50 % Präsentation) zusammen.

#### Empfehlungen

#### Anmerkungen

### 2.142 Seminar: Betriebssysteme

<b>Leistungspunkte:</b>	03,0	<b>Empfohlenes Fachsemester:</b>
<b>Bausteintyp:</b>	Teilleistung	
<b>Teilleistungsverantwortliche:</b>	Frank Bellosa	
<b>Auslaufend:</b>	Nein	<b>Gültig bis:</b>
<b>Modellierte Voraussetzungen</b>		

#### Erfolgskontrolle

Die Erfolgskontrolle erfolgt durch Ausarbeiten einer schriftlichen Seminararbeit sowie der Präsentation derselbigen als Erfolgskontrolle anderer Art nach § 4 Abs. 2 Nr. 3 der SPO. Die Gesamtnote setzt sich aus den benoteten und gewichteten Erfolgskontrollen (i.d.R. 50 % Seminararbeit, 50 % Präsentation) zusammen.

#### Empfehlungen

#### Anmerkungen

### 2.143 Praktikum Systementwurf und Implementierung

<b>Leistungspunkte:</b>	06,00	<b>Empfohlenes Fachsemester:</b>
-------------------------	-------	----------------------------------

Teilleistungen

<b>Bausteintyp:</b>	Teilleistung	
<b>Teilleistungsverantwortliche:</b>	Frank Bellosa	
<b>Auslaufend:</b>	Nein	<b>Gültig bis:</b>
<b>Modellierte Voraussetzungen</b>		

### Erfolgskontrolle

Die Erfolgskontrolle erfolgt in Form einer mündlichen Gesamtprüfung über die belegten Vorlesungen und Praktia im Umfang von i.d.R. 45 Minuten nach § 4 Abs. 2 Nr. 2 SPO.

Praktika: Zusätzlich muss ein unbenoteter Praktikumsschein als Erfolgskontrolle anderer Art nach § 4 Abs. 2 Nr. 3 SPO erbracht werden.

Die Modulnote ist die Note der mündlichen Prüfung.

### Empfehlungen

### Anmerkungen

## 2.144 Power Management Praktikum

<b>Leistungspunkte:</b>	03,00	<b>Empfohlenes Fachsemester:</b>
<b>Bausteintyp:</b>	Teilleistung	
<b>Teilleistungsverantwortliche:</b>	Frank Bellosa	
<b>Auslaufend:</b>	Nein	<b>Gültig bis:</b>
<b>Modellierte Voraussetzungen</b>		

### Erfolgskontrolle

Die Erfolgskontrolle erfolgt in Form einer mündlichen Gesamtprüfung über Vorlesung und Praktikum im Umfang von i.d.R. 30 Minuten nach § 4 Abs. 2 Nr. 2 SPO.

Praktika: Zusätzlich muss ein unbenoteter Übungsschein als Erfolgskontrolle anderer Art nach § 4 Abs. 2 Nr. 3 SPO erbracht werden.

Die Modulnote ist die Note der mündlichen Prüfung.

### Empfehlungen

### Anmerkungen

Teilleistungen

## 2.145 Praktikum Kryptographie

<b>Leistungspunkte:</b>	03,00	<b>Empfohlenes Fachsemester:</b>
<b>Bausteintyp:</b>	Teilleistung	
<b>Teilleistungsverantwortliche:</b>	Dennis Hofheinz, Jörn Müller-Quade	
<b>Auslaufend:</b>	Nein	<b>Gültig bis:</b>
<b>Modellierte Voraussetzungen</b>		

### Erfolgskontrolle

Erfolgskontrolle anderer Art.

### Empfehlungen

Das Stammmodul Sicherheit sollte als Grundlage geprüft worden sein.

### Anmerkungen

## 2.146 Praktikum Kryptoanalyse

<b>Leistungspunkte:</b>	03,00	<b>Empfohlenes Fachsemester:</b>
<b>Bausteintyp:</b>	Teilleistung	
<b>Teilleistungsverantwortliche:</b>	Dennis Hofheinz, Jörn Müller-Quade	
<b>Auslaufend:</b>	Nein	<b>Gültig bis:</b>
<b>Modellierte Voraussetzungen</b>		

### Erfolgskontrolle

Erfolgskontrolle anderer Art.

