



UNIVERSITÄT ZU LÜBECK

Modulhandbuch für den Studiengang

# Master IT-Sicherheit 2019



## Praktische Informatik

Informationssysteme (CS4130-KP06, CS4130, InfoSys)	1
Verteilte Systeme (CS4150-KP06, CS4150SJ14, VertSys14)	3

## Theoretische Informatik

Algorithmik (CS4000-KP06, CS4000SJ14, ALG14)	5
Spezifikation und Modellierung (CS4020-KP06, CS4020SJ14, SpezMod14)	7

## Technische Informatik

Echtzeitsysteme (CS4160-KP06, CS4160SJ14, Echtzeit14)	9
Parallelrechnersysteme (CS4170-KP06, CS4170SJ14, ParaRSys14)	11

## Modulteil

Modulteil: Computergestützter Schaltungsentwurf (CS3110 T, SchaltEnta)	13
Modulteil: Mobile und verteilte Datenbanken (CS4140 T, MVDBa)	15
Modulteil: Systemarchitekturen für verteilte Anwendungen (CS4151 T, SVAA)	17
Modulteil: Mustererkennung (CS4220 T, MEa)	19
Modulteil: Neuroinformatik (CS4405 T, Neurolnfa)	21
Modulteil: Ambient Computing (CS4670 T, AmbCompa)	23
Modulteil: Web-Mining-Agenten (CS5131 T, WebMininga)	25
Modulteil: Semantic Web (CS5140 T, SemWeba)	27
Modulteil: Organic Computing (CS5150 T, OrganicCoa)	29
Modulteil: Drahtlose Sensornetze (CS5153 T, DISensorNa)	31
Modulteil: Advanced Internet Technologies (CS5158 T, AdInternea)	33
Modulteil: Hardware/Software Co-Design (CS5170 T, HWSWCoda)	35
Modulteil: Projektpraktikum Signal- und Bildverarbeitung (CS5194 T, PrSigBildv)	37
Modulteil: Sprach- und Audiosignalverarbeitung (CS5260SJ14 T, SprachA14a)	39
Modulteil: Ausgewählte Methoden der Signalanalyse und -verbesserung (CS5275 T, AMSAVa)	41
Modulteil: Seminar Maschinelles Lernen (CS5430 T, SemMaschLa)	43
Modulteil: Maschinelles Lernen (CS5450 T, MaschLerna)	44

## IT-Sicherheit

Blockpraktikum IT-Sicherheit (CS4421-KP16, FallStuITS)	46
Blockpraktikum IT-Sicherheit (CS4422-KP10, FallStuITS)	48
Kommunikations- und Systemsicherheit (CS4701-KP06, KoSyS)	50
Aktuelle Themen IT-Sicherheit (CS5195-KP04, AktTheITS)	52



Masterarbeit IT-Sicherheit (CS5993-KP30, MScITS)

54

## Vertiefung Informatik

Algorithmik, Logik und Komplexität (CS4501-KP12, CS4501, ALK14)	55
Ambient Computing und Anwendungen (CS4503-KP12, CS4503, AmbCompA)	57
Cyber Physical Systems (CS4504-KP12, CS4504, CPS)	59
Systemarchitektur (CS4505-KP12, CS4505, SysArch)	61
Datenmanagement (CS4508-KP12, CS4508, DatManag)	62
Internet-Strukturen und Protokolle / Internet-Technologien (CS4509-KP12, CS4509, Internet)	63
Signalanalyse (CS4510-KP12, CS4510, SignalAna)	65
Lernende Systeme (CS4511-KP12, CS4511, LernSys)	67
Intelligente Agenten (CS4514-KP12, IntAgents)	69
Architekturen für verteilte Kommunikationssysteme (CS4517-KP12, ArchVeK)	71
Aktuelle und zukünftige Netzwerktechnologien (CS4518-KP12, AzuNet)	73

## IT-Sicherheit Security und Privacy

Kryptographische Protokolle (CS4210-KP06, CS4210, KrypProto)	75
Modellierung und Analyse von Sicherheit (CS4211-KP06, CS4211, SecurAna_a)	77
Netze und mobile Systeme (CS4450-KP06, NetzeMobSy)	79
Privacy (CS4451-KP06, Privacy)	80
Computer Security (CS4702-KP06, CoSec)	82
Advanced Cryptology (CS4703-KP06, AdvCrypto)	84
Fortgeschrittene Methoden der Systemsicherheitsforschung (CS4704-KP06, AdvSysSec)	86
Kryptographische Technik (CS4705-KP06, CryEng)	87
Trustworthy AI (CS5075-KP06, TrustAI)	89

## IT-Sicherheit Safety und Reliability

Model Checking (CS4138-KP06, CS4138SJ14, ModelChe14)	91
Runtime Verification und Testen (CS4139-KP06, CS4139, RVTesten)	92
Technische Zuverlässigkeit (CS4452-KP06, TechZuv)	94
Statische Analyse (CS5220-KP06, StatAna)	96

**CS4130-KP06, CS4130 - Informationssysteme (InfoSys)**

<b>Dauer:</b> 1 Semester	<b>Angebotsturnus:</b> Jedes Sommersemester	<b>Leistungspunkte:</b> 6
-----------------------------	--	------------------------------

**Studiengang, Fachgebiet und Fachsemester:**

- Master Informatik 2019 (Pflicht), Kanonische Vertiefung Data Science und KI, Beliebige Fachsemester
- Master Entrepreneurship in digitalen Technologien 2020 (Basismodul), Praktische Informatik, 1. oder 2. Fachsemester
- Master Medieninformatik 2020 (Wahlpflicht), Informatik, Beliebige Fachsemester
- Master Informatik 2019 (Basismodul), Praktische Informatik, 1. oder 2. Fachsemester
- Master Medizinische Informatik 2019 (Basismodul), Praktische Informatik, 1. oder 2. Fachsemester
- Master Robotics and Autonomous Systems 2019 (Wahlpflicht), Wahlpflicht, 1. oder 2. Fachsemester
- Master IT-Sicherheit 2019 (Basismodul), Praktische Informatik, 1. oder 2. Fachsemester
- Master Medizinische Informatik 2014 (Basismodul), eHealth / Informatik, 1. oder 2. Fachsemester
- Master Medieninformatik 2014 (Wahlpflicht), Informatik, Beliebige Fachsemester
- Master Entrepreneurship in digitalen Technologien 2014 (Basismodul), Praktische Informatik, 1. oder 2. Fachsemester
- Master Informatik 2014 (Wahlpflicht), Schwerpunktfach Software Systems Engineering, 2. oder 3. Fachsemester
- Master Informatik 2014 (Basismodul), Praktische Informatik, 1. oder 2. Fachsemester

**Lehrveranstaltungen:**

- CS4130-V: Informationssysteme (Vorlesung, 2 SWS)
- CS4130-Ü: Informationssysteme (Übung, 2 SWS)

**Arbeitsaufwand:**

- 100 Stunden Selbststudium
- 60 Stunden Präsenzstudium
- 20 Stunden Prüfungsvorbereitung

**Lehrinhalte:**

- Motivation von Knowledge Graphen und die Beziehung zum Semantic Web
- Überblick über die W3C Semantic Web Sprachfamilie
- Vergleich zwischen und das Zusammenspiel von Knowledge Graphen und generativer künstlicher Intelligenz wie etwa großer Sprachmodelle
- Graph Neural Networks und deren Anwendungen im Bezug zu Knowledge Graphen

**Qualifikationsziele/Kompetenzen:**

- Wissen: Studierende erwerben einen Überblick über Knowledge Graphen und des Semantic Webs sowie generativer künstlicher Intelligenz wie etwa große Sprachmodelle und Graph Neural Networks.
- Fertigkeiten: Studierende können die Möglichkeiten und die Grenzen von Knowledge Graphen und des Semantic Webs beurteilen. Sie können die Folgen des Semantic Web Ansatzes für Datenmodellierung, Datenadministration und -verarbeitung und letztendlich für Applikationen abschätzen. Sie können Semantic Web Applikationen entwickeln. Sie können generative künstliche Intelligenz wie etwa große Sprachmodelle sowie Graph Neural Networks einsetzen, um Aufgaben für und ergänzend zu Knowledge Graphen zu lösen. Sie können über offene Forschungsfragen im Bereich der Knowledge Graphen und des Semantic Webs sowie im Vergleich zu generativer künstlicher Intelligenz und Graph Neural Networks diskutieren.
- Sozialkompetenz und Selbständigkeit: Studierende arbeiten in Gruppen, um Übungsaufgaben und kleine Projekte zu bearbeiten. Selbständige praktische Arbeiten der Studierenden werden durch Übungen zum Teil direkt am Rechner gefördert.

**Vergabe von Leistungspunkten und Benotung durch:**

- Klausur oder mündliche Prüfung nach Maßgabe des Dozenten

**Modulverantwortlicher:**

- [Prof. Dr. Sven Groppe](#)

**Lehrende:**

- [Institut für Informationssysteme](#)
- [Prof. Dr. Sven Groppe](#)

**Literatur:**

- M. Kejrival, C. Knoblock: Knowledge graphs - MIT Press, 2021
- S. Groppe: Data Management and Query Processing in Semantic Web Databases - Springer, 2011
- W. L. Hamilton: Graph Representation Learning. In Synthesis Lectures on Artificial Intelligence and Machine Learning - Springer International Publishing, 2020



- D. Jurafsky, J. H. Martin: Speech and language processing - Upper Saddle River, NJ: Pearson, 2008
- D. Foster: Generative deep learning - Sebastopol, CA: O'Reilly Media, 2023

---

**Sprache:**

- Sowohl Deutsch- wie Englischkenntnisse nötig

---

**Bemerkungen:**

Zulassungsvoraussetzungen zur Belegung des Moduls:

- Keine

Zulassungsvoraussetzungen zur Teilnahme an Modul-Prüfung(en):

- Erfolgreiche Bearbeitung von Übungsaufgaben gemäß Vorgabe am Semesteranfang

Modulprüfung(en):

- CS4130-L1: Informationssysteme, Klausur oder mündliche Prüfung, 100% der Modulnote

Früherer Name: Webbasierte Informationssysteme

**CS4150-KP06, CS4150SJ14 - Verteilte Systeme (VertSys14)**

<b>Dauer:</b> 1 Semester	<b>Angebotsturnus:</b> Jedes Wintersemester	<b>Leistungspunkte:</b> 6
-----------------------------	--	------------------------------

**Studiengang, Fachgebiet und Fachsemester:**

- Master Informatik 2019 (Pflicht), Kanonische Vertiefung SSE, Beliebige Fachsemester
- Master Entrepreneurship in digitalen Technologien 2020 (Basismodul), Praktische Informatik, 1. oder 2. Fachsemester
- Master Medieninformatik 2020 (Wahlpflicht), Informatik, Beliebige Fachsemester
- Master Informatik 2019 (Basismodul), Praktische Informatik, 1. oder 2. Fachsemester
- Master Medizinische Informatik 2019 (Basismodul), Praktische Informatik, 1. oder 2. Fachsemester
- Master Robotics and Autonomous Systems 2019 (Wahlpflicht), Wahlpflicht, 1. oder 2. Fachsemester
- Master IT-Sicherheit 2019 (Basismodul), Praktische Informatik, 1. oder 2. Fachsemester
- Master Medizinische Informatik 2014 (Basismodul), eHealth / Informatik, 1. oder 2. Fachsemester
- Master Medieninformatik 2014 (Wahlpflicht), Informatik, Beliebige Fachsemester
- Master Entrepreneurship in digitalen Technologien 2014 (Basismodul), Praktische Informatik, 1. oder 2. Fachsemester
- Master Informatik 2014 (Wahlpflicht), Schwerpunkt Fach Software Systems Engineering, 2. oder 3. Fachsemester
- Master Informatik 2014 (Basismodul), Praktische Informatik, 1. oder 2. Fachsemester

**Lehrveranstaltungen:**

- CS4150-V: Verteilte Systeme (Vorlesung, 2 SWS)
- CS4150-Ü: Verteilte Systeme (Übung, 2 SWS)

**Arbeitsaufwand:**

- 60 Stunden Selbststudium
- 60 Stunden Präsenzstudium
- 40 Stunden E-Learning
- 20 Stunden Prüfungsvorbereitung

**Lehrinhalte:**

- Einführung und Motivation
- Protokolle und Schichtenmodelle
- Nachrichtenrepräsentation
- Realisierung von Netzwerkdiensten
- Kommunikationsmechanismen
- Adressen, Namen und Verzeichnisdienste
- Synchronisation
- Replikation und Konsistenz
- Fehlertoleranz
- Verteilte Transaktionen
- Sicherheit

**Qualifikationsziele/Kompetenzen:**

- Die Teilnehmer haben ein tiefgehendes Verständnis für die in verteilten Systemen zu lösenden Probleme wie Synchronisation, Fehlerbehandlung, Namensvergabe etc. entwickelt.
- Sie kennen die wichtigsten Services in verteilten Systemen wie Name Service, verteilte Dateidienste etc.
- Sie sind in der Lage, einfache verteilte Systeme selbst zu programmieren.
- Sie kennen die wichtigsten Algorithmen in verteilten Systemen z.B. zur Herstellung eines gemeinsamen Zeitverständnisses, zur Leader Election oder zum gegenseitigen Ausschluss.
- Sie können einschätzen, wann der Einsatz verteilter Systeme sinnvoll ist.
- Sie können einschätzen, welche Lösungen für verschiedene existierende bzw. noch zu erstellende verteilte Anwendungen im Internet eingesetzt werden müssen.

**Vergabe von Leistungspunkten und Benotung durch:**

- Klausur

**Modulverantwortlicher:**

- Prof. Dr. Stefan Fischer

**Lehrende:**

- Institut für Telematik
- Prof. Dr. Stefan Fischer



- [Dr. rer. nat. Florian-Lennert Lau](#)

---

**Literatur:**

- A. Tanenbaum, M. van Steen: Distributed Systems: Principles and Paradigms - Prentice Hall 2006
- G. Coulouris, J. Dollimore, T. Kindberg, G. Blair: Distributed Systems - Concepts and Design - Addison Wesley 2012

---

**Sprache:**

- Englisch, außer bei nur deutschsprachigen Teilnehmern

---

**Bemerkungen:**

Zulassungsvoraussetzungen zur Belegung des Moduls:

- Keine

Zulassungsvoraussetzungen zur Teilnahme an Modul-Prüfung(en):

- Keine

Modulprüfung(en):

- CS4150-L1 Verteilte Systeme, Klausur, 90min, 100% der Modulnote

**CS4000-KP06, CS4000SJ14 - Algorithmik (ALG14)**

<b>Dauer:</b>	<b>Angebotsturnus:</b>	<b>Leistungspunkte:</b>
1 Semester	Jedes Wintersemester	6
<b>Studiengang, Fachgebiet und Fachsemester:</b>		
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Master Informatik 2019 (Pflicht), Kanonische Vertiefung Data Science und KI, Beliebiges Fachsemester</li> <li>• Master Informatik 2019 (Pflicht), Kanonische Vertiefung Bioinformatik und Systembiologie, Beliebiges Fachsemester</li> <li>• Master Entrepreneurship in digitalen Technologien 2020 (Vertiefungsmodul), fachspezifisch, Beliebiges Fachsemester</li> <li>• Master Informatik 2019 (Basismodul), Theoretische Informatik, 1. oder 2. Fachsemester</li> <li>• Master Medizinische Informatik 2019 (Wahlpflicht), Theoretische Informatik, 1. oder 2. Fachsemester</li> <li>• Master IT-Sicherheit 2019 (Pflicht), Theoretische Informatik, 1. oder 2. Fachsemester</li> <li>• Master Medizinische Informatik 2014 (Basismodul), Informatik, 1. oder 2. Fachsemester</li> <li>• Master Entrepreneurship in digitalen Technologien 2014 (Basismodul), Technologiefach Informatik, 1. oder 2. Fachsemester</li> <li>• Master Informatik 2014 (Wahlpflicht), Anwendungsfach IT-Sicherheit und Zuverlässigkeit, 2. oder 3. Fachsemester</li> <li>• Master Informatik 2014 (Basismodul), Theoretische Informatik, 1. oder 2. Fachsemester</li> </ul>		
<b>Lehrveranstaltungen:</b>		<b>Arbeitsaufwand:</b>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• CS4000-V: Algorithmik (Vorlesung, 2 SWS)</li> <li>• CS4000-Ü: Algorithmik (Übung, 2 SWS)</li> </ul>		<ul style="list-style-type: none"> <li>• 100 Stunden Selbststudium und Aufgabenbearbeitung</li> <li>• 60 Stunden Präsenzstudium</li> <li>• 20 Stunden Prüfungsvorbereitung</li> </ul>
<b>Lehrinhalte:</b>		
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Komplexitätstheoretische Analyse von Problemen</li> <li>• diskrete Optimierungsprobleme, Lineare Programmierung</li> <li>• Erfüllbarkeits- und Constraint-Satisfaction-Probleme</li> <li>• Randomisierte Algorithmen</li> <li>• Approximationsverfahren und Heuristiken</li> <li>• Algorithmen für algebraische Probleme</li> </ul>		
<b>Qualifikationsziele/Kompetenzen:</b>		
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Die Studierenden können reale Probleme geeignet algorithmisch modellieren.</li> <li>• Sie können grundlegende algorithmischen Lösungsmethodiken sicher anwenden.</li> <li>• Sie können anspruchsvollere Algorithmen analysieren, insbesondere bzgl. Korrektheit und Komplexität.</li> <li>• Sie haben die Fähigkeit, effiziente Lösungsverfahren für komplexere Problemstellungen zu entwickeln.</li> </ul>		
<b>Vergabe von Leistungspunkten und Benotung durch:</b>		
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Klausur</li> </ul>		
<b>Setzt voraus:</b>		
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Theoretische Informatik (CS2000-KP08, CS2000)</li> <li>• Algorithmen-Design (CS3000-KP04, CS3000)</li> </ul>		
<b>Modulverantwortlicher:</b>		
<ul style="list-style-type: none"> <li>• <a href="#">Prof. Dr. Rüdiger Reischuk</a></li> </ul>		
<b>Lehrende:</b>		
<ul style="list-style-type: none"> <li>• <a href="#">Institut für Theoretische Informatik</a></li> <li>• <a href="#">Prof. Dr. Rüdiger Reischuk</a></li> <li>• <a href="#">Prof. Dr. rer. nat. Till Tantau</a></li> <li>• <a href="#">Prof. Dr. Maciej Liskiewicz</a></li> </ul>		
<b>Literatur:</b>		
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Aho, Hopcroft, Ullman: Design and Analysis of Computer Algorithms - Addison Wesley, 1978</li> <li>• Cormen, Leiserson, Rivest, Stein: Introduction to Algorithms - The MIT Press, 2009</li> <li>• Mitzenmacher, Upfal: Probability and Computing - Cambridge University Press, 2005</li> <li>• Kreher, Stinson: Combinatorial Algorithms - CRC Press, 1999</li> <li>• Williamson, Shmoys: The Design of Approximation Algorithms - Cambridge University Press, 2011</li> </ul>		



**Sprache:**

- Sowohl Deutsch- wie Englischkenntnisse nötig

**Bemerkungen:**

Zulassungsvoraussetzungen zur Belegung des Moduls:

- Keine (die Kompetenzen der unter Setzt voraus genannten Module werden für dieses Modul benötigt, sind aber keine formale Voraussetzung)

Zulassungsvoraussetzungen zur Prüfung:

- Erfolgreiche Bearbeitung von Übungs- und Projektaufgaben während des Semesters

Modulprüfung(en):

- CS4000-L1: Algorithmik, Klausur, 90min, 100% der Modulnote

**CS4020-KP06, CS4020SJ14 - Spezifikation und Modellierung (SpezMod14)**

<b>Dauer:</b>	<b>Angebotsturnus:</b>	<b>Leistungspunkte:</b>
1 Semester	Jedes Sommersemester	6
<b>Studiengang, Fachgebiet und Fachsemester:</b>		
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Master Medieninformatik 2020 (Wahlpflicht), Informatik, 3. Fachsemester</li> <li>• Master Entrepreneurship in digitalen Technologien 2020 (Vertiefungsmodul), fachspezifisch, Beliebige Fachsemester</li> <li>• Master Informatik 2019 (Basismodul), Theoretische Informatik, 1. oder 2. Fachsemester</li> <li>• Master Medizinische Informatik 2019 (Wahlpflicht), Theoretische Informatik, 1. oder 2. Fachsemester</li> <li>• Master IT-Sicherheit 2019 (Pflicht), Theoretische Informatik, 1. oder 2. Fachsemester</li> <li>• Master Medizinische Informatik 2014 (Basismodul), Informatik, 1. oder 2. Fachsemester</li> <li>• Master Medieninformatik 2014 (Wahlpflicht), Informatik, Beliebige Fachsemester</li> <li>• Master Entrepreneurship in digitalen Technologien 2014 (Basismodul), Technologiefach Informatik, 1. oder 2. Fachsemester</li> <li>• Master Informatik 2014 (Wahlpflicht), Anwendungsfach IT-Sicherheit und Zuverlässigkeit, 2. oder 3. Fachsemester</li> <li>• Master Informatik 2014 (Basismodul), Theoretische Informatik, 1. oder 2. Fachsemester</li> </ul>		
<b>Lehrveranstaltungen:</b>		<b>Arbeitsaufwand:</b>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• CS4020-V: Spezifikation und Modellierung (Vorlesung, 2 SWS)</li> <li>• CS4020-Ü: Spezifikation und Modellierung (Übung, 2 SWS)</li> </ul>		<ul style="list-style-type: none"> <li>• 80 Stunden Selbststudium und Aufgabenbearbeitung</li> <li>• 60 Stunden Präsenzstudium</li> <li>• 20 Stunden Prüfungsvorbereitung</li> <li>• 20 Stunden Eigenständige Projektarbeit</li> </ul>
<b>Lehrinhalte:</b>		
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Einführung in Modellierung und Spezifikation</li> <li>• Modellierungskonzepte (Daten, Ströme, Abläufe, Diagramme, Tabellen)</li> <li>• Modellierung von Software-Komponenten (Zustand, Verhalten, Struktur, Schnittstelle)</li> <li>• Modellierung von Nebenläufigkeit</li> <li>• Algebraische Spezifikation</li> <li>• Arbeiten mit Spezifikationen und Modellen (Komposition, Verfeinerung, Analyse, Transformation)</li> <li>• Sprachen und Werkzeuge für Spezifikation und Modellierung</li> </ul>		
<b>Qualifikationsziele/Kompetenzen:</b>		
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Die Studierenden können über die Rolle von Spezifikation und Modellierung in der Softwareentwicklung argumentieren.</li> <li>• Sie können wichtige Spezifikations- und Modellierungstechniken charakterisieren, anwenden, anpassen und erweitern.</li> <li>• Sie können einfache informatische Systeme angemessen modellieren und spezifizieren.</li> <li>• Sie können ein System aus verschiedenen Sichten und auf verschiedenen Abstraktionsebenen beschreiben.</li> <li>• Sie können Spezifikation und Modellierung in der Softwareentwicklung einsetzen.</li> <li>• Sie können Spezifikationen und Modelle analysieren.</li> </ul>		
<b>Vergabe von Leistungspunkten und Benotung durch:</b>		
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Klausur oder mündliche Prüfung nach Maßgabe des Dozenten</li> </ul>		
<b>Modulverantwortlicher:</b>		
<ul style="list-style-type: none"> <li>• <a href="#">Prof. Dr. Martin Leucker</a></li> </ul>		
<b>Lehrende:</b>		
<ul style="list-style-type: none"> <li>• <a href="#">Institut für Softwaretechnik und Programmiersprachen</a></li> <li>• <a href="#">Dr. Annette Stümpel</a></li> <li>• <a href="#">Prof. Dr. Martin Leucker</a></li> </ul>		
<b>Literatur:</b>		
<ul style="list-style-type: none"> <li>• V.S. Alagar, K. Periyasamy: Specification of Software Systems - Springer 2013</li> <li>• M. Broy, K. Stølen: Specification and Development of Interactive Systems - Springer 2001</li> <li>• J. Loeckx, H.-D. Ehrich, M. Wolf: Specification of Abstract Data Types - John Wiley &amp; Sons 1997</li> <li>• D. Bjorner: Software Engineering 1-3 - Springer 2006</li> <li>• U. Kastens, H. Kleine Büning: Modellierung - Grundlagen und formale Methoden - Hanser 2005</li> </ul>		



**Sprache:**

- Sowohl Deutsch- wie Englischkenntnisse nötig

**Bemerkungen:**

Zulassungsvoraussetzungen zur Belegung des Moduls:

- Keine

Zulassungsvoraussetzungen zur Teilnahme an Modul-Prüfung(en):

- Erfolgreiche Bearbeitung von Übungsaufgaben gemäß Vorgabe am Semesteranfang

Modulprüfung(en):

- CS4020-L1: Spezifikation und Modellierung, Klausur, 90min, 100% der Modulnote

**CS4160-KP06, CS4160SJ14 - Echtzeitsysteme (Echtzeit14)**

<b>Dauer:</b>	<b>Angebotsturnus:</b>	<b>Leistungspunkte:</b>
1 Semester	Jedes Sommersemester	6
<b>Studiengang, Fachgebiet und Fachsemester:</b>		
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Master Medizinische Ingenieurwissenschaft 2020 (Wahlpflicht), Informatik/Elektrotechnik, Beliebige Fachsemester</li> <li>• Master Entrepreneurship in digitalen Technologien 2020 (Vertiefungsmodul), fachspezifisch, Beliebige Fachsemester</li> <li>• Master Medieninformatik 2020 (Wahlpflicht), Informatik, Beliebige Fachsemester</li> <li>• Master Informatik 2019 (Basismodul), Technische Informatik, 1. oder 2. Fachsemester</li> <li>• Master Medizinische Informatik 2019 (Wahlpflicht), Technische Informatik, 1. oder 2. Fachsemester</li> <li>• Master IT-Sicherheit 2019 (Basismodul), Technische Informatik, 1. oder 2. Fachsemester</li> <li>• Master Medizinische Ingenieurwissenschaft 2014 (Wahlpflicht), Informatik/Elektrotechnik, 1. Fachsemester</li> <li>• Master Medizinische Informatik 2014 (Basismodul), Informatik, 1. oder 2. Fachsemester</li> <li>• Master Medieninformatik 2014 (Wahlpflicht), Informatik, Beliebige Fachsemester</li> <li>• Master Entrepreneurship in digitalen Technologien 2014 (Basismodul), fachspezifisch, 1. oder 2. Fachsemester</li> <li>• Master Informatik 2014 (Basismodul), Technische Informatik, 1. oder 2. Fachsemester</li> </ul>		
<b>Lehrveranstaltungen:</b>		<b>Arbeitsaufwand:</b>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• CS4160-V: Echtzeitsysteme (Vorlesung, 2 SWS)</li> <li>• CS4160-Ü: Echtzeitsysteme (Übung, 2 SWS)</li> </ul>		<ul style="list-style-type: none"> <li>• 100 Stunden Selbststudium</li> <li>• 60 Stunden Präsenzstudium</li> <li>• 20 Stunden Prüfungsvorbereitung</li> </ul>
<b>Lehrinhalte:</b>		
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Echtzeitverarbeitung (Definitionen, Anforderungen)</li> <li>• Prozessautomatisierungssysteme</li> <li>• Echtzeit-Programmierung</li> <li>• Prozessanbindung und Vernetzung</li> <li>• Modellierung ereignisdiskreter Systeme (Automaten, State Charts)</li> <li>• Modellierung kontinuierliche Systeme (Differentialgleichungen, Laplace-Transformation)</li> <li>• Einsatz von Entwurfswerkzeugen (Matlab/Simulink, Stateflow)</li> </ul>		
<b>Qualifikationsziele/Kompetenzen:</b>		
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Die Studierenden sind in der Lage, die Problematik der Echtzeitverarbeitung zu beschreiben.</li> <li>• Sie sind in der Lage, echtzeitfähige Rechnersysteme in der Prozessautomatisierung (insbesondere SPS) zu erklären.</li> <li>• Sie sind in der Lage, Echtzeitsysteme in den IEC-Sprachen zu programmieren.</li> <li>• Sie sind in der Lage, Prozessschnittstellen und echtzeitfähige Bussysteme zu erläutern.</li> <li>• Sie sind in der Lage, ereignisdiskrete Systeme, insbesondere Prozesssteuerungssysteme, zu modellieren, zu analysieren und zu implementieren.</li> <li>• Sie sind in der Lage, kontinuierliche Systeme, insbesondere grundlegende Regelungssysteme, zu modellieren, zu analysieren und zu implementieren.</li> <li>• Sie sind in der Lage, Entwurfswerkzeuge für Echtzeitsysteme einzusetzen.</li> </ul>		
<b>Vergabe von Leistungspunkten und Benotung durch:</b>		
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Klausur</li> </ul>		
<b>Modulverantwortlicher:</b>		
<ul style="list-style-type: none"> <li>• <a href="#">Prof. Dr.-Ing. Mladen Berekovic</a></li> </ul>		
<b>Lehrende:</b>		
<ul style="list-style-type: none"> <li>• <a href="#">Institut für Technische Informatik</a></li> <li>• <a href="#">Prof. Dr.-Ing. Mladen Berekovic</a></li> </ul>		
<b>Literatur:</b>		
<ul style="list-style-type: none"> <li>• R. C. Dorf, R. H. Bishop: Modern Control Systems - Prentice Hall 2010</li> <li>• L. Litz: Grundlagen der Automatisierungstechnik - Oldenbourg 2012</li> <li>• M. Seitz: Speicherprogrammierbare Steuerungen - Fachbuchverlag Leipzig 2012</li> <li>• H. Wörn, U. Brinkschulte: Echtzeitsysteme - Berlin: Springer 2005</li> </ul>		

- S. Zacher, M. Reuter: Regelungstechnik für Ingenieure - Springer-Vieweg 2014

**Sprache:**

- Wird nur auf Englisch angeboten

**Bemerkungen:**

Zulassungsvoraussetzungen zur Belegung des Moduls:

- Keine

Zulassungsvoraussetzungen zur Teilnahme an Modul-Prüfung(en):

- Erfolgreiche Bearbeitung von Übungen gemäß Vorgabe am Semesteranfang

Modulprüfung(en):

- CS4160-L1: Echtzeitsysteme, Klausur, 90min, 100% der Modulnote

**CS4170-KP06, CS4170SJ14 - Parallelrechnersysteme (ParaRSys14)**

<b>Dauer:</b>	<b>Angebotsturnus:</b>	<b>Leistungspunkte:</b>
1 Semester	Jedes Wintersemester	6
<b>Studiengang, Fachgebiet und Fachsemester:</b>		
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Zertifikatsstudium Künstliche Intelligenz (Pflicht), Künstliche Intelligenz, 1. Fachsemester</li> <li>• Master Entrepreneurship in digitalen Technologien 2020 (Vertiefungsmodul), fachspezifisch, Beliebiges Fachsemester</li> <li>• Master Informatik 2019 (Basismodul), Technische Informatik, 1. oder 2. Fachsemester</li> <li>• Master Medizinische Informatik 2019 (Wahlpflicht), Technische Informatik, 1. oder 2. Fachsemester</li> <li>• Master Robotics and Autonomous Systems 2019 (Wahlpflicht), Wahlpflicht, 1. oder 2. Fachsemester</li> <li>• Master IT-Sicherheit 2019 (Basismodul), Technische Informatik, 1. oder 2. Fachsemester</li> <li>• Master Medizinische Informatik 2014 (Basismodul), Informatik, 1. oder 2. Fachsemester</li> <li>• Master Entrepreneurship in digitalen Technologien 2014 (Basismodul), fachspezifisch, 1. oder 2. Fachsemester</li> <li>• Master Informatik 2014 (Basismodul), Technische Informatik, 1. oder 2. Fachsemester</li> </ul>		
<b>Lehrveranstaltungen:</b>		<b>Arbeitsaufwand:</b>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• CS4170-V: Parallelrechnersysteme (Vorlesung, 2 SWS)</li> <li>• CS4170-Ü: Parallelrechnersysteme (Übung, 2 SWS)</li> </ul>		<ul style="list-style-type: none"> <li>• 100 Stunden Selbststudium</li> <li>• 60 Stunden Präsenzstudium</li> <li>• 20 Stunden Prüfungsvorbereitung</li> </ul>
<b>Lehrinhalte:</b>		
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Motivation und Grenzen für Parallelverarbeitung</li> <li>• Modelle der Parallelverarbeitung</li> <li>• Klassifikation von Parallelrechnern</li> <li>• Multi/Manycore-Systeme</li> <li>• Grafikprozessoren (GPUs)</li> <li>• OpenCL</li> <li>• Programmierumgebungen für Parallelrechner</li> <li>• Hardwarearchitekturen</li> <li>• Systemmanagement von Manycore-Systemen</li> </ul>		
<b>Qualifikationsziele/Kompetenzen:</b>		
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Die Studierenden können unterschiedliche Parallelrechnerarchitekturen charakterisieren.</li> <li>• Sie können Modelle für parallele Verarbeitung erläutern.</li> <li>• Sie können gebräuchlichen Programmierschnittstellen für Parallelrechnersysteme anwenden.</li> <li>• Sie können entscheiden, welche Parallelrechnerklasse sich zur Lösung eines speziellen Problems eignet und wie viele Prozessoren sinnvoll einsetzbar sind.</li> <li>• Sie können die Vor- und Nachteile verschiedener Hardwarearchitekturen beurteilen.</li> <li>• Sie können Software für parallele Rechensysteme unter Berücksichtigung der zugrundeliegenden Hardwarearchitektur entwickeln.</li> <li>• Sie können unterschiedliche Verfahren zur Bestimmung der optimalen Taktfrequenz und Versorgungsspannung bei Mehrkernsystemen (Dynamic Voltage and Frequency Scaling, DVFS) miteinander vergleichen.</li> </ul>		
<b>Vergabe von Leistungspunkten und Benotung durch:</b>		
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Klausur</li> </ul>		
<b>Modulverantwortlicher:</b>		
<ul style="list-style-type: none"> <li>• <a href="#">Prof. Dr.-Ing. Mladen Berekovic</a></li> </ul>		
<b>Lehrende:</b>		
<ul style="list-style-type: none"> <li>• <a href="#">Institut für Technische Informatik</a></li> <li>• <a href="#">Prof. Dr.-Ing. Mladen Berekovic</a></li> </ul>		
<b>Literatur:</b>		
<ul style="list-style-type: none"> <li>• G. Bengel, C. Baun, M. Kunze, K. U. Stucky: Masterkurs Parallele und Verteilte Systeme - Vieweg + Teubner, 2008</li> <li>• M. Dubois, M. Annavam, P. Stenström: Parallel Computer Organization and Design - University Press 2012</li> <li>• B. R. Gaster, L. Howes, D. R. Kaeli, P. Mistry, D. Schaa: Heterogeneous Computing with OpenCL - Elsevier/Morgan Kaufman 2013</li> <li>• B. Wilkinson; M. Allen: Parallel Programming - Englewood Cliffs: Pearson 2005</li> </ul>		

- J. Jeffers, J. Reinders: Intel Xeon Phi Coprozessor High-Performance Programming - Elsevier/Morgan Kaufman 2013
- D. A. Patterson, J. L. Hennessy: Computer Organization and Design - Morgan Kaufmann, 2013

---

**Sprache:**

- Wird nur auf Deutsch angeboten

---

**Bemerkungen:**

Zulassungsvoraussetzungen zur Belegung des Moduls:

- Keine

Zulassungsvoraussetzungen zur Teilnahme an Modul-Prüfung(en):

- Erfolgreiche Bearbeitung von Übungen gemäß Vorgabe am Semesteranfang

Modulprüfung(en):

- CS4170-L1: Parallelrechnersysteme, Mündliche Prüfung, 100% der Modulnote

<b>CS3110 T - Modulteil: Computergestützter Schaltungsentwurf (SchaltEnta)</b>		
<b>Dauer:</b> 1 Semester	<b>Angebotsturnus:</b> Jedes Wintersemester	<b>Leistungspunkte:</b> 4
<b>Studiengang, Fachgebiet und Fachsemester:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Master Entrepreneurship in digitalen Technologien 2020 (Modulteil eines Wahlmoduls), Modulteil, Beliebige Fachsemester</li> <li>• Master IT-Sicherheit 2019 (Modulteil eines Wahlmoduls), Modulteil, 1. oder 2. Fachsemester</li> <li>• Master Informatik 2019 (Modulteil eines Wahlmoduls), Modulteil, Beliebige Fachsemester</li> </ul>		
<b>Lehrveranstaltungen:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• CS3110-V: Computergestützter Schaltungsentwurf (Vorlesung, 2 SWS)</li> <li>• CS3110-Ü: Computergestützter Schaltungsentwurf (Übung, 1 SWS)</li> </ul>		<b>Arbeitsaufwand:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• 55 Stunden Selbststudium</li> <li>• 45 Stunden Präsenzstudium</li> <li>• 20 Stunden Prüfungsvorbereitung</li> </ul>
<b>Lehrinhalte:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Abstraktionsebenen des Schaltungsentwurfs</li> <li>• Entwurfsablauf und Entwurfstrategien</li> <li>• Aufbau moderner FPGAs</li> <li>• Einführung in die Hardwarebeschreibungssprache VHDL</li> <li>• Modellierung von Standardkomponenten in VHDL</li> <li>• Betrachtung unterschiedlicher Abstraktionsgrade des Schaltungsentwurfs</li> <li>• Synthesegerechter Schaltungsentwurf</li> <li>• VHDL Simulationszyklus</li> <li>• Besonderheiten bei VHDL-Entwurf für FPGAs</li> <li>• Erstellung von Testumgebungen</li> <li>• High-Level-Synthese</li> </ul>		
<b>Qualifikationsziele/Kompetenzen:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Studierende können anhand einer nicht-formalen Beschreibung eines digitalen Systems eine digitale Schaltung mit VHDL entwerfen</li> <li>• Sie können VHDL Beschreibungen simulieren und testen</li> <li>• Sie können den internen Aufbau von FPGAs erläutern</li> <li>• Sie können bestimmen, welche VHDL-Konstrukte in welche Hardwarestrukturen umgesetzt werden</li> <li>• Sie können den VHDL-Simulationszyklus erläutern</li> <li>• Sie können synthesesegerechte VHDL-Beschreibungen erstellen</li> </ul>		
<b>Vergabe von Leistungspunkten und Benotung durch:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Prüfungsform hängt vom übergeordneten Modul ab</li> </ul>		
<b>Modulverantwortlicher:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• <a href="#">Prof. Dr.-Ing. Mladen Berekovic</a></li> </ul>		
<b>Lehrende:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• <a href="#">Institut für Technische Informatik</a></li> <li>• <a href="#">Prof. Dr.-Ing. Mladen Berekovic</a></li> </ul>		
<b>Literatur:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• F. Kesel, R. Bartholomä: Entwurf von digitalen Schaltungen und Systemen mit HDLs und FPGAs - Oldenbour Verlag 2009</li> <li>• C.Maxfield: The Design Warrior's Guide to FPGAs - Newnes 2004</li> </ul>		
<b>Sprache:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Englisch, außer bei nur deutschsprachigen Teilnehmern</li> </ul>		
<b>Bemerkungen:</b>		