### Empfehlungen

Das Stammmodul Sicherheit sollte als Grundlage geprüft worden sein.

### Anmerkungen

Teilleistungen

## 2.147 Praktikum Sicherheit

<b>Leistungspunkte:</b>	04,00	<b>Empfohlenes Fachsemester:</b>
<b>Bausteintyp:</b>	Teilleistung	
<b>Teilleistungsverantwortliche:</b>	Dennis Hofheinz, Jörn Müller-Quade	
<b>Auslaufend:</b>	Nein	<b>Gültig bis:</b>
<b>Modellierte Voraussetzungen</b>		

### Erfolgskontrolle

Erfolgskontrolle anderer Art.

### Empfehlungen

### Anmerkungen

## 2.148 Seminar Kryptographie

<b>Leistungspunkte:</b>	03,00	<b>Empfohlenes Fachsemester:</b>
<b>Bausteintyp:</b>	Teilleistung	
<b>Teilleistungsverantwortliche:</b>	Dennis Hofheinz, Jörn Müller-Quade	
<b>Auslaufend:</b>	Nein	<b>Gültig bis:</b>
<b>Modellierte Voraussetzungen</b>		

### Erfolgskontrolle

Die Erfolgskontrolle erfolgt durch Ausarbeiten einer schriftlichen Seminararbeit sowie der Präsentation derselbigen als Erfolgskontrolle anderer Art nach § 4 Abs. 2 Nr. 3 SPO Master Informatik. Die Gesamtnote setzt sich aus den benoteten und gewichteten Erfolgskontrollen (in der Regel 50 % Seminararbeit, 50 % Präsentation) zusammen.

### Empfehlungen

Das Stammmodul Sicherheit sollte als Grundlage geprüft worden sein.

### Anmerkungen

## 2.149 Seminar Sicherheit

<b>Leistungspunkte:</b>	03,00	<b>Empfohlenes Fachsemester:</b>
<b>Bausteintyp:</b>	Teilleistung	
<b>Teilleistungsverantwortliche:</b>	Dennis Hofheinz, Jörn Müller-Quade	
<b>Auslaufend:</b>	Nein	<b>Gültig bis:</b>
<b>Modellierte Voraussetzungen</b>		

### Erfolgskontrolle

Die Erfolgskontrolle erfolgt durch Ausarbeiten einer schriftlichen Seminararbeit sowie der Präsentation derselben als Erfolgskontrolle anderer Art nach § 4 Abs. 2 Nr. 3 SPO Master Informatik. Die Gesamtnote setzt sich aus den benoteten und gewichteten Erfolgskontrollen (in der Regel 50 % Seminararbeit, 50 % Präsentation) zusammen.

### Empfehlungen

Das Stammmodul Sicherheit sollte als Grundlage gepr&#252;ft worden sein.

### Anmerkungen

## 2.150 Praktikum: Visual Computing 1

<b>Leistungspunkte:</b>	06,00	<b>Empfohlenes Fachsemester:</b>
<b>Bausteintyp:</b>	Teilleistung	
<b>Teilleistungsverantwortliche:</b>	Carsten Dachsbacher	
<b>Auslaufend:</b>	Nein	<b>Gültig bis:</b>
<b>Modellierte Voraussetzungen</b>		

### Erfolgskontrolle

Die Erfolgskontrolle erfolgt in Form von einer praktischen Arbeit, Vorträgen und ggf. einer schriftlichen Ausarbeitung nach § 4 Abs. 2 Nr. 3 SPO. Schriftliche Ausarbeitung, Vorträge und praktische Arbeit werden je nach Veranstaltung gewichtet.

Die Gesamtnote des Moduls wird aus den gewichteten Teilnoten gebildet und nach der ersten Kommastelle abgeschnitten.

### Empfehlungen

Teilleistungen

Kenntnisse zu Grundlagen aus Computergrafik oder Algorithmen der Computergrafik sind empfehlenswert.