Zulassungsvoraussetzungen zur Belegung des Moduls:

- Keine

Zulassungsvoraussetzungen zur Teilnahme an Modul-Prüfung(en):

- Keine

Modulprüfung(en):

- CS3110-L1: Computergestützter Schaltungsentwurf, Mündliche Prüfung, 100% der Modulnote

**CS4140 T - Modulteil: Mobile und verteilte Datenbanken (MVDBa)**

<b>Dauer:</b>	<b>Angebotsturnus:</b>	<b>Leistungspunkte:</b>
1 Semester	Jedes Wintersemester	4
<b>Studiengang, Fachgebiet und Fachsemester:</b>		
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Master Informatik 2019 (Modulteil eines Wahlmoduls), Modulteil, Beliebige Fachsemester</li> <li>• Master Entrepreneurship in digitalen Technologien 2020 (Modulteil eines Wahlmoduls), Modulteil, Beliebige Fachsemester</li> <li>• Master IT-Sicherheit 2019 (Modulteil eines Wahlmoduls), Modulteil, 1. oder 2. Fachsemester</li> <li>• Master Entrepreneurship in digitalen Technologien 2014 (Modulteil eines Wahlmoduls), Modulteil, Beliebige Fachsemester</li> <li>• Master Informatik 2014 (Modulteil eines Wahlmoduls), Modulteil, Beliebige Fachsemester</li> </ul>		
<b>Lehrveranstaltungen:</b>		<b>Arbeitsaufwand:</b>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• CS4140-V: Mobile und verteilte Datenbanken (Vorlesung, 2 SWS)</li> <li>• CS4140-Ü: Mobile und verteilte Datenbanken (Übung, 1 SWS)</li> </ul>		<ul style="list-style-type: none"> <li>• 65 Stunden Selbststudium</li> <li>• 45 Stunden Präsenzstudium</li> <li>• 10 Stunden Prüfungsvorbereitung</li> </ul>
<b>Lehrinhalte:</b>		
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Der Inhalt der Vorlesung umfasst Anfrageverarbeitung, Transaktionen und Replikation in</li> <li>• - zentralisierten Datenbanksystemen</li> <li>• - Parallelen Datenbanksystemen</li> <li>• - Verteilten Datenbanksystemen</li> <li>• - Mobilen Datenbanksystemen</li> </ul>		
<b>Qualifikationsziele/Kompetenzen:</b>		
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Studierende können die Unterschiede zwischen zentralisierten, Parallelen, Verteilten und Mobilen Datenbanksystemen erklären.</li> <li>• Sie können die Einsatztauglichkeit verschiedener Synchronisationsverfahren für verteilte und mobile Transaktionen für ein gegebenes Problem beurteilen.</li> <li>• Sie können Verfahren zur verteilten und mobilen Anfrageverarbeitung anwenden.</li> <li>• Sie können passende Replikationsverfahren für eine gegebene Anwendung auswählen und ihre Auswahl begründen.</li> <li>• Sie können die besonderen Schwierigkeiten und Fehlerquellen in verteilten und mobilen Umgebungen erkennen und damit umgehen.</li> </ul>		
<b>Vergabe von Leistungspunkten und Benotung durch:</b>		
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Prüfungsform hängt vom übergeordneten Modul ab</li> </ul>		
<b>Modulverantwortlicher:</b>		
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Siehe Hauptmodul</li> </ul>		
<b>Lehrende:</b>		
<ul style="list-style-type: none"> <li>• <a href="#">Institut für Informationssysteme</a></li> <li>• <a href="#">Prof. Dr. Sven Groppe</a></li> </ul>		
<b>Literatur:</b>		
<ul style="list-style-type: none"> <li>• A. Kemper, A. Eickler: Datenbanksysteme - 2006</li> <li>• T. Conolly, C. Begg: Database Systems - A Practical Approach to Design, Implementation, and Management - Addison-Wesley 2005</li> <li>• <a href="#">E. Rahm: Mehrrechner-Datenbanksysteme - Addison-Wesley 1994</a></li> <li>• P. Dadam: Verteilte Datenbanken und Client/Server Systeme - Springer 1996</li> <li>• H. Höpfner, C. Türker, B. König-Ries: Mobile Datenbanken und Informationssysteme - dpunkt.verlag 2005</li> <li>• B. Mutschler, G. Specht: Mobile Datenbanksysteme - Springer 2004</li> <li>• V. Kumar: Mobile Database Systems - Wiley-Interscience 2006</li> </ul>		
<b>Sprache:</b>		
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Wird nur auf Deutsch angeboten</li> </ul>		
<b>Bemerkungen:</b>		



(Ist gleich CS4140)  
(Ist Modulteil von CS4508)

Zulassungsvoraussetzungen zur Belegung des Moduls:

- Keine

Zulassungsvoraussetzungen zur Teilnahme an Modul-Prüfung(en):

- siehe übergeordnetes Modul

Modulprüfung(en):

- siehe übergeordnetes Modul

<b>CS4151 T - Modulteil: Systemarchitekturen für verteilte Anwendungen (SVAa)</b>		
<b>Dauer:</b> 1 Semester	<b>Angebotsturnus:</b> Jedes Sommersemester	<b>Leistungspunkte:</b> 4
<b>Studiengang, Fachgebiet und Fachsemester:</b>		
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Master Informatik 2019 (Modulteil eines Wahlmoduls), Modulteil, Beliebige Fachsemester</li> <li>• Master Entrepreneurship in digitalen Technologien 2020 (Modulteil eines Wahlmoduls), Modulteil, Beliebige Fachsemester</li> <li>• Master IT-Sicherheit 2019 (Modulteil eines Wahlmoduls), Modulteil, 1. oder 2. Fachsemester</li> <li>• Master Entrepreneurship in digitalen Technologien 2014 (Modulteil eines Wahlmoduls), Modulteil, Beliebige Fachsemester</li> <li>• Master Informatik 2014 (Modulteil eines Wahlmoduls), Modulteil, Beliebige Fachsemester</li> </ul>		
<b>Lehrveranstaltungen:</b>		<b>Arbeitsaufwand:</b>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• CS4151-V: Systemarchitekturen für verteilte Anwendungen (Vorlesung, 2 SWS)</li> <li>• CS4151-Ü: Systemarchitekturen für verteilte Anwendungen (Übung, 1 SWS)</li> </ul>		<ul style="list-style-type: none"> <li>• 45 Stunden Präsenzstudium</li> <li>• 45 Stunden Selbststudium</li> <li>• 30 Stunden Prüfungsvorbereitung</li> </ul>
<b>Lehrinhalte:</b>		
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Motivation</li> <li>• Softwarearchitekturen</li> <li>• Grundlagen: HTTP, XML &amp; Co</li> <li>• N-Tier-Anwendungen</li> <li>• Service-Oriented und Event-Driven Architectures (SOA und EDA)</li> <li>• Web-Orientierte Architekturen (Web 2.0)</li> <li>• Overlay-Netze</li> <li>• Peer-to-Peer</li> <li>• Grid und Cloud Computing</li> <li>• Internet der Dinge</li> </ul>		
<b>Qualifikationsziele/Kompetenzen:</b>		
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Die Studierenden können die wichtigsten Architekturen für verteilte Anwendungen benennen, erklären und miteinander vergleichen.</li> <li>• Sie kennen die wichtigsten Implementierungsplattformen für jede Architektur und wissen im Wesentlichen, wie diese zu benutzen sind.</li> <li>• Sie können für eine gegebene Problemstellung analysieren, welche Architektur am besten dafür geeignet ist, und sie können einen Umsetzungsplan entwerfen.</li> </ul>		
<b>Vergabe von Leistungspunkten und Benotung durch:</b>		
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Prüfungsform hängt vom übergeordneten Modul ab</li> </ul>		
<b>Modulverantwortlicher:</b>		
<ul style="list-style-type: none"> <li>• <a href="#">Prof. Dr.-Ing Horst Hellbrück</a></li> </ul>		
<b>Lehrende:</b>		
<ul style="list-style-type: none"> <li>• <a href="#">Institut für Telematik</a></li> <li>• <a href="#">Prof. Dr.-Ing Horst Hellbrück</a></li> </ul>		
<b>Literatur:</b>		
<ul style="list-style-type: none"> <li>• J. Dunkel, A. Eberhart, S. Fischer, C. Kleiner, A. Koschel: Systemarchitekturen für verteilte Anwendungen - Hanser-Verlag 2008</li> <li>• I. Melzer et.al.: Service-Orientierte Architekturen mit Web Services - Spektrum-Verlag 2010</li> </ul>		
<b>Sprache:</b>		
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Wird nur auf Deutsch angeboten</li> </ul>		
<b>Bemerkungen:</b>		



veralteter Name: Systemarchitekturen verteilter Anwendungen

WICHTIG: Findet nicht mehr als Modulteil von CS4509 statt. Bitte nun die Module CS4151 und CS4517 beachten!

(War Modulteil von CS4509)

(Ist gleich CS4151)

(Anteil Telematik an allem ist 100%)

Zulassungsvoraussetzungen zur Belegung des Moduls:

- Keine

Zulassungsvoraussetzungen zur Teilnahme an Modul-Prüfung(en):

- siehe übergeordnetes Modul

Modulprüfung(en):

- siehe übergeordnetes Modul

**CS4220 T - Modulteil: Mustererkennung (MEa)**

<b>Dauer:</b>	<b>Angebotsturnus:</b>	<b>Leistungspunkte:</b>
1 Semester	Wird nicht mehr angeboten	4
<b>Studiengang, Fachgebiet und Fachsemester:</b>		
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Master Informatik 2019 (Modulteil eines Wahlmoduls), Modulteil, Beliebige Fachsemester</li> <li>• Master Medizinische Ingenieurwissenschaft 2020 (Modulteil eines Wahlmoduls), Informatik/Elektrotechnik, Beliebige Fachsemester</li> <li>• Master Entrepreneurship in digitalen Technologien 2020 (Modulteil eines Wahlmoduls), Modulteil, Beliebige Fachsemester</li> <li>• Master IT-Sicherheit 2019 (Modulteil eines Wahlmoduls), Modulteil, 1. oder 2. Fachsemester</li> <li>• Master Informatik 2014 (Modulteil eines Wahlmoduls), Vertiefung, Beliebige Fachsemester</li> <li>• Master Entrepreneurship in digitalen Technologien 2014 (Modulteil eines Wahlmoduls), Modulteil, Beliebige Fachsemester</li> <li>• Master Medizinische Ingenieurwissenschaft 2014 (Modulteil eines Wahlmoduls), Informatik/Elektrotechnik, 1. Fachsemester</li> <li>• Master Informatik 2014 (Modulteil eines Pflichtmoduls), Anwendungsfach Robotik und Automation, Beliebige Fachsemester</li> </ul>		
<b>Lehrveranstaltungen:</b>		<b>Arbeitsaufwand:</b>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• CS4220-V: Mustererkennung (Vorlesung, 2 SWS)</li> <li>• CS4220-Ü: Mustererkennung (Übung, 1 SWS)</li> </ul>		<ul style="list-style-type: none"> <li>• 55 Stunden Selbststudium</li> <li>• 45 Stunden Präsenzstudium</li> <li>• 20 Stunden Prüfungsvorbereitung</li> </ul>
<b>Lehrinhalte:</b>		
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Grundlagen der Wahrscheinlichkeitstheorie</li> <li>• Grundlagen der Merkmalsextraktion und Mustererkennung</li> <li>• Bayes'sche Entscheidungstheorie</li> <li>• Diskriminanzfunktionen</li> <li>• Neyman-Pearson-Test</li> <li>• Receiver Operating Characteristic</li> <li>• Parametrische und nichtparametrische Dichteschätzung</li> <li>• kNN-Klassifikator</li> <li>• Lineare Klassifikatoren</li> <li>• Support-vector-machines und kernel trick</li> <li>• Random Forest</li> <li>• Neuronale Netze</li> <li>• Merkmalsreduktion und -transformation</li> <li>• Bewertung von Klassifikatoren durch Kreuzvalidierung</li> <li>• Ausgewählte Anwendungsszenarien: Akustische Szenenklassifikation für die Steuerung von Hörgeräte-Algorithmen, akustische Ereigniserkennung, Aufmerksamkeitserkennung auf EEG-Basis, Sprecher- und Emotionserkennung</li> </ul>		
<b>Qualifikationsziele/Kompetenzen:</b>		
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Die Studierenden können die Grundlagen von Merkmalsextraktion und Klassifikation erklären.</li> <li>• Sie können die Grundlagen statistischer Modellierung darstellen.</li> <li>• Sie können Merkmalsextraktions-, Merkmalsreduktions- und Entscheidungsverfahren in der Praxis anwenden.</li> </ul>		
<b>Vergabe von Leistungspunkten und Benotung durch:</b>		
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Prüfungsform hängt vom übergeordneten Modul ab</li> </ul>		
<b>Modulverantwortlicher:</b>		
<ul style="list-style-type: none"> <li>• <a href="#">Prof. Dr.-Ing. Alfred Mertins</a></li> </ul>		
<b>Lehrende:</b>		
<ul style="list-style-type: none"> <li>• <a href="#">Institut für Signalverarbeitung</a></li> <li>• <a href="#">Prof. Dr.-Ing. Alfred Mertins</a></li> </ul>		
<b>Literatur:</b>		
<ul style="list-style-type: none"> <li>• R. O. Duda, P. E. Hart, D. G. Stork: Pattern Classification - New York: Wiley</li> </ul>		
<b>Sprache:</b>		
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Wird nur auf Deutsch angeboten</li> </ul>		



**Bemerkungen:**

Zulassungsvoraussetzungen zum Modul:

- Keine

Zulassungsvoraussetzungen zur Prüfung:

- Erfolgreiche Bearbeitung der Übungsaufgaben während des Semesters (mind. 50% der erreichbaren Punkte).

Modulprüfung:

- CS4220-L1: Mustererkennung, Klausur, 90 Min, 100% der Modulnote

(Ist Modulteil von CS4510, CS4290)

Ist ersetzt durch CS5260SJ14T Modulteil: Sprach- und Audiosignalverarbeitung.

**CS4405 T - Modulteil: Neuroinformatik (NeuroInfa)**

<b>Dauer:</b>	<b>Angebotsturnus:</b>	<b>Leistungspunkte:</b>
1 Semester	Jedes Sommersemester	4
<b>Studiengang, Fachgebiet und Fachsemester:</b>		
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Master Biophysik 2023 (Modulteil eines Wahlmoduls), Vertiefung, 2. Fachsemester</li> <li>• Master Informatik 2019 (Modulteil eines Wahlmoduls), Modulteil, Beliebiges Fachsemester</li> <li>• Master Medizinische Ingenieurwissenschaft 2020 (Modulteil eines Wahlmoduls), Informatik/Elektrotechnik, Beliebiges Fachsemester</li> <li>• Master Entrepreneurship in digitalen Technologien 2020 (Modulteil eines Wahlmoduls), Modulteil, Beliebiges Fachsemester</li> <li>• Master Medizinische Informatik 2019 (Modulteil eines Wahlmoduls), Modulteil, Beliebiges Fachsemester</li> <li>• Master Biophysik 2019 (Modulteil eines Wahlmoduls), Vertiefung, 2. Fachsemester</li> <li>• Master IT-Sicherheit 2019 (Modulteil eines Wahlmoduls), Modulteil, 1. oder 2. Fachsemester</li> <li>• Master Medizinische Informatik 2014 (Modulteil eines Wahlmoduls), Modulteil, Beliebiges Fachsemester</li> <li>• Master Entrepreneurship in digitalen Technologien 2014 (Modulteil eines Wahlmoduls), Modulteil, Beliebiges Fachsemester</li> <li>• Master Medizinische Ingenieurwissenschaft 2014 (Modulteil eines Wahlmoduls), Informatik/Elektrotechnik, 2. Fachsemester</li> <li>• Master Informatik 2014 (Modulteil eines Wahlmoduls), Modulteil, Beliebiges Fachsemester</li> </ul>		
<b>Lehrveranstaltungen:</b>		<b>Arbeitsaufwand:</b>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• CS4405-V: Neuroinformatik (Vorlesung, 2 SWS)</li> <li>• CS4405-Ü: Neuroinformatik (Übung, 1 SWS)</li> </ul>		<ul style="list-style-type: none"> <li>• 55 Stunden Selbststudium</li> <li>• 45 Stunden Präsenzstudium</li> <li>• 20 Stunden Prüfungsvorbereitung</li> </ul>
<b>Lehrinhalte:</b>		
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Überblick über das Gehirn, Neurone und (abstrakte) Neuronenmodelle</li> <li>• Lernen mit einem Neuron:* Perzeptrons* Max-Margin-Klassifikation* LDA und logistische Regression</li> <li>• Netzwerkarchitekturen:* Hopfield-Netze* Multilayer-Perzeptrons* Deep Learning</li> <li>• Methoden des unüberwachten Lernens:* k-means, Neural Gas und SOMs* PCA &amp; ICA* Sparse Coding</li> </ul>		
<b>Qualifikationsziele/Kompetenzen:</b>		
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Die Studierenden verstehen die grundsätzliche Funktionsweise eines Neurons und des Gehirns.</li> <li>• Sie kennen abstrakte Neuronenmodelle und können für die unterschiedlichen Ansätze Einsatzgebiete benennen.</li> <li>• Sie können die grundlegenden mathematischen Techniken anwenden, um Lernregeln aus einer gegebenen Fehlerfunktion abzuleiten.</li> <li>• Sie können die vorgestellten Lernregeln und Lernverfahren anwenden und teilweise auch implementieren, um gegebene praktische Probleme zu lösen.</li> </ul>		
<b>Vergabe von Leistungspunkten und Benotung durch:</b>		
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Prüfungsform hängt vom übergeordneten Modul ab</li> </ul>		
<b>Modulverantwortlicher:</b>		
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Siehe Hauptmodul</li> </ul>		
<b>Lehrende:</b>		
<ul style="list-style-type: none"> <li>• <a href="#">Institut für Neuro- und Bioinformatik</a></li> <li>• <a href="#">Prof. Dr. rer. nat. Thomas Martinetz</a></li> </ul>		
<b>Literatur:</b>		
<ul style="list-style-type: none"> <li>• S. Haykin: Neural Networks - London: Prentice Hall, 1999</li> <li>• J. Hertz, A. Krogh, R. Palmer: Introduction to the Theory of Neural Computation - Addison Wesley, 1991</li> <li>• T. Kohonen: Self-Organizing Maps - Berlin: Springer, 1995</li> <li>• H. Ritter, T. Martinetz, K. Schulten: Neuronale Netze: Eine Einführung in die Neuroinformatik selbstorganisierender Netzwerke - Bonn: Addison Wesley, 1991</li> </ul>		
<b>Sprache:</b>		
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Wird nur auf Deutsch angeboten</li> </ul>		
<b>Bemerkungen:</b>		



Prüfungsvorleistungen können zu Beginn des Semesters festgelegt werden. Sind Vorleistungen definiert, müssen diese vor der Erstprüfung erbracht und positiv bewertet worden sein.