**Anmerkungen**

## 2.151 Praktikum: Visual Computing 2

**Leistungspunkte:** 06,00 **Empfohlenes Fachsemester:**  
**Bausteintyp:** Teilleistung  
**Teilleistungsverantwortliche:** Carsten Dachsbacher  
**Auslaufend:** Nein **Gültig bis:**  
**Modellierte Voraussetzungen**

**Erfolgskontrolle**

Die Erfolgskontrolle erfolgt in Form von einer praktischen Arbeit, Vorträgen und ggf. einer schriftlichen Ausarbeitung nach § 4 Abs. 2 Nr. 3 SPO. Schriftliche Ausarbeitung, Vorträge und praktische Arbeit werden je nach Veranstaltung gewichtet.

Die Gesamtnote des Moduls wird aus den gewichteten Teilnoten gebildet und nach der ersten Kommastelle abgeschnitten.

**Empfehlungen**

Kenntnisse zu Grundlagen aus Computergrafik oder Algorithmen der Computergrafik sind empfehlenswert.

**Anmerkungen**

## 2.152 Komplexitätstheorie, mit Anwendungen in der Kryptographie

**Leistungspunkte:** 06,00 **Empfohlenes Fachsemester:**  
**Bausteintyp:** Teilleistung  
**Teilleistungsverantwortliche:** Dennis Hofheinz, Jörn Müller-Quade  
**Auslaufend:** Nein **Gültig bis:**  
**Veranstaltungen**

Lehrveranstaltungsnummer	Titel	SWS	Semester	Dozenten
<a href="#">2400063</a>	<a href="#">Komplexitätstheorie, mit Anwendungen in der Kryptographie</a>	4	WS 15/16	Dennis Hofheinz

Teilleistungen

### **Modellierte Voraussetzungen**

### **Erfolgskontrolle**

Die Erfolgskontrolle erfolgt in Form einer mündlichen Prüfung im Umfang von i.d.R. 20 Minuten nach § 4 Abs. 2 Nr. 2 SPO.

### **Empfehlungen**

### **Anmerkungen**

## **2.153 Seminar Rekonfigurierbare und Adaptive Systeme**

<b>Leistungspunkte:</b>	3	<b>Empfohlenes Fachsemester:</b>
<b>Bausteintyp:</b>	Teilleistung	
<b>Teilleistungsverantwortliche:</b>	Jörg Henkel	
<b>Auslaufend:</b>	Nein	<b>Gültig bis:</b>
<b>Modellierte Voraussetzungen</b>		

### **Erfolgskontrolle**

Die Erfolgskontrolle erfolgt durch Ausarbeiten einer schriftlichen Seminararbeit sowie der Präsentation derselbigen als Erfolgskontrolle anderer Art nach § 4 Abs. 2 Nr. 3 der SPO. Die Gesamtnote setzt sich aus den benoteten und gewichteten Erfolgskontrollen (i.d.R. 50 % Seminararbeit, 50 % Präsentation) zusammen.

### **Empfehlungen**

Kenntnisse zu Grundlagen aus der Vorlesung „Rekonfigurierbare und Adaptive Systeme“ (IN4INRAS) sind hilfreich.

### **Anmerkungen**

## **2.154 Seminar: Zuverlässige On-Chip Systeme**

<b>Leistungspunkte:</b>	03,00	<b>Empfohlenes Fachsemester:</b>
<b>Bausteintyp:</b>	Teilleistung	
<b>Teilleistungsverantwortliche:</b>	Jörg Henkel	

Teilleistungen

**Auslaufend:** Nein **Gültig bis:**  
**Modellierte Voraussetzungen**

### Erfolgskontrolle

Die Erfolgskontrolle erfolgt durch Ausarbeiten einer schriftlichen Seminararbeit sowie der Präsentation derselbigen als Erfolgskontrolle anderer Art nach § 4 Abs. 2 Nr. 3 der SPO. Die Gesamtnote setzt sich aus den benoteten und gewichteten Erfolgskontrollen (i.d.R. 50 % Seminararbeit, 50 % Präsentation) zusammen.

### Empfehlungen

Keine

### Anmerkungen

## 2.155 Praktikum Entwurf von eingebetteten applikationsspezifischen Prozessoren

**Leistungspunkte:** 04,00 **Empfohlenes Fachsemester:**  
**Bausteintyp:** Teilleistung  
**Teilleistungsverantwortliche:** Jörg Henkel  
**Auslaufend:** Nein **Gültig bis:**  
**Veranstaltungen**

Lehrveranstaltungsnummer	Titel	SWS	Semester	Dozenten
<a href="#">24302</a>	<a href="#">Praktikum Entwurf von eingebetteten applikationsspezifischen Prozessoren</a>	4	WS 15/16	Hussam Amrouch,Jörg Henkel,Lars Bauer

### Modellierte Voraussetzungen

### Erfolgskontrolle

Die Erfolgskontrolle erfolgt in Form von einer praktischen Arbeit, Vorträgen und ggf. einer schriftlichen Ausarbeitung nach § 4 Abs. 2 Nr. 3. Schriftliche Ausarbeitung, Vorträge und praktische Arbeit werden je nach Veranstaltung gewichtet.

Die Gesamtnote des Moduls wird aus den gewichteten Teilnoten gebildet und nach der ersten Kommastelle abgeschnitten.

### Empfehlungen

Teilleistungen

## Anmerkungen

### 2.156 Seminar: Eingebettete Systeme

<b>Leistungspunkte:</b>	03,00	<b>Empfohlenes Fachsemester:</b>
<b>Bausteintyp:</b>	Teilleistung	
<b>Teilleistungsverantwortliche:</b>	Jörg Henkel	
<b>Auslaufend:</b>	Nein	<b>Gültig bis:</b>
<b>Modellierte Voraussetzungen</b>		

#### Erfolgskontrolle

Die Erfolgskontrolle erfolgt durch Ausarbeiten einer schriftlichen Seminararbeit sowie der Präsentation derselbigen als Erfolgskontrolle anderer Art nach § 4 Abs. 2 Nr. 3 der SPO. Die Gesamtnote setzt sich aus den benoteten und gewichteten Erfolgskontrollen (i.d.R. 50 % Seminararbeit, 50 % Präsentation) zusammen.

#### Empfehlungen

## Anmerkungen

### 2.157 Praktikum Web-Anwendungen und Serviceorientierte Architekturen (II)

<b>Leistungspunkte:</b>	4	<b>Empfohlenes Fachsemester:</b>
<b>Bausteintyp:</b>	Teilleistung	
<b>Teilleistungsverantwortliche:</b>	Sebastian Abeck	
<b>Auslaufend:</b>	Nein	<b>Gültig bis:</b>

1 von 1 müssen erfüllt sein:

Web-Anwendungen und Serviceorientierte Architekturen (II)	Modul	Begonnen
---	-------	----------

#### Modellierte Voraussetzungen

#### Erfolgskontrolle

Die Erfolgskontrolle erfolgt durch Ausarbeiten einer schriftlichen Ergebnisdokumentation sowie der Präsentation derselbigen als Erfolgskontrolle anderer Art nach § 4 Abs. 2 Nr. 3 SPO.

#### Empfehlungen

## Anmerkungen

Teilleistungen

## 2.158 Seminar Angewandte Geometrie und Geometrisches Geometrisches Design

**Leistungspunkte:** 03,00 **Empfohlenes Fachsemester:**  
**Bausteintyp:** Teilleistung  
**Teilleistungsverantwortliche:** Hartmut Prautzsch  
**Auslaufend:** Nein **Gültig bis:**  
**Modellierte Voraussetzungen**

**Erfolgskontrolle**

**Empfehlungen**

**Anmerkungen**

## 2.159 Datenbank-Praktikum

**Leistungspunkte:** 04,00 **Empfohlenes Fachsemester:**  
**Bausteintyp:** Teilleistung  
**Teilleistungsverantwortliche:** Klemens Böhm  
**Auslaufend:** Nein **Gültig bis:**  
**Veranstaltungen**

Lehrveranstaltungsnummer	Titel	SWS	Semester	Dozenten
<a href="#">24286</a>	<a href="#">Datenbankpraktikum</a>	2	WS 15/16	Klemens Böhm, Martin Schäler

**Modellierte Voraussetzungen**

**Erfolgskontrolle**

Die Erfolgskontrolle erfolgt in Form einer mündlichen Prüfung im Umfang von i.d.R. 20 Minuten nach § 4 Abs. 2 Nr. 2 SPO über die gewählte Vorlesung.

Zusätzlich muss ein unbenoteter Übungsschein als Erfolgskontrolle anderer Art nach § 4 Abs. 2 Nr. 3 SPO für das Praktikum erbracht werden.