(Ist Modulteil von CS4410, CS4511)

(Ist gleich CS4405)

Zulassungsvoraussetzungen zum Modul:

- Keine

Zulassungsvoraussetzungen zur Prüfung:

- Erfolgreiche Bearbeitung von Übungsaufgaben während des Semesters

**CS4670 T - Modulteil: Ambient Computing (AmbCompa)**

<b>Dauer:</b>	<b>Angebotsturnus:</b>	<b>Leistungspunkte:</b>
1 Semester	Jedes Sommersemester	4
<b>Studiengang, Fachgebiet und Fachsemester:</b>		
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Master Informatik 2019 (Modulteil eines Wahlmoduls), Modulteil, Beliebige Fachsemester</li> <li>• Master Entrepreneurship in digitalen Technologien 2020 (Modulteil eines Wahlmoduls), Modulteil, Beliebige Fachsemester</li> <li>• Master IT-Sicherheit 2019 (Modulteil eines Wahlmoduls), Modulteil, 1. oder 2. Fachsemester</li> <li>• Master Entrepreneurship in digitalen Technologien 2014 (Modulteil eines Wahlmoduls), Modulteil, Beliebige Fachsemester</li> <li>• Master Informatik 2014 (Modulteil eines Wahlmoduls), Modulteil, Beliebige Fachsemester</li> </ul>		
<b>Lehrveranstaltungen:</b>		<b>Arbeitsaufwand:</b>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• CS4670-V: Ambient Computing (Vorlesung, 3 SWS)</li> </ul>		<ul style="list-style-type: none"> <li>• 55 Stunden Selbststudium</li> <li>• 45 Stunden Präsenzstudium</li> <li>• 20 Stunden Prüfungsvorbereitung</li> </ul>
<b>Lehrinhalte:</b>		
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Aktuelle Paradigmen in der Computertechnik</li> <li>• Smarte Komponenten</li> <li>• Software-Architekturen</li> <li>• Kontext-sensitive Systeme</li> <li>• Umgebungszintelligenz</li> <li>• Interaktive ambiante Mediensysteme</li> <li>• Ambient Computing Anwendungen (AAL)</li> <li>• Ethische, legale und soziale Implikationen (ELSI)</li> </ul>		
<b>Qualifikationsziele/Kompetenzen:</b>		
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Die Studierenden sind in der Lage, Möglichkeiten, Konzepte und Probleme Ambienter Systeme einzuschätzen</li> <li>• Sie haben einen Überblick über die aktuellen Technologien und Systeme für die Entwicklung Ambienter Systeme</li> <li>• Sie sind in der Lage, die aktuellen Forschungsarbeiten auf dem Gebiet des Ambient Computing zu verfolgen und zu beurteilen</li> </ul>		
<b>Vergabe von Leistungspunkten und Benotung durch:</b>		
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Prüfungsform hängt vom übergeordneten Modul ab</li> </ul>		
<b>Modulverantwortlicher:</b>		
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Siehe Hauptmodul</li> </ul>		
<b>Lehrende:</b>		
<ul style="list-style-type: none"> <li>• <a href="#">Institut für Telematik</a></li> <li>• <a href="#">Prof. Dr.-Ing. Andreas Schrader</a></li> </ul>		
<b>Literatur:</b>		
<ul style="list-style-type: none"> <li>• John Krumm: Ubiquitous Computing Fundamentals - CRC Press, 2009</li> <li>• Stefan Poslad: Ubiquitous Computing: Smart Devices, Environments and Interactions - Wiley, 2009</li> <li>• Uwe Hansman et al: Pervasive Computing - Springer, 2003</li> </ul>		
<b>Sprache:</b>		
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Englisch, außer bei nur deutschsprachigen Teilnehmern</li> </ul>		
<b>Bemerkungen:</b>		



(Ist Modulteil von CS4503-KP12)

Zulassungsvoraussetzungen zur Belegung des Moduls:

- Keine

Zulassungsvoraussetzungen zur Teilnahme an Modul-Prüfung(en):

- siehe übergeordnetes Modul

Modulprüfung(en):

- siehe übergeordnetes Modul

**CS5131 T - Modulteil: Web-Mining-Agenten (WebMininga)**

<b>Dauer:</b> 1 Semester	<b>Angebotsturnus:</b> Wird nicht mehr angeboten	<b>Leistungspunkte:</b> 8
-----------------------------	---	------------------------------

**Studiengang, Fachgebiet und Fachsemester:**

- Zertifikatsstudium Künstliche Intelligenz (Modulteil eines Pflichtmoduls), Modulteil, 1. Fachsemester
- Master IT-Sicherheit 2019 (Modulteil eines Wahlmoduls), Modulteil, 1. oder 2. Fachsemester
- Master Informatik 2019 (Modulteil eines Wahlmoduls), Modulteil, Beliebige Fachsemester
- Master Entrepreneurship in digitalen Technologien 2020 (Modulteil eines Wahlmoduls), Modulteil, Beliebige Fachsemester
- Master Entrepreneurship in digitalen Technologien 2014 (Modulteil eines Wahlmoduls), Modulteil, Beliebige Fachsemester
- Master Informatik 2014 (Modulteil eines Wahlmoduls), Modulteil, Beliebige Fachsemester

**Lehrveranstaltungen:**

- CS5131-V: Web-Mining-Agenten (Vorlesung, 4 SWS)
- CS5131-Ü: Web-Mining-Agenten (Übung, 1 SWS)
- CS5131-P: Web-Mining-Agenten (Praktikum, 1 SWS)

**Arbeitsaufwand:**

- 120 Stunden Selbststudium
- 90 Stunden Präsenzstudium
- 30 Stunden Prüfungsvorbereitung

**Lehrinhalte:**

- Wahrscheinlichkeiten und generative Modelle für diskrete Daten
- Gauss-Modelle, Bayesscher und frequentistischer Wahrscheinlichkeitsbegriff
- Graphische Wahrscheinlichkeitsmodelle (z.B. Bayessche Netze), Lernen von Parametern und Strukturen (Algorithmen BME, MAP, ML, EM), wahrscheinlichkeitsbasierte Klassifikation, Relationale graphische Wahrscheinlichkeitsmodelle
- Dynamische graphische Wahrscheinlichkeitsmodelle (dynamische Bayessche Netzwerke, Markov-Annahme, Zustandsübergangs- und Sensor-Modelle, Berechnungsprobleme: Filterung, Prädiktion, Glättung, wahrscheinlichste Zustandsfolge), Erweiterungen (Hidden-Markov-Modelle, Kalman-Filter), exakte und approximative Verfahren zur Lösung von Berechnungsproblemen, Automatische Bestimmung von Parametern und Struktur von dynamischen graphischen Wahrscheinlichkeitsmodellen
- Kausale Netze (Intervention, instrumentale Variable, Kontrafaktische Konditionale)
- Gemischte Modelle, Latente lineare Modelle (LDA, LSI, PCA), dünn besetzte lineare Modelle
- Entscheidungsfindung unter Unsicherheit: Nützlichkeits-theorie, Entscheidungsnetzwerke, Wert von Information, sequentielle Entscheidungsprobleme und -Algorithmen (Wert-Iteration, Strategie-Iteration), Markov-Entscheidungsprobleme (MDPs), entscheidungstheoretische konstruierte Agenten, Markov-Entscheidungsprobleme unter partieller Beobachtbarkeit (POMDP), dynamische Entscheidungsnetzwerke, Parameter- und Strukturbestimmung durch wiederholte Verstärkung (reinforcement learning)
- Interaktion von Agenten: Spieltheorie, Betrachtung von Entscheidungen und Aktionen mehrerer Agenten (Nash-Gleichgewicht, ?Bayes-Nash-Gleichgewicht), Soziale Entscheidung (Abstimmung, Präferenzen, Paradoxien, Arrow's Theorem), Mechanismen, ?Mechanismen-Entwurf (kontrollierte Autonomie), Bilaterale Mechanismen: Regeln des Zusammentreffens (rules of encounter)
- Multimedia-Interpretation für Webrecherchen (Erkennung benannter Entitäten, Duplikateliminierung, Interpretation von Inhalten, probabilistische Bewertung von Interpretationen, Linkanalyse, Netzwerkanalyse)
- Informationsassoziation und -recherche, Anfragebeantwortung und Empfehlungsgenerierung

**Qualifikationsziele/Kompetenzen:**

- Wissen: Studierende können die Agentenabstraktion erläutern und Informationsgewinnung im Web (web mining) als rationales Verhalten erläutern. Sie können Details der Architektur von Mining-Agenten (Ziele, Nützlichkeitswerte, Umgebungen) erläutern. Der Begriff des kooperativen und nicht-kooperativen Agenten kann durch die Studierenden im Rahmen von Entscheidungsproblemen diskutiert werden. Um Agenten mit Fähigkeiten zum Umgang mit Unsicherheiten bei der Informationsrecherche in Realweltszenarien auszustatten, können Studierende die wesentlichen Repräsentationswerkzeuge aufzeigen (z.B. Bayessche Netzwerke) und Algorithmen für Berechnungsprobleme für statische und dynamische Szenarien erläutern. Techniken zur automatischen Berechnung von verwendeten Repräsentationen und Modellen können erklärt werden. Damit Agenten mit Entscheidungsfindungskompetenz ausgestattet werden können (zum Beispiel, um festzulegen, wo weiter im Web gesucht werden soll) sind Studierende in der Lage, Entscheidungsfindungsprozesse für einfache und sequentielle Kontexte zu beschreiben und zu gestalten, so dass Szenarien beherrscht werden können, in denen die Agenten vollen oder auch nur partiellen Zugriff auf den Zustand ihres umgebenden Systems haben und den Wert von möglicherweise akquirierbaren Informationen für festgelegte Aufgaben abschätzen müssen. Studierende verfügen über Wissen zur Erläuterung der klassischen und der neueren Techniken zur zielgerichteten Anreicherung von unstrukturierten Daten mit symbolischen Beschreibungen (Multimediadaten-Interpretation, Annotation).
- Fertigkeiten: Die Studierenden sind in der Lage, für den Aufbau von Web-Recherche-Systemen geeignete Repräsentations- und Kooperationsformen für Teilprozesse bzw. Agenten auszuwählen. Auf der Basis von multimodalen Daten können die Studierenden Mining-Systeme aufbauen, um explizit gegebene Dateneinheiten (Textdokumente, relationale Daten, Bilder, Videos) auszuwerten, so dass für bestimmte Anfragekontexte nicht nur die Einheiten einfach zurückgegeben werden (oder Zeiger hierauf), sondern eine

symbolische, zusammenfassende Beschreibung generiert wird (und ggf. zur sog. Annotation der Einheiten hinzugefügt wird). Insbesondere können die Studierenden auf der Basis von multimodalen Daten Mining-Systeme aufbauen, um explizit gegebene Dateneinheiten (Textdokumente, relationale Daten, Bilder, Videos) auszuwerten, so dass für bestimmte Anfragekontexte nicht nur die Einheiten einfach zurückgegeben werden (oder Zeiger hierauf), sondern eine symbolische, zusammenfassende Beschreibung generiert wird (und ggf. zur sog. Annotation der Einheiten hinzugefügt wird). Die Fertigkeiten der Studierenden umfassen auch die wettbewerbsorientierte Gestaltung von Systemen mit autonomen, von verschiedene Parteien konstruierbaren Agenten, so dass über deren Zusammenspiel ein Mehrwert erzeugt werden kann (Interaktion bzw. Kooperation von Web-Mining-Agenten). Koordinierungsprobleme und Entscheidungsprobleme in einem Multiagenten-Szenario können durch die Studierenden über den Gleichgewichts- und den Mechanismus-Begriff behandelt werden.

- **Sozialkompetenz und Selbständigkeit:** Studierende arbeiten in Gruppen, um Übungsaufgaben und kleine Projekte zu bearbeiten und ihre Lösungen in einem Kurzvortrag zu präsentieren. Selbständiges praktisches Arbeiten der Studierenden wird auch im zugehörigen Projektpraktikum durch die Entwicklung eines größeren Projekts mit aktuellen Programmiersprachen und Werkzeugen aus dem Bereich des Data Science gefördert.

---

**Vergabe von Leistungspunkten und Benotung durch:**

- Prüfungsform hängt vom übergeordneten Modul ab

---

**Modulverantwortlicher:**

- Siehe Hauptmodul

**Lehrende:**

- [Institut für Informationssysteme](#)
- [Prof. Dr. rer. nat. habil. Ralf Möller](#)
- [PD Dr. Özgür Özçep](#)

---

**Literatur:**

- M. Hall, I. Witten and E. Frank: Data Mining: Practical Machine Learning Tools and Techniques - Morgan Kaufmann, 2011
- D. Koller, N. Friedman: Probabilistic Graphical Models: Principles and Techniques - MIT Press, 2009
- K. Murphy: Machine Learning: A Probabilistic Perspective - MIT Press, 2012
- S. Russel, P. Norvig: Artificial Intelligence: A Modern Approach - Pearson Education, 2010
- Y. Shoham, K. Leyton-Brown: Multiagent-Systems: Algorithmic, Game-Theoretic, and Logical Foundations - Cambridge University Press, 2009
- : Journal-Artikel zu speziellen Themen der Veranstaltung werden in der Vorlesung bekanntgegeben

---

**Sprache:**

- Wird nur auf Englisch angeboten

---

**Bemerkungen:**

Zulassungsvoraussetzungen zum Modul:

- Keine

Zulassungsvoraussetzungen zur Prüfung:

- Prüfungsvorleistungen können zu Beginn des Semesters festgelegt werden. Sind Vorleistungen definiert, müssen diese vor der Erstprüfung erbracht und positiv bewertet worden sein.

Die Kompetenzen der folgenden Module werden für dieses Modul benötigt (keine harte Zulassungsvoraussetzung):

- Algorithmen und Datenstrukturen (CS1001)
- Lineare Algebra und Diskrete Strukturen I + II (MA1000, MA1500)
- Datenbanken (CS2700)
- Stochastik 1 (MA2510) bzw. Grundlagen der Statistik (PY1800)
- Einführung in die Logik (CS1002)
- Künstliche Intelligenz 1 (CS3204)
- Informationssysteme (CS4130)

(Ist gleich CS5131)

(Ist Modulteil von CS4513, CS4514-KP12)

**CS5140 T - Modulteil: Semantic Web (SemWeba)**

<b>Dauer:</b>	<b>Angebotsturnus:</b>	<b>Leistungspunkte:</b>
1 Semester	Jedes Wintersemester	4
<b>Studiengang, Fachgebiet und Fachsemester:</b>		
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Master Informatik 2019 (Modulteil eines Wahlmoduls), Modulteil, Beliebige Fachsemester</li> <li>• Master Entrepreneurship in digitalen Technologien 2020 (Modulteil eines Wahlmoduls), Modulteil, Beliebige Fachsemester</li> <li>• Master IT-Sicherheit 2019 (Modulteil eines Wahlmoduls), Modulteil, 1. oder 2. Fachsemester</li> <li>• Master Entrepreneurship in digitalen Technologien 2014 (Modulteil eines Wahlmoduls), Modulteil, Beliebige Fachsemester</li> <li>• Master Informatik 2014 (Modulteil eines Wahlmoduls), Modulteil, Beliebige Fachsemester</li> </ul>		
<b>Lehrveranstaltungen:</b>		<b>Arbeitsaufwand:</b>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• CS5140-V: Semantic Web (Vorlesung, 2 SWS)</li> <li>• CS5140-Ü: Semantic Web (Übung, 1 SWS)</li> </ul>		<ul style="list-style-type: none"> <li>• 65 Stunden Selbststudium</li> <li>• 45 Stunden Präsenzstudium</li> <li>• 10 Stunden Prüfungsvorbereitung</li> </ul>
<b>Lehrinhalte:</b>		
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Einleitung mit Überblick über die W3C Semantic Web Sprachfamilie</li> <li>• Datenmanagement für Semantic Web Daten insbesondere Indexierungsansätze</li> <li>• Anfrageverarbeitung für Semantic Web Anfragen (zentralistisch, parallel, und verteilt, insbesondere in der Cloud)</li> <li>• Auswertungsstrategien für Semantic Web Regeln und Ontologien</li> </ul>		
<b>Qualifikationsziele/Kompetenzen:</b>		
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Studierende können die Möglichkeiten und die Grenzen des Semantic Webs beurteilen.</li> <li>• Sie können die Folgen des Semantic Web Ansatzes für Datenmodellierung, Datenadministration und -verarbeitung und letztendlich für Applikationen abschätzen.</li> <li>• Sie können Semantic Web Applikationen entwickeln.</li> <li>• Sie können spezialisierte Verfahren für Semantic Web Datenbanken erklären und einsetzen.</li> <li>• Sie können über offene Forschungsfragen im Bereich des Semantic Webs diskutieren.</li> </ul>		
<b>Vergabe von Leistungspunkten und Benotung durch:</b>		
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Prüfungsform hängt vom übergeordneten Modul ab</li> </ul>		
<b>Modulverantwortlicher:</b>		
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Siehe Hauptmodul</li> </ul>		
<b>Lehrende:</b>		
<ul style="list-style-type: none"> <li>• <a href="#">Institut für Informationssysteme</a></li> <li>• <a href="#">Prof. Dr. Sven Groppe</a></li> </ul>		
<b>Literatur:</b>		
<ul style="list-style-type: none"> <li>• P. Hitzler, M. Krötzsch, S. Rudolph: Foundations of Semantic Web Technologies - Chapman &amp; Hall / CRC, 2009</li> <li>• T. Segaran, J. Taylor, C. Evans: Programming the Semantic Web - O'Reilly, 2009</li> <li>• F. Bry, J. Maluszynski: Semantic Techniques for the Web - Springer, 2009</li> <li>• J. T. Pollock: Semantic Web for Dummies - Wiley, 2009</li> <li>• J. Hebler, M. Fisher, R. Blace, A. Perez-Lopez, M. Dean: Semantic Web Programming - Wiley, 2009</li> <li>• G. Antoniou, F. van Harmelen: A Semantic Web Primer - MIT Press, 2008</li> <li>• V. Kashyap, C. Bussler, M. Moran: The Semantic Web - Springer, 2008</li> <li>• S. Groppe: Data Management and Query Processing in Semantic Web Databases - Springer, 2011</li> </ul>		
<b>Sprache:</b>		
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Wird nur auf Deutsch angeboten</li> </ul>		
<b>Bemerkungen:</b>		