Die Modulnote ist die Note der mündlichen Prüfung.

Teilleistungen

## Empfehlungen

## Anmerkungen

### 2.160 Praktikum: Analyse großer Datenbestände

<b>Leistungspunkte:</b>	04,00	<b>Empfohlenes Fachsemester:</b>
<b>Bausteintyp:</b>	Teilleistung	
<b>Teilleistungsverantwortliche:</b>	Klemens Böhm	
<b>Auslaufend:</b>	Nein	<b>Gültig bis:</b>
<b>Modellierte Voraussetzungen</b>		

## Erfolgskontrolle

Die Erfolgskontrolle erfolgt in Form einer mündlichen Prüfung im Umfang von i.d.R. 20 Minuten nach § 4 Abs. 2 Nr. 2 SPO über die gewählte Vorlesung.

Zusätzlich muss ein unbenoteter Übungsschein als Erfolgskontrolle anderer Art nach § 4 Abs. 2 Nr. 3 SPO für das Praktikum erbracht werden.

Die Modulnote ist die Note der mündlichen Prüfung.

## Empfehlungen

Es wird empfohlen, die LV *Analysetechniken für große Datenbestände* [24118] zu belegen, sofern diese nicht bereits geprüft wurde.

## Anmerkungen

### 2.161 Praktikum Geometrisches Modellieren

<b>Leistungspunkte:</b>	03,00	<b>Empfohlenes Fachsemester:</b>
<b>Bausteintyp:</b>	Teilleistung	
<b>Teilleistungsverantwortliche:</b>	Hartmut Prautzsch	
<b>Auslaufend:</b>	Nein	<b>Gültig bis:</b>
<b>Veranstaltungen</b>		

Lehrveranstaltungsnummer	Titel	SWS	Semester	Dozenten
<a href="#">2400024</a>	<a href="#">Geometrisches Modellieren</a>	2	WS 15/16	Hartmut Prautzsch, Pawel Herman

## Teilleistungen

--	--	--	--	--

### Modellierte Voraussetzungen

### Erfolgskontrolle

Die Erfolgskontrolle erfolgt unbenotet in Form einer Erfolgskontrolle anderer Art nach § 4 Abs. 2 Nr. 3 SPO und besteht aus Programmen zur Lösung der Aufgaben und ihrer Vorführung.

Die Veranstaltung wird mit "bestanden" oder "nicht bestanden" bewertet (§ 7 Abs. 3 SPO). Zum Bestehen des Praktikums müssen alle Teilaufgaben erfolgreich bestanden werden.

### Empfehlungen

### Anmerkungen

## 2.162 Praktikum: Diskrete Freiformflächen

**Leistungspunkte:**

06,00

**Empfohlenes Fachsemester:**

**Bausteintyp:**

Teilleistung

**Teilleistungsverantwortliche:**

Hartmut Prautzsch

**Auslaufend:**

Nein

**Gültig bis:**

**Veranstaltungen**

Lehrveranstaltungsnummer	Titel	SWS	Semester	Dozenten
<a href="#">2400023</a>	<a href="#">Diskrete Freiformflächen</a>	4	WS 15/16	Hartmut Prautzsch, Pawel Herman

### Modellierte Voraussetzungen

### Erfolgskontrolle

Die Erfolgskontrolle erfolgt als benotete "Erfolgskontrolle anderer Art" nach § 4 Abs. 2 Nr. 3 SPO in Form praktischer Arbeiten und Präsentationen.

Die Note ergibt sich zu gleichen Teilen aus der Bewertung der praktischen Arbeit und ihrer Präsentation.

Teilleistungen

## Empfehlungen

Programmierkenntnisse in z.B. C++ sind hilfreich. Das Praktikum und das Modul „Digitale Flächen“ ergänzen sich.