(Ist gleich CS5140)  
(Ist Modulteil von CS4508)

Zulassungsvoraussetzungen zur Belegung des Moduls:

- Keine

Zulassungsvoraussetzungen zur Teilnahme an Modul-Prüfung(en):

- siehe übergeordnetes Modul

Modulprüfung(en):

- siehe übergeordnetes Modul

**CS5150 T - Modulteil: Organic Computing (OrganicCoa)**

<b>Dauer:</b>	<b>Angebotsturnus:</b>	<b>Leistungspunkte:</b>
1 Semester	In der Regel jährlich, vorzugsweise im WiSe	4
<b>Studiengang, Fachgebiet und Fachsemester:</b>		
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Master Informatik 2019 (Modulteil eines Wahlmoduls), Modulteil, Beliebige Fachsemester</li> <li>• Master Entrepreneurship in digitalen Technologien 2020 (Modulteil eines Wahlmoduls), Modulteil, Beliebige Fachsemester</li> <li>• Master IT-Sicherheit 2019 (Modulteil eines Wahlmoduls), Modulteil, 1. oder 2. Fachsemester</li> <li>• Master Entrepreneurship in digitalen Technologien 2014 (Modulteil eines Wahlmoduls), Modulteil, Beliebige Fachsemester</li> <li>• Master Informatik 2014 (Modulteil eines Pflichtmoduls), Modulteil, Beliebige Fachsemester</li> </ul>		
<b>Lehrveranstaltungen:</b>		<b>Arbeitsaufwand:</b>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• CS5150-V: Organic Computing (Vorlesung, 2 SWS)</li> <li>• CS5150-Ü: Organic Computing (Übung, 1 SWS)</li> </ul>		<ul style="list-style-type: none"> <li>• 60 Stunden Selbststudium</li> <li>• 45 Stunden Präsenzstudium</li> <li>• 15 Stunden Prüfungsvorbereitung</li> </ul>
<b>Lehrinhalte:</b>		
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Grundideen des Organic Computing</li> <li>• Selbstorganisation und Emergenz</li> <li>• Architektur und Entwurf von Organic Computing-Systemen</li> <li>• Organic Computing für den Entwurf von verteilten Systemen</li> <li>• Organic Computing in Neuro- und Bioinformatik</li> <li>• Organic Grid</li> <li>• Autonome Systeme</li> </ul>		
<b>Qualifikationsziele/Kompetenzen:</b>		
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Die Studierenden können die Prinzipien des Organic Computing beispielhaft anwenden.</li> <li>• Sie können Methoden von Organic Computing erklären.</li> <li>• Sie können emergente Eigenschaften von Organic Computing-Systemen analysieren.</li> </ul>		
<b>Vergabe von Leistungspunkten und Benotung durch:</b>		
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Prüfungsform hängt vom übergeordneten Modul ab</li> </ul>		
<b>Modulverantwortlicher:</b>		
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Siehe Hauptmodul</li> </ul>		
<b>Lehrende:</b>		
<ul style="list-style-type: none"> <li>• <a href="#">Institut für Technische Informatik</a></li> <li>• Dr. rer. nat. Javad Ghofrani</li> </ul>		
<b>Literatur:</b>		
<ul style="list-style-type: none"> <li>• C. Müller-Schloer, H. Schmeck, T. Ungerer: Organic Computing – A Paradigm Shift for Complex Systems - Birkhäuser, 2011</li> <li>• R. P. Würtz: Organic Computing - Springer, 2008</li> <li>• C. Klüver, J. Kluever, J. Schmidt: Modellierung komplexer Prozesse durch naturanaloge Verfahren - Springer Vieweg 2012</li> </ul>		
<b>Sprache:</b>		
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Wird nur auf Deutsch angeboten</li> </ul>		
<b>Bemerkungen:</b>		



(Ist Modulteil von CS4290, CS4504-KP12)

Zulassungsvoraussetzungen zur Belegung des Moduls:

- Keine

Zulassungsvoraussetzungen zur Teilnahme an Modul-Prüfung(en):

- Erfolgreiche Bearbeitung von Übungen gemäß Vorgabe am Semesteranfang

Modulprüfung(en):

- CS5150-L1: Organic Computing, Mündliche Prüfung, 100% der Modulnote

**CS5153 T - Modulteil: Drahtlose Sensornetze (DISensorNa)**

<b>Dauer:</b>	<b>Angebotsturnus:</b>	<b>Leistungspunkte:</b>
1 Semester	Jedes Sommersemester	4
<b>Studiengang, Fachgebiet und Fachsemester:</b>		
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Master Informatik 2019 (Modulteil eines Wahlmoduls), Modulteil, Beliebige Fachsemester</li> <li>• Master Entrepreneurship in digitalen Technologien 2020 (Modulteil eines Wahlmoduls), Modulteil, Beliebige Fachsemester</li> <li>• Master IT-Sicherheit 2019 (Modulteil eines Wahlmoduls), Modulteil, 1. oder 2. Fachsemester</li> <li>• Master Informatik 2014 (Modulteil eines Pflichtmoduls), Anwendungsfach Robotik und Automation, Beliebige Fachsemester</li> <li>• Master Entrepreneurship in digitalen Technologien 2014 (Modulteil eines Wahlmoduls), Modulteil, Beliebige Fachsemester</li> <li>• Master Informatik 2014 (Modulteil eines Wahlmoduls), Vertiefung, Beliebige Fachsemester</li> </ul>		
<b>Lehrveranstaltungen:</b>		<b>Arbeitsaufwand:</b>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• CS5153-V: Drahtlose Sensornetze (Vorlesung, 2 SWS)</li> <li>• CS5153-Ü: Drahtlose Sensornetze (Übung, 1 SWS)</li> </ul>		<ul style="list-style-type: none"> <li>• 60 Stunden Selbststudium</li> <li>• 45 Stunden Präsenzstudium</li> <li>• 15 Stunden Prüfungsvorbereitung</li> </ul>
<b>Lehrinhalte:</b>		
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Grundlagen der Sensornetze</li> <li>• Architektur der Sensorknoten und Sensornetze</li> <li>• Identität und Adressierung</li> <li>• Drahtlose Kommunikation</li> <li>• Datenhaltung und Topologiekontrolle</li> <li>• Lokalisation</li> <li>• Energieversorgung mittels regenerativer Quellen (Energy-Harvesting)</li> <li>• Anwendungen</li> </ul>		
<b>Qualifikationsziele/Kompetenzen:</b>		
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Die Studierenden können die Besonderheiten von Sensornetzen sowie der damit verbundenen Herausforderungen und Konzepte darstellen.</li> <li>• Sie beherrschen die Analyse, den Entwurf und die Evaluation von Protokollen für Sensornetzwerke methodisch.</li> <li>• Sie können die aktuellen Forschungsaktivitäten zu Sensornetzen deuten und weiterverfolgen.</li> </ul>		
<b>Vergabe von Leistungspunkten und Benotung durch:</b>		
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Prüfungsform hängt vom übergeordneten Modul ab</li> </ul>		
<b>Modulverantwortlicher:</b>		
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Siehe Hauptmodul</li> </ul>		
<b>Lehrende:</b>		
<ul style="list-style-type: none"> <li>• <a href="#">Institut für Technische Informatik</a></li> <li>• Dr. rer. nat. Javad Ghofrani</li> </ul>		
<b>Literatur:</b>		
<ul style="list-style-type: none"> <li>• H. Karl, A. Willig: Protocols and Architectures of Wireless Sensor Networks, - Wiley, 2005</li> <li>• F. Zhao, L. Guibas: Wireless Sensor Networks - Morgan Kaufmann, 2004</li> <li>• B.-C. Renner: Sustained Operation of Sensor Nodes with Energy Harvesters and Supercapacitors - Books on Demand 2013</li> </ul>		
<b>Sprache:</b>		
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Wird nur auf Englisch angeboten</li> </ul>		
<b>Bemerkungen:</b>		



(Ist Modulteil von CS4504-KP12)  
(Ist gleich CS5153)

Zulassungsvoraussetzungen zur Belegung des Moduls:

- Keine

Zulassungsvoraussetzungen zur Teilnahme an Modul-Prüfung(en):

- Erfolgreiche Bearbeitung von Übungen gemäß Vorgabe am Semesteranfang

Modulprüfung(en):

- CS5153-L1: Drahtlose Sensornetze, Mündliche Prüfung, 100% der Modulnote

**CS5158 T - Modulteil: Advanced Internet Technologies (AdInternea)**

<b>Dauer:</b>	<b>Angebotsturnus:</b>	<b>Leistungspunkte:</b>
1 Semester	Jedes Sommersemester	4
<b>Studiengang, Fachgebiet und Fachsemester:</b>		
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Master Informatik 2019 (Modulteil eines Wahlmoduls), Modulteil, Beliebige Fachsemester</li> <li>• Master Entrepreneurship in digitalen Technologien 2020 (Modulteil eines Wahlmoduls), Modulteil, Beliebige Fachsemester</li> <li>• Master IT-Sicherheit 2019 (Modulteil eines Wahlmoduls), Modulteil, 1. oder 2. Fachsemester</li> <li>• Master Entrepreneurship in digitalen Technologien 2014 (Modulteil eines Wahlmoduls), Modulteil, Beliebige Fachsemester</li> <li>• Master Informatik 2014 (Modulteil eines Wahlmoduls), Modulteil, Beliebige Fachsemester</li> </ul>		
<b>Lehrveranstaltungen:</b>		<b>Arbeitsaufwand:</b>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• CS5158-V: Advanced Internet Technologies (Vorlesung, 2 SWS)</li> <li>• CS5158-Ü: Advanced Internet Technologies (Übung, 1 SWS)</li> </ul>		<ul style="list-style-type: none"> <li>• 60 Stunden Selbststudium</li> <li>• 45 Stunden Präsenzstudium</li> <li>• 15 Stunden Prüfungsvorbereitung</li> </ul>
<b>Lehrinhalte:</b>		
<ul style="list-style-type: none"> <li>• 1. Grundlagen: Internet-Architektur, Border Gateway Protocol (BGP), Multi-Protocol Label Switching (MPLS)</li> <li>• 2. Software-Defined Networking (SDN): Rationale, OpenFlow, P4</li> <li>• 3. Transport Layer: QUIC, HTTP3, MQTT, IoT</li> <li>• 4. Specialized Network Architectures: Named-Data Networking (NDN), LoRaWAN, Delay-Tolerant Networking (DTN)</li> <li>• 5. Future Topics: Sicherheit, Zukunft des Internets</li> </ul>		
<b>Qualifikationsziele/Kompetenzen:</b>		
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Die Studierenden verstehen die fundamentalen Designentscheidungen, die zur Entwicklung der Internetprotokolle geführt haben.</li> <li>• Sie kennen grundlegende, allgemeingültige Kriterien zum Entwurf von Netzwerken (End-To-End Argument, Fate Sharing, etc.).</li> <li>• Sie können aktuelle Routingverfahren wie BGP, MPLS und SDN im Detail erklären und anwenden.</li> <li>• Sie können die Unterschiede moderner Transportprotokolle wie QUIC, HTTP und MQTT zu ihren Vorgängern motivieren, die Protokolle erklären und sie in ihren Anwendungskontexten einsetzen.</li> <li>• Sie kennen die Grundprinzipien aktueller spezialisierter Netzwerktechnologien wie NDN, LoRaWAN und DTN und wissen, wann und wie sie einsetzen können.</li> <li>• Sie haben eine klare Vorstellung, welchen Entwicklungspfaden das Internet zukünftig folgen kann.</li> </ul>		
<b>Vergabe von Leistungspunkten und Benotung durch:</b>		
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Prüfungsform hängt vom übergeordneten Modul ab</li> </ul>		
<b>Modulverantwortlicher:</b>		
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Prof. Dr. Stefan Fischer</li> </ul>		
<b>Lehrende:</b>		
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Institut für Telematik</li> <li>• Dr. rer. nat. Florian-Lennert Lau</li> </ul>		
<b>Literatur:</b>		
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Kurose, J. F., &amp; Ross, K. W.: Computer Networking: A Top-Down Approach - 9. Aufl., Pearson., 2025</li> <li>• Chataut, R., Sharma, H., &amp; Akl, R.: A Comprehensive Review of IoT Applications and Future Prospects. Sensors - MDPI, 2023</li> <li>• Akamai Technologies: HTTP/3 and QUIC: Past, Present, and Future - 2021</li> <li>• Saxena, D.: Named Data Networking: A Survey. Computer Science Review - Elsevier, 2016</li> <li>• Castillo, V., Gómez, Á., Salcedo, J., &amp; López, L.: Delay and Disruption Tolerant Networking for Terrestrial and TCP/IP Applications: A Systematic Literature Review - Journal of Cybersecurity and Privacy, 4(3), 493-520. MDPI, 2024</li> </ul>		
<b>Sprache:</b>		
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Sowohl Deutsch- wie Englischkenntnisse nötig</li> </ul>		
<b>Bemerkungen:</b>		



(War Modulteil von CS4509)  
(Ist gleich CS5158)

Zulassungsvoraussetzungen zur Belegung des Moduls:

- Keine

Zulassungsvoraussetzungen zur Teilnahme an Modul-Prüfung(en):

- siehe übergeordnetes Modul

Modulprüfung(en):

- siehe übergeordnetes Modul

**CS5170 T - Modulteil: Hardware/Software Co-Design (HWSWCoda)**

<b>Dauer:</b>	<b>Angebotsturnus:</b>	<b>Leistungspunkte:</b>
1 Semester	Jedes Wintersemester	4
<b>Studiengang, Fachgebiet und Fachsemester:</b>		
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Master Informatik 2019 (Modulteil eines Wahlmoduls), Modulteil, Beliebige Fachsemester</li> <li>• Master Entrepreneurship in digitalen Technologien 2020 (Modulteil eines Wahlmoduls), Modulteil, Beliebige Fachsemester</li> <li>• Master IT-Sicherheit 2019 (Modulteil eines Wahlmoduls), Modulteil, 1. oder 2. Fachsemester</li> <li>• Master Entrepreneurship in digitalen Technologien 2014 (Modulteil eines Wahlmoduls), Modulteil, Beliebige Fachsemester</li> <li>• Master Informatik 2014 (Modulteil eines Wahlmoduls), Modulteil, Beliebige Fachsemester</li> </ul>		
<b>Lehrveranstaltungen:</b>		<b>Arbeitsaufwand:</b>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• CS5170-V: Hardware/Software Co-Design (Vorlesung, 2 SWS)</li> <li>• CS5170-Ü: Hardware/Software Co-Design (Übung, 1 SWS)</li> </ul>		<ul style="list-style-type: none"> <li>• 55 Stunden Selbststudium</li> <li>• 45 Stunden Präsenzstudium</li> <li>• 20 Stunden Prüfungsvorbereitung</li> </ul>
<b>Lehrinhalte:</b>		
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Stufen und Phasen des Systementwurfs</li> <li>• Zielarchitekturen für Hw/Sw-Systeme</li> <li>• Systementwurf und -modellierung</li> <li>• Systemsynthese</li> <li>• Algorithmen zur Ablaufplanung</li> <li>• Systempartitionierung</li> <li>• Algorithmen zur Systempartitionierung</li> <li>• Entwurfssysteme</li> <li>• Leistungsanalyse / Schätzung der Entwurfsqualität</li> <li>• Systementwurf und Spezifikation mit SystemC</li> <li>• Anwendungsbeispiele</li> </ul>		
<b>Qualifikationsziele/Kompetenzen:</b>		
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Studierende sind in der Lage, für eine gegebene Systembeschreibung eine geeignete Hardware/Softwarearchitektur zu bestimmen</li> <li>• Sie können die Vor- und Nachteile einzelner Implementierungsalternativen bestimmen und erläutern</li> <li>• Sie können Verfahren zur Systempartitionierung anwenden</li> <li>• Sie können nicht-formale Systembeschreibungen in formale Modelle umsetzen</li> <li>• Sie können die einzelnen Schritte der Systemsynthese erläutern</li> <li>• Sie können die Qualität von Systementwürfen abschätzen</li> <li>• Sie können Systembeschreibungen in SystemC erstellen</li> </ul>		
<b>Vergabe von Leistungspunkten und Benotung durch:</b>		
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Prüfungsform hängt vom übergeordneten Modul ab</li> </ul>		
<b>Modulverantwortlicher:</b>		
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Siehe Hauptmodul</li> </ul>		
<b>Lehrende:</b>		
<ul style="list-style-type: none"> <li>• <a href="#">Institut für Technische Informatik</a></li> <li>• <a href="#">Prof. Dr.-Ing. Mladen Berekovic</a></li> </ul>		
<b>Literatur:</b>		
<ul style="list-style-type: none"> <li>• F. Kesel: Modellierung von digitalen Systemen mit SystemC - Oldenbourg Verlag 2012</li> <li>• Teich, J., Haubelt, C.: Digital Hardware/Software-Systeme. Synthese und Optimierung - Berlin: Springer 2007</li> </ul>		
<b>Sprache:</b>		
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Wird nur auf Deutsch angeboten</li> </ul>		
<b>Bemerkungen:</b>		



(Ist Modulteil von CS4290, CS4505)  
(Ist gleich CS5170)

Zulassungsvoraussetzungen zur Belegung des Moduls:

- Keine

Zulassungsvoraussetzungen zur Teilnahme an Modul-Prüfung(en):

- Erfolgreiche Bearbeitung von Übungen gemäß Vorgabe am Semesteranfang

Modulprüfung(en):