## Anmerkungen

### 2.163 Seminar Service-orientierte Architekturen

<b>Leistungspunkte:</b>	03,00	<b>Empfohlenes Fachsemester:</b>
<b>Bausteintyp:</b>	Teilleistung	
<b>Teilleistungsverantwortliche:</b>	Sebastian Abeck	
<b>Auslaufend:</b>	Nein	<b>Gültig bis:</b>
<b>Veranstaltungen</b>		

Lehrveranstaltungsnummer	Titel	SWS	Semester	Dozenten
<a href="#">2400072</a>	<a href="#">Seminar Service-orientierte Architekturen</a>		WS 15/16	Roland Heinz Steinegger, Sebastian Abeck

## Modellierte Voraussetzungen

## Erfolgskontrolle

Die Erfolgskontrolle erfolgt durch Ausarbeiten einer schriftlichen Ergebnisdokumentation sowie der Präsentation derselben als Erfolgskontrolle anderer Art nach § 4 Abs. 2 Nr. 3 SPO.

## Empfehlungen

## Anmerkungen

### 2.164 Seminar Informationssysteme

<b>Leistungspunkte:</b>	04,00	<b>Empfohlenes Fachsemester:</b>
<b>Bausteintyp:</b>	Teilleistung	
<b>Teilleistungsverantwortliche:</b>	Klemens Böhm	
<b>Auslaufend:</b>	Nein	<b>Gültig bis:</b>
<b>Modellierte Voraussetzungen</b>		

Teilleistungen

### Erfolgskontrolle

Die Erfolgskontrolle erfolgt durch Ausarbeiten einer schriftlichen Seminararbeit sowie durch Präsentation derselbigen als benotete Erfolgskontrolle anderer Art nach § 4 Abs. 2 Nr. 3 SPO. Die Seminarnote entspricht dabei der schriftlichen Leistung, kann aber durch die Präsentationsleistung um bis zu zwei Notenstufen gesenkt bzw. angehoben werden. Im Falle eines Abbruchs der Seminararbeit nach Ausgabe des des Themas, wird das Seminar mit der Note 5,0 bewertet.

### Empfehlungen

Zum Thema des Seminars passende Vorlesungen am Lehrstuhl für Systeme der Informationsverwaltung werden dringend empfohlen.

### Anmerkungen

## 2.165 Rationale Splines Vorlesung

<b>Leistungspunkte:</b>	03,00	<b>Empfohlenes Fachsemester:</b>
<b>Bausteintyp:</b>	Teilleistung	
<b>Teilleistungsverantwortliche:</b>		
<b>Auslaufend:</b>	Nein	<b>Gültig bis:</b>
<b>Modellierte Voraussetzungen</b>		

### Erfolgskontrolle

Die Erfolgskontrolle erfolgt in Form einer mündlichen Prüfung im Umfang von i.d.R. 30 Minuten und durch einen benoteten Übungsschein nach § 4 Abs. 2 Nr. 2 und 3 SPO.

Modulnote =  $0.8 \times \text{Note der mündlichen Prüfung} + 0.2 \times \text{Note des Übungsscheins}$ , wobei nur die erste Nachkommastelle ohne Rundung berücksichtigt wird.

### Empfehlungen

### Anmerkungen

## 2.166 Rationale Splines Übung

<b>Leistungspunkte:</b>	2	<b>Empfohlenes Fachsemester:</b>
<b>Bausteintyp:</b>	Teilleistung	

Teilleistungen

**Teilleistungsverantwortliche:** Hartmut Prautzsch  
**Auslaufend:** Nein **Gültig bis:**  
**Modellierte Voraussetzungen**

**Erfolgskontrolle**

**Empfehlungen**

**Anmerkungen**

## 2.167 Seminar: Ubiquitäre Systeme

**Leistungspunkte:** 03,00 **Empfohlenes Fachsemester:**  
**Bausteintyp:** Teilleistung  
**Teilleistungsverantwortliche:** Michael Beigl  
**Auslaufend:** Nein **Gültig bis:**  
**Modellierte Voraussetzungen**

**Erfolgskontrolle**

Die Erfolgskontrolle der Seminare und Praktika erfolgt als benotete Erfolgskontrolle anderer Art nach § 4 Abs. 2 Nr. 3 SPO.

**Empfehlungen**

**Anmerkungen**

## 2.168 Praktikum: Sensorbasierte HCI Systeme

**Leistungspunkte:** 05,00 **Empfohlenes Fachsemester:**  
**Bausteintyp:** Teilleistung  
**Teilleistungsverantwortliche:** Michael Beigl  
**Auslaufend:** Nein **Gültig bis:**  
**Modellierte Voraussetzungen**

**Erfolgskontrolle**

Die Erfolgskontrolle erfolgt als benotete Erfolgskontrolle anderer Art nach § 4 Abs. 2 Nr. 3 SPO.

**Empfehlungen**

Teilleistungen

### Anmerkungen

## 2.169 Praktikum: Kontextsensitive ubiquitäre Systeme

<b>Leistungspunkte:</b>	5	<b>Empfohlenes Fachsemester:</b>
<b>Bausteintyp:</b>	Teilleistung	
<b>Teilleistungsverantwortliche:</b>	Michael Beigl	
<b>Auslaufend:</b>	Nein	<b>Gültig bis:</b>
<b>Modellierte Voraussetzungen</b>		

### Erfolgskontrolle

Die Erfolgskontrolle erfolgt als benotete Erfolgskontrolle anderer Art nach § 4 Abs. 2 Nr. 3 SPO.

### Empfehlungen

Das Praktikum ist idealerweise begleitend zur Vorlesung Kontextsensitive Systeme (24658) zu belegen.

### Anmerkungen

## 2.170 Energieinformatik 1

<b>Leistungspunkte:</b>	5	<b>Empfohlenes Fachsemester:</b>
<b>Bausteintyp:</b>	Teilleistung	
<b>Teilleistungsverantwortliche:</b>	Veit Hagenmeyer	
<b>Auslaufend:</b>	Nein	<b>Gültig bis:</b>
<b>Veranstaltungen</b>		

Lehrveranstaltungsnummer	Titel	SWS	Semester	Dozenten
<a href="#">2400058</a>	<a href="#">Energieinformatik 1</a>	Lehrveranstaltung mit Übung 4/2	WS 15/16	Veit Hagenmeyer

### Modellierte Voraussetzungen

### Erfolgskontrolle

Teilleistungen

Die Art der Erfolgskontrolle wird noch bekannt gegeben.

**Empfehlungen**

**Anmerkungen**

## 2.171 Seminar Big Data Tools

**Leistungspunkte:** 3 **Empfohlenes Fachsemester:**  
**Bausteintyp:** Teilleistung  
**Teilleistungsverantwortliche:** Achim Streit  
**Auslaufend:** Nein **Gültig bis:**  
**Veranstaltungen**

Lehrveranstaltungsnummer	Titel	SWS	Semester	Dozenten
<a href="#">2400031</a>	<a href="#">Big Data Tools</a>	2	WS 15/16	Achim Streit,Ugur Cayoglu

**Modellierte Voraussetzungen**

**Erfolgskontrolle**

Die Erfolgskontrolle erfolgt in Form einer Erfolgskontrolle anderer Art nach § 4 Abs. 2 Nr. 3 SPO.

**Empfehlungen**

**Anmerkungen**

## 2.172 Seminar Advanced Topics in Parallel Programming

**Leistungspunkte:** 3 **Empfohlenes Fachsemester:**  
**Bausteintyp:** Teilleistung  
**Teilleistungsverantwortliche:** Achim Streit  
**Auslaufend:** Nein **Gültig bis:**  
**Modellierte Voraussetzungen**

Teilleistungen

### Erfolgskontrolle

Die Erfolgskontrolle erfolgt in Form einer Erfolgskontrolle anderer Art nach § 4 Abs. 2 Nr. 3 SPO.

### Empfehlungen

### Anmerkungen

## 2.173 Praktikum Praxis der Telematik

**Leistungspunkte:** 06,00      **Empfohlenes Fachsemester:**  
**Bausteintyp:** Teilleistung  
**Teilleistungsverantwortliche:**  
**Auslaufend:** Nein      **Gültig bis:**  
**Veranstaltungen**

Lehrveranstaltungsnummer	Titel	SWS	Semester	Dozenten
<a href="#">24316</a>	<a href="#">Praxis der Telematik</a>	4	WS 15/16	Mario Hock, Martin Florian, Martina Zitterbart, Matthias Flittner, Robert Bauer

### Modellierte Voraussetzungen

### Erfolgskontrolle

Erfolgskontrolle: Die Erfolgskontrolle erfolgt benotet nach § 4 Abs. 2 Nr. 3 SPO als Erfolgskontrolle anderer Art. In die Erfolgskontrolle fließen u.a. Präsentation, Dokumentation, Implementierung sowie ein Interoperabilitätstest ein