- CS5170-L1: Hardware/Software Co-Design, Mündliche Prüfung, 100% der Modulnote

**CS5194 T - Modulteil: Projektpraktikum Signal- und Bildverarbeitung (PrSigBildv)**

<b>Dauer:</b>	<b>Angebotsturnus:</b>	<b>Leistungspunkte:</b>
1 Semester	Jedes zweite Semester	4 (Typ B)
<b>Studiengang, Fachgebiet und Fachsemester:</b>		
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Master Biophysik 2023 (Modulteil eines Wahlmoduls), Vertiefung, 1. oder 2. Fachsemester</li> <li>• Master Informatik 2019 (Modulteil eines Wahlmoduls), Modulteil, Beliebige Fachsemester</li> <li>• Master Medizinische Ingenieurwissenschaft 2020 (Modulteil eines Wahlmoduls), Informatik/Elektrotechnik, Beliebige Fachsemester</li> <li>• Master Entrepreneurship in digitalen Technologien 2020 (Modulteil eines Wahlmoduls), Modulteil, Beliebige Fachsemester</li> <li>• Master Biophysik 2019 (Modulteil eines Wahlmoduls), Vertiefung, 1. oder 2. Fachsemester</li> <li>• Master IT-Sicherheit 2019 (Modulteil eines Wahlmoduls), Modulteil, 1. oder 2. Fachsemester</li> <li>• Master Medizinische Ingenieurwissenschaft 2014 (Modulteil eines Wahlmoduls), Informatik/Elektrotechnik, 1. oder 2. Fachsemester</li> <li>• Master Entrepreneurship in digitalen Technologien 2014 (Modulteil eines Wahlmoduls), Modulteil, Beliebige Fachsemester</li> <li>• Master Informatik 2014 (Modulteil eines Wahlmoduls), Modulteil, Beliebige Fachsemester</li> </ul>		
<b>Lehrveranstaltungen:</b>		<b>Arbeitsaufwand:</b>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• CS5194-P: Projektpraktikum Signal- und Bildverarbeitung (iRoom) (Praktikum, 3 SWS)</li> </ul>		<ul style="list-style-type: none"> <li>• 60 Stunden Gruppenarbeit</li> <li>• 40 Stunden Selbststudium</li> <li>• 20 Stunden Schriftliche Ausarbeitung</li> </ul>
<b>Lehrinhalte:</b>		
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Planung und Realisierung typischer Signalverarbeitungsanwendungen im Team</li> </ul>		
<b>Qualifikationsziele/Kompetenzen:</b>		
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Die Studierenden verfügen über umfangreiches Wissen über die praktische Umsetzung der Signal- und Bildverarbeitung.</li> <li>• Sie können kleine Signalverarbeitungsprojekte eigenständig und in Teamwork durchführen.</li> <li>• Sie besitzen die Fähigkeit zur Dokumentation und Präsentation der Projektergebnisse.</li> </ul>		
<b>Vergabe von Leistungspunkten und Benotung durch:</b>		
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Prüfungsform hängt vom übergeordneten Modul ab</li> </ul>		
<b>Setzt voraus:</b>		
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Signalverarbeitung (CS3100-KP04)</li> <li>• Bildverarbeitung (CS3203)</li> </ul>		
<b>Modulverantwortlicher:</b>		
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Siehe Hauptmodul</li> </ul>		
<b>Lehrende:</b>		
<ul style="list-style-type: none"> <li>• <a href="#">Institut für Signalverarbeitung</a></li> <li>• Prof. Dr.-Ing. Markus Kallinger</li> <li>• MitarbeiterInnen des Instituts</li> </ul>		
<b>Sprache:</b>		
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Wird nur auf Deutsch angeboten</li> </ul>		
<b>Bemerkungen:</b>		
(Ist Modulteil von CS4510)		
Zulassungsvoraussetzungen zur Belegung des Moduls:		
- Keine		
Zulassungsvoraussetzungen zur Teilnahme an Modul-Prüfung(en):		
- Das Projekt muss absolviert werden um die Prüfung im übergeordneten Modul (CS4510) ablegen zu können		
Modulprüfung(en):		
- CS4510-L1: Signalanalyse, mündliche Prüfung bestehend aus Mustererkennung, AMSAV und diesem Praktikum, 100% der Modulnote		



**CS5260SJ14 T - Modulteil: Sprach- und Audiosignalverarbeitung (SprachA14a)**

<b>Dauer:</b>	<b>Angebotsturnus:</b>	<b>Leistungspunkte:</b>
1 Semester	In der Regel jährlich, vorzugsweise im SoSe	4
<b>Studiengang, Fachgebiet und Fachsemester:</b>		
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Master Informatik 2019 (Modulteil eines Wahlmoduls), Modulteil, Beliebige Fachsemester</li> <li>• Master Biophysik 2023 (Modulteil eines Wahlmoduls), Vertiefung, 1. und 2. Fachsemester</li> <li>• Master Entrepreneurship in digitalen Technologien 2020 (Modulteil eines Wahlmoduls), Modulteil, Beliebige Fachsemester</li> <li>• Master Biophysik 2019 (Modulteil eines Wahlmoduls), Vertiefung, 1. oder 2. Fachsemester</li> <li>• Master IT-Sicherheit 2019 (Modulteil eines Wahlmoduls), Modulteil, Beliebige Fachsemester</li> <li>• Master Informatik 2014 (Modulteil eines Pflichtmoduls), Modulteil, Beliebige Fachsemester</li> <li>• Master Entrepreneurship in digitalen Technologien 2014 (Modulteil eines Wahlmoduls), Modulteil, Beliebige Fachsemester</li> <li>• Master Medizinische Ingenieurwissenschaft 2014 (Modulteil eines Wahlmoduls), Informatik/Elektrotechnik, 1. oder 2. Fachsemester</li> </ul>		
<b>Lehrveranstaltungen:</b>		<b>Arbeitsaufwand:</b>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• CS5260-V: Sprach- und Audiosignalverarbeitung (Vorlesung, 2 SWS)</li> <li>• CS5260-Ü: Sprach- und Audiosignalverarbeitung (Übung, 1 SWS)</li> </ul>		<ul style="list-style-type: none"> <li>• 55 Stunden Selbststudium</li> <li>• 45 Stunden Präsenzstudium</li> <li>• 20 Stunden Prüfungsvorbereitung</li> </ul>
<b>Lehrinhalte:</b>		
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Spracherzeugung und Hören beim Menschen</li> <li>• Physikalische Modelle des auditorischen Systems</li> <li>• Dynamikkompensation</li> <li>• Spektralanalyse: Spektrum und Cepstrum</li> <li>• Spektralwahrnehmung und Maskierung</li> <li>• Sprachtraktmodelle</li> <li>• Lineare Prädiktion</li> <li>• Codierung im Zeit- und Frequenzbereich</li> <li>• Sprachsynthese</li> <li>• Geräuschreduktion und Echokompensation</li> <li>• Quellen-Lokalisation und räumliche Wiedergabe</li> <li>• Grundzüge der automatischen Spracherkennung</li> </ul>		
<b>Qualifikationsziele/Kompetenzen:</b>		
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Am Ende der Lehrveranstaltung können die Studierenden die Grundlagen der menschlichen Spracherzeugung und der entsprechenden mathematischen Modellierung beschreiben.</li> <li>• Sie können die auditorische Wahrnehmung des Menschen und die entsprechenden Signalverarbeitungsmethoden zur technischen Nachbildung des Hörens erläutern.</li> <li>• Sie können die Inhalte der statistischen Sprachmodellierung und Spracherkennung erklären und präsentieren.</li> <li>• Sie können die Signalverarbeitungsmethoden für die Quellentrennung und Messung akustischer Übertragungssysteme erläutern und anwenden.</li> </ul>		
<b>Vergabe von Leistungspunkten und Benotung durch:</b>		
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Prüfungsform hängt vom übergeordneten Modul ab</li> </ul>		
<b>Modulverantwortlicher:</b>		
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Siehe Hauptmodul</li> </ul>		
<b>Lehrende:</b>		
<ul style="list-style-type: none"> <li>• <a href="#">Institut für Signalverarbeitung</a></li> <li>• Prof. Dr.-Ing. Markus Kallinger</li> </ul>		
<b>Literatur:</b>		
<ul style="list-style-type: none"> <li>• L. Rabiner, B.-H. Juang: Fundamentals of Speech Recognition - Upper Saddle River: Prentice Hall 1993</li> <li>• J. O. Heller, J. L. Hansen, J. G. Proakis: Discrete-Time Processing of Speech Signals - IEEE Press</li> </ul>		



**Sprache:**

- Wird nur auf Deutsch angeboten

**Bemerkungen:**

Zulassungsvoraussetzungen zum Modul:

- Keine

Zulassungsvoraussetzungen zur Teilnahme an Modul-Prüfung(en):

- Regelmäßige und positiv bewertete Übungsaufgaben gemäß Vorgabe am Semesteranfang

Modulprüfung(en):

- siehe übergeordnetes Modul

(Ist Modulteil von CS4290, CS4510, RO4290-KP04)

(Ist gleich CS5260SJ14)

**CS5275 T - Modulteil: Ausgewählte Methoden der Signalanalyse und -verbesserung (AMSAVa)**

<b>Dauer:</b>	<b>Angebotsturnus:</b>	<b>Leistungspunkte:</b>
1 Semester	Jedes Sommersemester	4
<b>Studiengang, Fachgebiet und Fachsemester:</b>		
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Master Robotics and Autonomous Systems 2019 (Modulteil eines Wahlmoduls), Modulteil von Aktuelle Themen Robotik und Automation, 1. und/oder 2. Fachsemester</li> <li>• Master Biophysik 2023 (Modulteil eines Wahlmoduls), Vertiefung, 2. Fachsemester</li> <li>• Master Informatik 2019 (Modulteil eines Wahlmoduls), Modulteil, Beliebige Fachsemester</li> <li>• Master Medizinische Ingenieurwissenschaft 2020 (Modulteil eines Wahlmoduls), Informatik/Elektrotechnik, Beliebige Fachsemester</li> <li>• Master Entrepreneurship in digitalen Technologien 2020 (Modulteil eines Wahlmoduls), Modulteil, Beliebige Fachsemester</li> <li>• Master Biophysik 2019 (Modulteil eines Wahlmoduls), Vertiefung, 2. Fachsemester</li> <li>• Master IT-Sicherheit 2019 (Modulteil eines Wahlmoduls), Modulteil, 1. oder 2. Fachsemester</li> <li>• Master Entrepreneurship in digitalen Technologien 2014 (Modulteil eines Wahlmoduls), Modulteil, Beliebige Fachsemester</li> <li>• Master Medizinische Ingenieurwissenschaft 2014 (Modulteil eines Wahlmoduls), Informatik/Elektrotechnik, 1. oder 2. Fachsemester</li> <li>• Master Informatik 2014 (Modulteil eines Wahlmoduls), Modulteil, Beliebige Fachsemester</li> </ul>		
<b>Lehrveranstaltungen:</b>		<b>Arbeitsaufwand:</b>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• CS5275-V: Ausgewählte Methoden der Signalanalyse und -verbesserung (Vorlesung, 2 SWS)</li> <li>• CS5275-Ü: Ausgewählte Methoden der Signalanalyse und -verbesserung (Übung, 1 SWS)</li> </ul>		<ul style="list-style-type: none"> <li>• 55 Stunden Selbststudium</li> <li>• 45 Stunden Präsenzstudium</li> <li>• 20 Stunden Prüfungsvorbereitung</li> </ul>
<b>Lehrinhalte:</b>		
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Grundzüge der statistischen Signalanalyse</li> <li>• Korrelations- und Spektralschätzung</li> <li>• Lineare Schätzer</li> <li>• Lineare Optimalfilter</li> <li>• Adaptive Filter</li> <li>• Mehrkanalige Signalverarbeitung, Beamformer und Quellentrennung</li> <li>• Komprimierte Abtastung</li> <li>• Grundzüge der Multiraten-Signalverarbeitung</li> <li>• Nichtlineare Signalverarbeitungsalgorithmen</li> <li>• Anwendungsszenarien in der Hörtechnik, Messung, Verbesserung und Restauration ein- und höherdimensionaler Signale, Messen von Schallfeldern, Rauschunterdrückung, Entzerrung (listening-room compensation), Inpainting</li> </ul>		
<b>Qualifikationsziele/Kompetenzen:</b>		
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Die Studierenden können die Grundlagen der stochastischen Signalbeschreibung und Optimalfilterung erläutern.</li> <li>• Sie können die lineare Schätztheorie beschreiben und anwenden.</li> <li>• Sie können die Grundlagen adaptiver Systeme beschreiben.</li> <li>• Sie können Verfahren zur mehrkanaligen Signalverarbeitung beschreiben und anwenden.</li> <li>• Sie können das Prinzip der komprimierten Abtastung beschreiben.</li> <li>• Sie können Multiraten-Signalverarbeitung analysieren und entwickeln.</li> <li>• Sie können verschiedene Anwendungen nichtlinearer, adaptiver Signalverarbeitungskonzepte darstellen.</li> <li>• Sie sind in der Lage, lineare Optimalfilter und nichtlineare Signalverbesserungstechniken eigenständig zu entwerfen bzw. anzuwenden.</li> </ul>		
<b>Vergabe von Leistungspunkten und Benotung durch:</b>		
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Prüfungsform hängt vom übergeordneten Modul ab</li> </ul>		
<b>Modulverantwortlicher:</b>		
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Siehe Hauptmodul</li> </ul>		
<b>Lehrende:</b>		
<ul style="list-style-type: none"> <li>• <a href="#">Institut für Signalverarbeitung</a></li> <li>• Prof. Dr.-Ing. Markus Kallinger</li> </ul>		
<b>Literatur:</b>		
<ul style="list-style-type: none"> <li>• A. Mertins: Signaltheorie: Grundlagen der Signalbeschreibung, Filterbänke, Wavelets, Zeit-Frequenz-Analyse, Parameter- und</li> </ul>		

- Signalschätzung - Springer-Vieweg, 3. Auflage, 2013
- S. Haykin: Adaptive Filter Theory - Prentice Hall, 1995

---

**Sprache:**

- Wird nur auf Deutsch angeboten

---

**Bemerkungen:**

(Ist Modulteil von CS4290-KP04, CS4510, CS5400)  
(Ist gleich CS5275)

Für Details siehe Hauptmodul.

Zulassungsvoraussetzungen zur Belegung des Moduls:

- Keine

Zulassungsvoraussetzungen zur Teilnahme an Modul-Prüfung(en):

- Erfolgreiche Bearbeitung von Übungsaufgaben (mind. 50%) während des Semesters

Modulprüfung(en) im Hauptmodul:

- CS5275-L1: Ausgewählte Methoden der Signalanalyse und -verbesserung, schriftliche oder mündliche Prüfung, 100% der Modulnote

**CS5430 T - Modulteil: Seminar Maschinelles Lernen (SemMaschLa)**

<b>Dauer:</b>	<b>Angebotsturnus:</b>	<b>Leistungspunkte:</b>
1 Semester	Jedes Sommersemester	4
<b>Studiengang, Fachgebiet und Fachsemester:</b>		
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Master Biophysik 2023 (Modulteil eines Wahlmoduls), Vertiefung, 2. Fachsemester</li> <li>• Master Informatik 2019 (Modulteil eines Wahlmoduls), Modulteil, Beliebige Fachsemester</li> <li>• Master Medizinische Ingenieurwissenschaft 2020 (Modulteil eines Wahlmoduls), Informatik/Elektrotechnik, Beliebige Fachsemester</li> <li>• Master Entrepreneurship in digitalen Technologien 2020 (Modulteil eines Wahlmoduls), Modulteil, Beliebige Fachsemester</li> <li>• Master Biophysik 2019 (Modulteil eines Wahlmoduls), Vertiefung, 2. Fachsemester</li> <li>• Master IT-Sicherheit 2019 (Modulteil eines Wahlmoduls), Modulteil, 1. oder 2. Fachsemester</li> <li>• Master Medizinische Ingenieurwissenschaft 2014 (Modulteil eines Wahlmoduls), Informatik/Elektrotechnik, 1. oder 2. Fachsemester</li> <li>• Master Entrepreneurship in digitalen Technologien 2014 (Modulteil eines Wahlmoduls), Modulteil, Beliebige Fachsemester</li> <li>• Master Informatik 2014 (Modulteil eines Wahlmoduls), Modulteil, Beliebige Fachsemester</li> </ul>		
<b>Lehrveranstaltungen:</b>		<b>Arbeitsaufwand:</b>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• CS5430-S: Seminar Maschinelles Lernen (Seminar, 2 SWS)</li> </ul>		<ul style="list-style-type: none"> <li>• 70 Stunden Selbststudium</li> <li>• 30 Stunden Präsenzstudium</li> <li>• 20 Stunden Bearbeitung eines individuellen Themas inkl. Vortrag und schriftl. Ausarbeitung</li> </ul>
<b>Lehrinhalte:</b>		
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Selbständiges Einarbeiten in ein Teilgebiet des Maschinellen Lernens</li> </ul>		
<b>Qualifikationsziele/Kompetenzen:</b>		
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Studierende können wissenschaftliche Artikel im Bereich des maschinellen Lernens lesen und verstehen.</li> <li>• Studierende können die Inhalte wissenschaftlicher Fachartikel im Bereich des maschinellen Lernens in einem Vortrag präsentieren.</li> </ul>		
<b>Vergabe von Leistungspunkten und Benotung durch:</b>		
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Prüfungsform hängt vom übergeordneten Modul ab</li> </ul>		
<b>Modulverantwortlicher:</b>		
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Siehe Hauptmodul</li> </ul>		
<b>Lehrende:</b>		
<ul style="list-style-type: none"> <li>• <a href="#">Institut für Neuro- und Bioinformatik</a></li> <li>• <a href="#">Prof. Dr.-Ing. Erhardt Barth</a></li> <li>• MitarbeiterInnen des Instituts</li> </ul>		
<b>Sprache:</b>		
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Sowohl Deutsch- wie Englischkenntnisse nötig</li> </ul>		
<b>Bemerkungen:</b>		
Zulassungsvoraussetzungen zum Modul: - Keine		
Zulassungsvoraussetzungen zur Prüfung: - Prüfungsvorleistungen können zu Beginn des Semesters festgelegt werden. Sind Vorleistungen definiert, müssen diese vor der Erstprüfung erbracht und positiv bewertet worden sein.		
(Ist Modulteil von CS4511)		

**CS5450 T - Modulteil: Maschinelles Lernen (MaschLerna)**

<b>Dauer:</b>	<b>Angebotsturnus:</b>	<b>Leistungspunkte:</b>
1 Semester	Jedes Wintersemester	4
<b>Studiengang, Fachgebiet und Fachsemester:</b>		
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Master Biophysik 2023 (Modulteil eines Wahlmoduls), Vertiefung, 1. Fachsemester</li> <li>• Master Informatik 2019 (Modulteil eines Wahlmoduls), Modulteil, Beliebige Fachsemester</li> <li>• Master Medizinische Ingenieurwissenschaft 2020 (Modulteil eines Wahlmoduls), Informatik/Elektrotechnik, Beliebige Fachsemester</li> <li>• Master Entrepreneurship in digitalen Technologien 2020 (Modulteil eines Wahlmoduls), Modulteil, Beliebige Fachsemester</li> <li>• Master Biophysik 2019 (Modulteil eines Wahlmoduls), Vertiefung, 1. Fachsemester</li> <li>• Master IT-Sicherheit 2019 (Modulteil eines Wahlmoduls), Modulteil, 1. oder 2. Fachsemester</li> <li>• Master Entrepreneurship in digitalen Technologien 2014 (Modulteil eines Wahlmoduls), Modulteil, Beliebige Fachsemester</li> <li>• Master Medizinische Ingenieurwissenschaft 2014 (Modulteil eines Wahlmoduls), Informatik/Elektrotechnik, 1. oder 2. Fachsemester</li> <li>• Master Informatik 2014 (Modulteil eines Wahlmoduls), Modulteil, Beliebige Fachsemester</li> </ul>		
<b>Lehrveranstaltungen:</b>		<b>Arbeitsaufwand:</b>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• CS5450-V: Maschinelles Lernen (Vorlesung, 2 SWS)</li> <li>• CS5450-Ü: Maschinelles Lernen (Übung, 1 SWS)</li> </ul>		<ul style="list-style-type: none"> <li>• 55 Stunden Selbststudium</li> <li>• 45 Stunden Präsenzstudium</li> <li>• 20 Stunden Prüfungsvorbereitung</li> </ul>
<b>Lehrinhalte:</b>		
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Lernen von Repräsentationen</li> <li>• Statistische Lerntheorie</li> <li>• VC-Dimension und Support-Vektor-Maschinen</li> <li>• Boosting</li> <li>• Deep learning</li> <li>• Grenzen der Induktion und Gewichtung der Daten</li> </ul>		
<b>Qualifikationsziele/Kompetenzen:</b>		
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Studierende können unterschiedliche Lernprobleme erläutern.</li> <li>• Sie können unterschiedliche Verfahren des maschinellen Lernens erklären und beispielhaft anwenden.</li> <li>• Sie können für eine gegebene Problemstellung ein geeignetes Lernverfahren auswählen und testen.</li> <li>• Sie können die Grenzen der automatischen Datenanalyse erkennen und erläutern.</li> </ul>		
<b>Vergabe von Leistungspunkten und Benotung durch:</b>		
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Prüfungsform hängt vom übergeordneten Modul ab</li> </ul>		
<b>Modulverantwortlicher:</b>		
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Siehe Hauptmodul</li> </ul>		
<b>Lehrende:</b>		
<ul style="list-style-type: none"> <li>• <a href="#">Institut für Neuro- und Bioinformatik</a></li> <li>• <a href="#">Prof. Dr.-Ing. Erhardt Barth</a></li> <li>• <a href="#">Prof. Dr. rer. nat. Thomas Martinetz</a></li> </ul>		
<b>Literatur:</b>		
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Chris Bishop: Pattern Recognition and Machine Learning - Springer ISBN 0-387-31073-8</li> <li>• Vladimir Vapnik: Statistical Learning Theory - Wiley-Interscience, ISBN 0471030031</li> <li>• Tom Mitchell: Machine Learning - McGraw Hill. ISBN 0-07-042807-7</li> </ul>		
<b>Sprache:</b>		
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Englisch, außer bei nur deutschsprachigen Teilnehmern</li> </ul>		
<b>Bemerkungen:</b>		



Zulassungsvoraussetzungen zur Belegung des Moduls:

- Keine

Zulassungsvoraussetzungen zur Teilnahme an Modul-Prüfung(en):

- Erfolgreiche Bearbeitung von Übungszetteln gemäß Vorgabe am Semesteranfang

Modulprüfung(en):

- CS5450-L1: Maschinelles Lernen, mündliche Prüfung, 100% der Modulnote

(Ist Modulteil von CS4290, CS4511, CS5400, CS4251-KP08)

**CS4421-KP16 - Blockpraktikum IT-Sicherheit (FallstuITS)**

<b>Dauer:</b>	<b>Angebotsturnus:</b>	<b>Leistungspunkte:</b>	<b>Max. Gruppengröße:</b>
1 Semester	In der Regel jedes Semester	16	8
<b>Studiengang, Fachgebiet und Fachsemester:</b>			
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Master IT-Sicherheit 2019 (Wahlpflicht), IT-Sicherheit, 3. Fachsemester</li> </ul>			
<b>Lehrveranstaltungen:</b>		<b>Arbeitsaufwand:</b>	
<ul style="list-style-type: none"> <li>• CS4421-P: Realisierung einer sicheren IT-Anwendung (Praktikum, 14 SWS)</li> </ul>		<ul style="list-style-type: none"> <li>• 290 Stunden Eigenständige Projektarbeit</li> <li>• 120 Stunden Selbststudium und Aufgabenbearbeitung</li> <li>• 40 Stunden Schriftliche Ausarbeitung</li> <li>• 30 Stunden Vortrag (inkl. Vor- und Nachbereitung)</li> </ul>	
<b>Lehrinhalte:</b>			
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Projektaufgabe zu einem konkreten sicherheitskritischen Problemstellung im IT-Bereich</li> <li>• Analyse einer sicherheitskritischen Problemstellung im IT-Bereich, inklusive wissenschaftlichem State of the Art</li> <li>• Auswahl, klare Formulierung und Weiterentwicklung von Methoden zur Erhöhung der Sicherheit</li> <li>• Anfertigung eines Exposés mit Problemstellung, Projektaufgabe, Arbeitspaketen und Zeitplanung. Auswahl geeigneter Werkzeuge (z.B. Zeit-, Aufgaben- und Fortschrittskontrolle)</li> <li>• Prototypische Realisierung eines System mit vorgegebenen Sicherheitsanforderungen unter Beachtung von Produktlebenszyklus und Wirtschaftlichkeit</li> <li>• Gesellschaftliche, ethische und juristische Aspekte sicherheitskritischer Systeme (z.B. Lizenzierung)</li> </ul>			
<b>Qualifikationsziele/Kompetenzen:</b>			
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Die Studierenden können Sicherheitsanforderungen erkennen, analysieren und realisieren.</li> <li>• Die Studierenden können komplexe Aufgabenstellungen der IT-Sicherheit analysieren und strukturiert bearbeiten.</li> <li>• Die Studierenden können wirtschaftliche, gesellschaftlich und rechtliche Rahmenbedingungen bei der Entwicklung von IT-Systemen einschätzen.</li> <li>• Die Studierenden besitzen grundlegende Kompetenzen im Projektmanagement, können sich als Projektteam organisieren und Werkzeuge adequat einsetzen.</li> <li>• Die Studierenden können in Präsentation (ihrer Arbeit) auf besondere Zuhörerschaften oder Zeitrestriktionen eingehen.</li> </ul>			
<b>Vergabe von Leistungspunkten und Benotung durch:</b>			
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Schriftliche Ausarbeitung</li> <li>• Mündlicher Vortrag</li> <li>• Erfolgreiche Lösung der Projektaufgabe</li> </ul>			
<b>Modulverantwortlicher:</b>			
<ul style="list-style-type: none"> <li>• <a href="#">Prof. Dr.-Ing. Thomas Eisenbarth</a></li> </ul>			
<b>Lehrende:</b>			
<ul style="list-style-type: none"> <li>• <a href="#">Institut für IT-Sicherheit</a></li> </ul>			
<b>Sprache:</b>			
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Englisch, außer bei nur deutschsprachigen Teilnehmern</li> </ul>			
<b>Bemerkungen:</b>			



Zulassungsvoraussetzungen zur Belegung des Moduls:

- Keine

Zulassungsvoraussetzungen zur Teilnahme an Modul-Prüfung(en):

- Erfolgreiche Bearbeitung der Praktikumsaufgabe
- Dokumentation und (Zwischen)Präsentation gemäß Vorgabe bei Ausgabe des Praktikums

Modulprüfung(en):

- CS4421-L1: Blockpraktikum IT-Sicherheit, Projektdurchführung, Dokumentation und Präsentation, 100% der Modulnote

Die Praktika können sowohl an der Universität zu Lübeck als auch an externen Hochschulen, Forschungseinrichtungen und Firmen mit klarem IT Sicherheitsfokus im In- und Ausland absolviert werden.

**CS4422-KP10 - Blockpraktikum IT-Sicherheit (FallstITS)**

<b>Dauer:</b>	<b>Angebotsturnus:</b>	<b>Leistungspunkte:</b>	<b>Max. Gruppengröße:</b>
1 Semester	In der Regel jedes Semester	10	8
<b>Studiengang, Fachgebiet und Fachsemester:</b>			
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Master IT-Sicherheit 2019 (Wahlpflicht), IT-Sicherheit, 3. Fachsemester</li> </ul>			
<b>Lehrveranstaltungen:</b>		<b>Arbeitsaufwand:</b>	
<ul style="list-style-type: none"> <li>• CS4422-P: Realisierung einer sicheren IT-Anwendung (Vorlesung, 7 SWS)</li> </ul>		<ul style="list-style-type: none"> <li>• 170 Stunden Eigenständige Projektarbeit</li> <li>• 60 Stunden Selbststudium und Aufgabenbearbeitung</li> <li>• 40 Stunden Schriftliche Ausarbeitung</li> <li>• 30 Stunden Vortrag (inkl. Vor- und Nachbereitung)</li> </ul>	
<b>Lehrinhalte:</b>			
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Projektaufgabe zu einem konkreten sicherheitskritischen Problemstellung im IT-Bereich</li> <li>• Analyse einer sicherheitskritischen Problemstellung im IT-Bereich, inklusive wissenschaftlichem State of the Art</li> <li>• Auswahl, klare Formulierung und Weiterentwicklung von Methoden zur Erhöhung der Sicherheit</li> <li>• Anfertigung eines Exposés mit Problemstellung, Projektaufgabe, Arbeitspaketen und Zeitplanung. Auswahl geeigneter Werkzeuge (z.B. Zeit-, Aufgaben- und Fortschrittskontrolle)</li> <li>• Prototypische Realisierung eines System mit vorgegebenen Sicherheitsanforderungen unter Beachtung von Produktlebenszyklus und Wirtschaftlichkeit</li> <li>• Gesellschaftliche, ethische und juristische Aspekte sicherheitskritischer Systeme (z.B. Lizenzierung)</li> </ul>			
<b>Qualifikationsziele/Kompetenzen:</b>			
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Die Studierenden können Sicherheitsanforderungen erkennen, analysieren und realisieren.</li> <li>• Die Studierenden können komplexe Aufgabenstellungen der IT-Sicherheit analysieren und strukturiert bearbeiten.</li> <li>• Die Studierenden können wirtschaftliche, gesellschaftlich und rechtliche Rahmenbedingungen bei der Entwicklung von IT-Systemen einschätzen.</li> <li>• Die Studierenden besitzen grundlegende Kompetenzen im Projektmanagement, können sich als Projektteam organisieren und Werkzeuge adequat einsetzen.</li> <li>• Die Studierenden können in Präsentation (ihrer Arbeit) auf besondere Zuhörerschaften oder Zeitrestriktionen eingehen</li> </ul>			
<b>Vergabe von Leistungspunkten und Benotung durch:</b>			
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Schriftliche Ausarbeitung</li> <li>• Mündlicher Vortrag</li> <li>• Erfolgreiche Lösung der Projektaufgabe</li> </ul>			
<b>Modulverantwortlicher:</b>			
<ul style="list-style-type: none"> <li>• <a href="#">Prof. Dr.-Ing. Thomas Eisenbarth</a></li> </ul>			
<b>Lehrende:</b>			
<ul style="list-style-type: none"> <li>• <a href="#">Institut für IT-Sicherheit</a></li> </ul>			
<b>Sprache:</b>			
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Englisch, außer bei nur deutschsprachigen Teilnehmern</li> </ul>			
<b>Bemerkungen:</b>			



Zulassungsvoraussetzungen zur Belegung des Moduls:

- Keine

Zulassungsvoraussetzungen zur Teilnahme an Modul-Prüfung(en):

- Erfolgreiche Bearbeitung der Praktikumsaufgabe
- Dokumentation und (Zwischen)Präsentation gemäß Vorgabe bei Ausgabe des Praktikums

Modulprüfung(en):

- CS4422-L1: Blockpraktikum IT-Sicherheit, Projektdurchführung, Dokumentation und Präsentation, 100% der Modulnote

Die Praktika können sowohl an der Universität zu Lübeck als auch an externen Hochschulen, Forschungseinrichtungen und Firmen mit klarem IT Sicherheitsfokus im In- und Ausland absolviert werden.

**CS4701-KP06 - Kommunikations- und Systemsicherheit (KoSyS)**

<b>Dauer:</b>	<b>Angebotsturnus:</b>	<b>Leistungspunkte:</b>
1 Semester	Jedes Wintersemester	6
<b>Studiengang, Fachgebiet und Fachsemester:</b>		
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Master Entrepreneurship in digitalen Technologien 2020 (Vertiefungsmodul), fachspezifisch, Beliebige Fachsemester</li> <li>• Master Medizinische Ingenieurwissenschaft 2020 (Wahlpflicht), Informatik/Elektrotechnik, Beliebige Fachsemester</li> <li>• Master Medieninformatik 2020 (Wahlpflicht), Informatik, Beliebige Fachsemester</li> <li>• Master Medieninformatik 2014 (Wahlpflicht), Informatik, Beliebige Fachsemester</li> <li>• Master Medizinische Informatik 2019 (Wahlpflicht), eHealth / Informatik, 1. oder 2. Fachsemester</li> <li>• Master IT-Sicherheit 2019 (Pflicht), IT-Sicherheit, 1. oder 2. Fachsemester</li> </ul>		
<b>Lehrveranstaltungen:</b>		<b>Arbeitsaufwand:</b>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• CS4701-V: Kommunikations- und Systemsicherheit (Vorlesung, 2 SWS)</li> <li>• CS4701-Ü: Kommunikations- und Systemsicherheit (Seminaristischer Unterricht mit Übungen, 2 SWS)</li> </ul>		<ul style="list-style-type: none"> <li>• 100 Stunden Selbststudium</li> <li>• 60 Stunden Präsenzstudium</li> <li>• 20 Stunden Prüfungsvorbereitung</li> </ul>
<b>Lehrinhalte:</b>		
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Kryptografische Verfahren und Protokolle, Sicherheitsanalysen</li> <li>• IT-Sicherheit auf Systemebene, Sicherheitsmechanismen</li> <li>• Sicherheit, Privacy und Trust von speziellen Systemen wie Cloud und IoT</li> <li>• Codeanalyse</li> <li>• Sicherheitsmanagement, juristische Rahmenbedingungen</li> <li>• Sicherheitsprobleme in IT-Systemen</li> </ul>		
<b>Qualifikationsziele/Kompetenzen:</b>		
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Die Studierenden können die grundlegenden Methoden im Bereich Cybersecurity erklären und auf Fallbeispiele anwenden</li> <li>• Sie können ein tieferes Verständnis kryptographischer Methoden und deren Anwendungen in Kommunikationssystemen demonstrieren</li> <li>• Sie können das gesamte Spektrum der Sicherheit eines Systems analysieren</li> <li>• Sie können Modellierungstechniken erklären und Erfahrungen bei deren Einsatz schildern</li> <li>• Sie können eine Vielfalt von Standardtechniken anwenden, um die Sicherheit eines Systems zu erhöhen</li> </ul>		
<b>Vergabe von Leistungspunkten und Benotung durch:</b>		
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Mündliche Prüfung oder Klausur</li> <li>• Hausarbeit</li> </ul>		
<b>Voraussetzung für:</b>		
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Aktuelle Themen IT-Sicherheit (CS5195-KP04)</li> </ul>		
<b>Setzt voraus:</b>		
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Cybersecurity (CS2250-KP04)</li> <li>• Kryptologie (CS3420-KP04, CS3420)</li> </ul>		
<b>Modulverantwortlicher:</b>		
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Prof. Dr.-Ing. Thomas Eisenbarth</li> </ul>		
<b>Lehrende:</b>		
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Institut für IT-Sicherheit</li> <li>• Prof. Dr.-Ing. Thomas Eisenbarth</li> <li>• Prof. Dr. Rüdiger Reischuk</li> <li>• Prof. Dr. rer. nat. Esfandiar Mohammadi</li> </ul>		
<b>Literatur:</b>		
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Stallings, Brown: Computer Security: Principles and Practice - 4th ed., Pearson, 2018</li> <li>• Katz, Lindell: Introduction to Modern Cryptography - 2nd ed., CRC Press, 2014</li> </ul>		

- Stinson: Cryptography: Theory and Practice - 4th ed., CRC Press, 2018

**Sprache:**

- Englisch, außer bei nur deutschsprachigen Teilnehmern

**Bemerkungen:**

Zulassungsvoraussetzungen zur Belegung des Moduls:

- Keine (die Kompetenzen der unter "Setzt voraus" genannten Module werden für dieses Modul benötigt, sind aber keine formale Voraussetzung)

Zulassungsvoraussetzungen zur Teilnahme an Modul-Prüfung(en):

- Erfolgreiche Bearbeitung von Übungszetteln gemäß Vorgabe am Semesteranfang
- 2 Präsentationen während des Semesters

Modulprüfung(en):

- CS4701-L1: Kommunikations- und Systemsicherheit, mündliche oder schriftliche Prüfung, 100% der Modulnote

Die Veranstaltungen dieses Moduls sind auch Teil von CS4515-KP12.

**CS5195-KP04 - Aktuelle Themen IT-Sicherheit (AktTheITS)**

<b>Dauer:</b>	<b>Angebotsturnus:</b>	<b>Leistungspunkte:</b>
1 Semester	Jedes Semester	4
<b>Studiengang, Fachgebiet und Fachsemester:</b>		
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Master Informatik 2019 (Wahlpflicht), Wahlpflicht, Beliebige Fachsemester</li> <li>• Master IT-Sicherheit 2019 (Pflicht), IT-Sicherheit, 3. Fachsemester</li> <li>• Master Robotics and Autonomous Systems 2019 (Wahlpflicht), Zusätzlich anerkanntes Wahlpflichtmodul, Beliebige Fachsemester</li> </ul>		
<b>Lehrveranstaltungen:</b>		<b>Arbeitsaufwand:</b>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• CS5195-S: Aktuelle Themen IT-Sicherheit (Seminaristischer Unterricht, 2 SWS)</li> <li>• CS5195-P: Aktuelle Themen IT-Sicherheit (Projektarbeit, 1 SWS)</li> </ul>		<ul style="list-style-type: none"> <li>• 45 Stunden Eigenständige Projektarbeit</li> <li>• 45 Stunden Präsenzstudium</li> <li>• 30 Stunden Selbststudium und Aufgabenbearbeitung</li> </ul>
<b>Lehrinhalte:</b>		
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Aktuelle Ergebnisse im Bereich IT-Sicherheit</li> <li>• Entwurf und Realisierung eines sicheren Systems für ein komplexes Anwendungsszenario und dessen Sicherheitsanalyse</li> </ul>		
<b>Qualifikationsziele/Kompetenzen:</b>		
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Die Studierenden besitzen vertiefte Kenntnisse über aktuelle Entwicklungen im Bereich IT-Sicherheit</li> <li>• Die Studierenden haben praktische Erfahrung bei der Konstruktion und Analyse von Rechnersystemen und Netzwerken im Hinblick auf sicherheitskritische Anforderungen</li> </ul>		
<b>Vergabe von Leistungspunkten und Benotung durch:</b>		
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Mündliche Prüfung</li> </ul>		
<b>Modulverantwortlicher:</b>		
<ul style="list-style-type: none"> <li>• <a href="#">Prof. Dr.-Ing. Thomas Eisenbarth</a></li> </ul>		
<b>Lehrende:</b>		
<ul style="list-style-type: none"> <li>• <a href="#">Institut für IT-Sicherheit</a></li> <li>• <a href="#">Institut für Theoretische Informatik</a></li> <li>• <a href="#">Prof. Dr. Maciej Liskiewicz</a></li> <li>• <a href="#">Prof. Dr. Rüdiger Reischuk</a></li> <li>• <a href="#">Prof. Dr.-Ing. Thomas Eisenbarth</a></li> <li>• <a href="#">Prof. Dr. rer. nat. Esfandiar Mohammadi</a></li> </ul>		
<b>Literatur:</b>		
<ul style="list-style-type: none"> <li>• aktuelle Publikationen abhängig von der Thematik: -</li> </ul>		
<b>Sprache:</b>		
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Englisch, außer bei nur deutschsprachigen Teilnehmern</li> </ul>		
<b>Bemerkungen:</b>		

Zulassungsvoraussetzungen zur Belegung des Moduls:

- Keine

Zulassungsvoraussetzungen zur Teilnahme an Modul-Prüfung(en):

- wechselt, wird zu Semesteranfang bekannt gegeben

Modulprüfung(en):

- CS5195-L1: Aktuelle Themen IT-Sicherheit, mündliche Prüfung, 100% der Modulnote

Im Wintersemester werden die Organisation und Lehre vom ITS durchgeführt, wobei Professor Thomas Eisenbarth die Verantwortlichkeit besitzt.