### Empfehlungen

### Anmerkungen

## 2.174 Seminar Internet und Gesellschaft - gesellschaftliche Werte und technische Umsetzung

**Leistungspunkte:** 3      **Empfohlenes Fachsemester:**  
**Bausteintyp:** Teilleistung  
**Teilleistungsverantwortliche:**

Teilleistungen

**Auslaufend:** Nein **Gültig bis:**  
**Veranstaltungen**

Lehrveranstaltungsnummer	Titel	SWS	Semester	Dozenten
<a href="#">2400061</a>	<a href="#">Internet und Gesellschaft - gesellschaftliche Werte und technische Umsetzung</a>	2	SS 2015	Armin Grunwald, Hannes Hartenstein, Martina Zitterbart, Matthias Bäcker

**Modellierte Voraussetzungen**

**Erfolgskontrolle**

Die Erfolgskontrolle erfolgt als Erfolgskontrolle anderer Art nach § 4 Abs. 2 Nr. 3 SPO.

**Empfehlungen**

**Anmerkungen**

## 2.175 Projektpraktikum: Software Defined Networking

**Leistungspunkte:** 6 **Empfohlenes Fachsemester:**  
**Bausteintyp:** Teilleistung  
**Teilleistungsverantwortliche:** Martina Zitterbart  
**Auslaufend:** Nein **Gültig bis:**  
**Veranstaltungen**

Lehrveranstaltungsnummer	Titel	SWS	Semester	Dozenten
<a href="#">24899</a>	<a href="#">Projektpraktikum: Software Defined Networking</a>	2	SS 2015	Mario Hock, Martina Zitterbart, Robert Bauer

**Modellierte Voraussetzungen**

**Erfolgskontrolle**

## Teilleistungen

Die Erfolgskontrolle erfolgt in Form einer Erfolgskontrolle anderer Art nach § 4 Abs. 2 Nr. 3 SPO

### Empfehlungen

Kenntnisse in einer Programmiersprache (Java, C++, Python, ...) und die Vorlesungsinhalte der Telematik werden vorausgesetzt. Vorkenntnisse im Bereich SDN sind nicht zwingend erforderlich: das Thema wird im Rahmen einer Einführungsaufgabe zu Beginn des Praktikums eingeführt. Hinweis: Die erfolgreiche Teilnahme an der Einführungsaufgabe ist Voraussetzung für die weitere Teilnahme am Praktikum.

### Anmerkungen

## 2.176 Algorithmische Graphentheorie

<b>Leistungspunkte:</b>	5	<b>Empfohlenes Fachsemester:</b>
<b>Bausteintyp:</b>	Teilleistung	
<b>Teilleistungsverantwortliche:</b>	Ignaz Rutter	
<b>Auslaufend:</b>	Nein	<b>Gültig bis:</b>
<b>Veranstaltungen</b>		

Lehrveranstaltungsnummer	Titel	SWS	Semester	Dozenten
<a href="#">2400043</a>	<a href="#">Algorithmische Graphentheorie</a>	2+1	WS 15/16	Ignaz Rutter, Thomas Bläsius

### Modellierte Voraussetzungen

### Erfolgskontrolle

Die Erfolgskontrolle erfolgt in Form einer mündlichen Prüfung nach § 4 Abs. 2 Nr. 2 SPO.

### Empfehlungen

### Anmerkungen

## 2.177 Masterarbeit

<b>Leistungspunkte:</b>	30,00	<b>Empfohlenes Fachsemester:</b>
<b>Bausteintyp:</b>	Teilleistung	
<b>Teilleistungsverantwortliche:</b>	Bernhard Beckert	
<b>Auslaufend:</b>	Nein	<b>Gültig bis:</b>
<b>Modellierte Voraussetzungen</b>		

### Erfolgskontrolle

Die Masterarbeit ist in § 11 der SPO Master Informatik geregelt. Die Begutachtung und Bewertung erfolgt nach § 11 Abs. 7 der SPO Master Informatik von einem Betreuer sowie in der Regel von einem weiteren Prüfer der Fakultät.

### Empfehlungen

### Anmerkungen