Im Sommersemester werden die Organisation und Lehre vom TCS durchgeführt, wobei Professor Rüdiger Reischuk die Verantwortlichkeit besitzt.

Laut Beschluss des Prüfungsausschusses Informatik vom 30.1.2023 kann dieses Modul für Master SGO ab WS 2019 im Bereich 5. Wahlpflicht gewählt werden.

**CS5993-KP30 - Masterarbeit IT-Sicherheit (MScITS)**

<b>Dauer:</b>	<b>Angebotsturnus:</b>	<b>Leistungspunkte:</b>
1 Semester	Jedes Semester	30
<b>Studiengang, Fachgebiet und Fachsemester:</b>		
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Master IT-Sicherheit 2019 (Pflicht), IT-Sicherheit, 4. Fachsemester</li> </ul>		
<b>Lehrveranstaltungen:</b>		<b>Arbeitsaufwand:</b>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Verfassen der Masterarbeit (betreutes Selbststudium, 1 SWS)</li> <li>• Kolloquium zur Masterarbeit (Vortrag (inkl. Vorbereitung), 1 SWS)</li> </ul>		<ul style="list-style-type: none"> <li>• 870 Stunden Erarbeiten und Verfassen der Abschlussarbeit</li> <li>• 30 Stunden Präsentation mit Diskussion (inkl. Vorbereitung)</li> </ul>
<b>Lehrinhalte:</b>		
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Notwendige Vertiefungen im gewählten Themenbereich sind hier im Selbststudium durchzuführen.</li> </ul>		
<b>Qualifikationsziele/Kompetenzen:</b>		
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Die Studierenden können ein komplexes wissenschaftliches Problem mit den Mitteln ihres Faches lösen.</li> <li>• Sie können eine anspruchsvolle wissenschaftliche Arbeit in vorgegebener Zeit erstellen.</li> <li>• Sie verfügen über Expertenwissen, welches sie auf Problemstellen anwenden können.</li> <li>• Sie sind in der Lage, wissenschaftliche Originalliteratur zu analysieren, interpretieren und kritisch zu bewerten.</li> <li>• Sie verfügen über die Kommunikationskompetenz, wissenschaftliche Ergebnisse zu verschriftlichen und zu präsentieren.</li> </ul>		
<b>Vergabe von Leistungspunkten und Benotung durch:</b>		
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Vortrag</li> <li>• Schriftliche Ausarbeitung</li> </ul>		
<b>Modulverantwortlicher:</b>		
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Studiengangsleitung IT-Sicherheit</li> </ul>		
<b>Lehrende:</b>		
<ul style="list-style-type: none"> <li>• <a href="#">Institute der Sektion Informatik/Technik</a></li> <li>• Alle prüfungsberechtigten Dozentinnen/Dozenten des Studienganges</li> </ul>		
<b>Literatur:</b>		
<ul style="list-style-type: none"> <li>• wird individuell ausgewählt:</li> </ul>		
<b>Sprache:</b>		
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Abschlussarbeit auf Deutsch oder Englisch möglich</li> </ul>		
<b>Bemerkungen:</b>		
<p>Zulassungsvoraussetzungen zur Belegung des Moduls: - siehe Studiengangsordnung (z.B. bestimmte Mindestens-KP erreicht)</p> <p>Zulassungsvoraussetzungen zur Teilnahme an Modul-Prüfung(en): - CS5993-L2: siehe Prüfungsverfahrensordnung (z.B. Masterarbeit mit mindestens ausreichend bewertet)</p> <p>Modulprüfung(en): - CS5993-L1 Masterarbeit IT-Sicherheit: Masterarbeit, ca 67% der Modulnote - CS5993-L2 Masterarbeit IT-Sicherheit: Kolloquium, ca 33% der Modulnote</p>		

**CS4501-KP12, CS4501 - Algorithmik, Logik und Komplexität (ALK14)**

<b>Dauer:</b>	<b>Angebotsturnus:</b>	<b>Leistungspunkte:</b>
2 Semester	Jedes Sommersemester	12
<b>Studiengang, Fachgebiet und Fachsemester:</b>		
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Master Entrepreneurship in digitalen Technologien 2020 (Vertiefungsmodul), fachspezifisch, Beliebige Fachsemester</li> <li>• Master Informatik 2019 (Wahlpflicht), Vertiefungsmodule, Beliebige Fachsemester</li> <li>• Master IT-Sicherheit 2019 (Vertiefungsmodul), Vertiefung Informatik, 1. oder 2. Fachsemester</li> <li>• Master Entrepreneurship in digitalen Technologien 2014 (Vertiefungsmodul), fachspezifisch, 2. und/oder 3. Fachsemester</li> <li>• Master Informatik 2014 (Vertiefungsmodul), Vertiefung, 2. und/oder 3. Fachsemester</li> </ul>		
<b>Lehrveranstaltungen:</b>		<b>Arbeitsaufwand:</b>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• CS4501-V: Algorithmik, Logik und Komplexität (Vorlesung, 4 SWS)</li> <li>• CS4501-Ü: Algorithmik, Logik und Komplexität (Übung, 2 SWS)</li> <li>• CS4501-S: Seminar Algorithmik, Logik und Komplexität (Seminar, 2 SWS)</li> </ul>		<ul style="list-style-type: none"> <li>• 160 Stunden Selbststudium und Aufgabenbearbeitung</li> <li>• 120 Stunden Präsenzstudium</li> <li>• 40 Stunden Prüfungsvorbereitung</li> <li>• 40 Stunden Bearbeitung eines individuellen Themas inkl. Vortrag und schriftl. Ausarbeitung</li> </ul>
<b>Lehrinhalte:</b>		
<ul style="list-style-type: none"> <li>• neue Ergebnisse im Bereich Algorithmen- und Komplexitätstheorie</li> <li>• Schaltkreiskomplexität, Kommunikationskomplexität</li> <li>• Strukturelle und deskriptive Komplexitätstheorie</li> <li>• Algorithmische Spieltheorie</li> <li>• Nichtstandardberechnungsmodelle</li> <li>• Ausdrucksstarke von Logiken verstehen und anwenden können</li> </ul>		
<b>Qualifikationsziele/Kompetenzen:</b>		
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Die Studierenden können ein tiefes Verständnis der Konzepte und Methoden des Algorithmenentwurfs und der Komplexitätsanalyse demonstrieren.</li> <li>• Sie können komplexe algorithmische Probleme bezüglich ihrer Komplexität einordnen und daraus Lösungsmethoden ableiten.</li> <li>• Sie können komplexe Problemstellungen adäquat formal modellieren.</li> <li>• Sie können die Bedeutung von unteren Komplexitätsschranken für reale Probleme einschätzen und erläutern.</li> </ul>		
<b>Vergabe von Leistungspunkten und Benotung durch:</b>		
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Mündliche Prüfung</li> </ul>		
<b>Setzt voraus:</b>		
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Algorithmik (CS4000-KP06, CS4000SJ14)</li> </ul>		
<b>Modulverantwortlicher:</b>		
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Prof. Dr. Kim-Manuel Klein</li> </ul>		
<b>Lehrende:</b>		
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Institut für Theoretische Informatik</li> <li>• Prof. Dr. Rüdiger Reischuk</li> <li>• Prof. Dr. rer. nat. Till Tantau</li> <li>• Prof. Dr. Maciej Liskiewicz</li> <li>• Prof. Dr. Kim-Manuel Klein</li> </ul>		
<b>Literatur:</b>		
<ul style="list-style-type: none"> <li>• R. Reischuk: Einführung in die Komplexitätstheorie - Teubner, 1990</li> <li>• S. Arora, B. Barak: Computational Complexity - Cambridge UP 2009</li> <li>• C. Papadimitriou: Computational Complexity - Addison-Wesley, 1994</li> <li>• M. Huth, M. Ryan: Logic in Computer Science - Cambridge University. Press 2004</li> <li>• D. Kozen: Theory of Computation - Springer, 2006</li> </ul>		
<b>Sprache:</b>		

- Sowohl Deutsch- wie Englischkenntnisse nötig

**Bemerkungen:**

Zulassungsvoraussetzungen zur Belegung des Moduls:

- Keine (die Kompetenzen der unter Setzt voraus genannten Module werden für dieses Modul benötigt, sind aber keine formale Voraussetzung)

Zulassungsvoraussetzungen zur Teilnahme an Modul-Prüfung(en):

- Erfolgreiche Bearbeitung von Übungsaufgaben gemäß Vorgabe am Semesteranfang
- Seminarvortrag
- Seminararbeit

Modulprüfung(en):

- CS4501-L1: Algorithmik, Logik und Komplexität, mündliche Prüfung, 100% der Modulnote

Das zugehörige Seminar wird im darauffolgenden WS angeboten. Nach Absprache kann das Seminar auch parallel im gleichen Semester durchgeführt werden.

<b>CS4503-KP12, CS4503 - Ambient Computing und Anwendungen (AmbCompA)</b>		
<b>Dauer:</b> 2 Semester	<b>Angebotsturnus:</b> In der Regel jährlich, vorzugsweise im SoSe	<b>Leistungspunkte:</b> 12
<b>Studiengang, Fachgebiet und Fachsemester:</b>		
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Master Robotics and Autonomous Systems 2019 (Vertiefungsmodul), Vertiefung, Beliebige Fachsemester</li> <li>• Master Entrepreneurship in digitalen Technologien 2020 (Vertiefungsmodul), fachspezifisch, Beliebige Fachsemester</li> <li>• Master Informatik 2019 (Wahlpflicht), Vertiefungsmodul, Beliebige Fachsemester</li> <li>• Master IT-Sicherheit 2019 (Vertiefungsmodul), Vertiefung Informatik, 1. oder 2. Fachsemester</li> <li>• Master Entrepreneurship in digitalen Technologien 2014 (Vertiefungsmodul), fachspezifisch, 2. und/oder 3. Fachsemester</li> <li>• Master Informatik 2014 (Vertiefungsmodul), Vertiefung, 2. und/oder 3. Fachsemester</li> </ul>		
<b>Lehrveranstaltungen:</b>		<b>Arbeitsaufwand:</b>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Siehe CS4670 T: Ambient Computing (Vorlesung, 3 SWS)</li> <li>• CS4503-S: Seminar Ambient Computing (Seminar, 2 SWS)</li> <li>• CS4503-P: Projekt Ambient Computing (Projektarbeit, 3 SWS)</li> </ul>		<ul style="list-style-type: none"> <li>• 120 Stunden Gruppenarbeit</li> <li>• 120 Stunden Präsenzstudium</li> <li>• 70 Stunden Selbststudium</li> <li>• 30 Stunden Vortrag (inkl. Vor- und Nachbereitung)</li> <li>• 20 Stunden Prüfungsvorbereitung</li> </ul>
<b>Lehrinhalte:</b>		
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Lehrinhalte des Moduls Ambient Computing:</li> <li>• Aktuelle Paradigmen in der Computertechnik</li> <li>• Smarte Komponenten</li> <li>• Software-Architekturen</li> <li>• Kontext-sensitive Systeme</li> <li>• Umgebungsentelligenz</li> <li>• Interaktive ambiante Mediensysteme</li> <li>• Ambient Computing Anwendungen (AAL)</li> <li>• Ethische, legale und soziale Implikationen (ELSI)</li> </ul>		
<b>Qualifikationsziele/Kompetenzen:</b>		
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Ziele/Kompetenzen des Moduls Ambient Computing:</li> <li>• Die Studierenden sind in der Lage, Möglichkeiten, Konzepte und Probleme Ambienter Systeme einzuschätzen</li> <li>• Sie haben einen Überblick über die aktuellen Technologien und Systeme für die Entwicklung Ambienter Systeme</li> <li>• Sie sind in der Lage, die aktuellen Forschungsarbeiten auf dem Gebiet des Ambient Computing zu verfolgen und zu beurteilen</li> </ul>		
<b>Vergabe von Leistungspunkten und Benotung durch:</b>		
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Portfolio-Prüfung</li> </ul>		
<b>Modulverantwortlicher:</b>		
<ul style="list-style-type: none"> <li>• <a href="#">Prof. Dr.-Ing. Andreas Schrader</a></li> </ul>		
<b>Lehrende:</b>		
<ul style="list-style-type: none"> <li>• <a href="#">Institut für Telematik</a></li> <li>• <a href="#">Prof. Dr.-Ing. Andreas Schrader</a></li> </ul>		
<b>Literatur:</b>		
<ul style="list-style-type: none"> <li>• John Krumm: Ubiquitous Computing Fundamentals - CRC Press, 2009</li> <li>• Stefan Poslad: Ubiquitous Computing: Smart Devices, Environments and Interactions - Wiley, 2009</li> </ul>		
<b>Sprache:</b>		
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Sowohl Deutsch- wie Englischkenntnisse nötig</li> </ul>		
<b>Bemerkungen:</b>		



Zulassungsvoraussetzungen zur Belegung des Moduls:

- Keine

Zulassungsvoraussetzungen zur Teilnahme an Modul-Prüfung(en):

- Erfolgreiche Bearbeitung der Projektaufgabe gemäß Vorgabe am Semesteranfang
- Seminarvortrag mit Ausarbeitung gemäß Vorgabe am Semesteranfang

Modulprüfung(en):

- CS4503-L1: Ambient Computing und Anwendungen, Portfolioprüfung bestehend aus: 20 Punkten in Form eines Seminarpapiers mit Vortrag, 20 Punkten in Form einer Projektarbeit und 60 Punkten in Form einer mündlichen Prüfung, 100% der Modulnote

(Besteht aus CS4670 T)

(Anteil Institut für Telematik an S ist 100%)

(Anteil Institut für Telematik an P ist 100%)

**CS4504-KP12, CS4504 - Cyber Physical Systems (CPS)**

<b>Dauer:</b>	<b>Angebotsturnus:</b>	<b>Leistungspunkte:</b>
2 Semester	Jährlich, kann sowohl im SoSe als auch im WiSe begonnen werden	12
<b>Studiengang, Fachgebiet und Fachsemester:</b>		
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Master Entrepreneurship in digitalen Technologien 2020 (Vertiefungsmodul), fachspezifisch, Beliebige Fachsemester</li> <li>• Master Informatik 2019 (Wahlpflicht), Vertiefungsmodul, Beliebige Fachsemester</li> <li>• Master Robotics and Autonomous Systems 2019 (Vertiefungsmodul), Vertiefung, 1. oder 2. Fachsemester</li> <li>• Master IT-Sicherheit 2019 (Vertiefungsmodul), Vertiefung Informatik, 1. oder 2. Fachsemester</li> <li>• Master Entrepreneurship in digitalen Technologien 2014 (Vertiefungsmodul), fachspezifisch, 2. und/oder 3. Fachsemester</li> <li>• Master Informatik 2014 (Vertiefungsmodul), Vertiefung, 2. und/oder 3. Fachsemester</li> </ul>		
<b>Lehrveranstaltungen:</b>		<b>Arbeitsaufwand:</b>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Siehe CS5150 T: Organic Computing (Vorlesung mit Übungen, 3 SWS)</li> <li>• Siehe CS5153 T: Drahtlose Sensornetze (Vorlesung mit Übungen, 3 SWS)</li> <li>• CS4504-S: Seminar Cyber Physical Systems (Seminar, 2 SWS)</li> </ul>		<ul style="list-style-type: none"> <li>• 220 Stunden Selbststudium</li> <li>• 120 Stunden Präsenzstudium</li> <li>• 20 Stunden Prüfungsvorbereitung</li> </ul>
<b>Lehrinhalte:</b>		
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Grundlagen Organic Computing / Self-X-Systemeigenschaften</li> <li>• von Bewegung zu intelligentem Verhalten und System-/Maschinenverhalten</li> <li>• Design auf Selbstorganisation, Robustheit, Adaptivität, Flexibilität, Vertrauen</li> <li>• Analyse, Reverse-Engineering, Debugging von Maschinenverhalten</li> <li>• Entwurf von Experimenten und Vermessen von Verhalten</li> <li>• Modellierung von System-/Maschinenverhalten</li> <li>• Komplexität, Opazität, Obskürität, Vertrauen bei (KI-)Systemen und erklärbare KI</li> <li>• Architekturen von Organic-Computing-Systemen</li> <li>• Anwendungen von Self-X-Systemen</li> <li>• Grundlagen der drahtlosen Sensornetzwerke</li> <li>• Hardware-Aspekte von Sensorknoten</li> <li>• Physik und Protokolle der drahtlosen Kommunikation</li> <li>• Routing in drahtlosen Netzwerken</li> <li>• Zeitsynchronisation und Lokalisierung in drahtlosen Netzwerken</li> <li>• Datenmanagement und Datenverarbeitung in drahtlosen Netzwerken</li> <li>• Anwendungen von drahtlosen Netzwerken</li> </ul>		
<b>Qualifikationsziele/Kompetenzen:</b>		
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Die Studierenden können die Prinzipien der Organic-Computing-/Self-X-Systeme auf beispielhafte Entwürfe anwenden.</li> <li>• Die Studierenden können die Prinzipien der Organic-Computing-/Self-X-Systeme erläutern.</li> <li>• Die Studierenden können System-/Maschinenverhalten in einem strukturierten und korrekten Ansatz analysieren.</li> <li>• Die Studierenden können die Vor- und Nachteile von Sensornetzen darstellen.</li> <li>• Die Studierenden können die Analyse, den Entwurf und die Evaluierung von Protokollen für Sensornetze umsetzen.</li> <li>• Die Studierenden können aktuelle Forschungsansätze zu Sensornetzen interpretieren und nachvollziehen.</li> </ul>		
<b>Vergabe von Leistungspunkten und Benotung durch:</b>		
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Mündliche Prüfung</li> </ul>		
<b>Modulverantwortlicher:</b>		
<ul style="list-style-type: none"> <li>• <a href="#">Prof. Dr.-Ing. Mladen Berekovic</a></li> </ul>		
<b>Lehrende:</b>		
<ul style="list-style-type: none"> <li>• <a href="#">Institut für Technische Informatik</a></li> <li>• Dr. rer. nat. Javad Ghofrani</li> </ul>		
<b>Literatur:</b>		
<ul style="list-style-type: none"> <li>• C. Müller-Schloer, S. Tomforde: Organic Computing Technical Systems for Survival in the Real World - Birkhäuser, 2017</li> </ul>		

- H. Karl, A. Willig: Protocols and Architectures of Wireless Sensor Networks - Wiley, 2005

**Sprache:**

- Wird nur auf Englisch angeboten

**Bemerkungen:**

Zulassungsvoraussetzungen zur Belegung des Moduls:

- Keine

Zulassungsvoraussetzungen zur Teilnahme an Modul-Prüfung(en):

- Erfolgreiche Bearbeitung von Übungsaufgaben gemäß Vorgabe am Semesteranfang
- Seminarvortrag und Ausarbeitung gemäß Vorgabe am Semesteranfang

Modulprüfung(en):

- CS4504-L1: Cyber Physical Systems, mündliche Prüfung, 100% der Modulnote

(Besteht aus CS5150 T, CS5153 T)

**CS4505-KP12, CS4505 - Systemarchitektur (SysArch)**

<b>Dauer:</b>	<b>Angebotsturnus:</b>	<b>Leistungspunkte:</b>
2 Semester	Jährlich, kann sowohl im SoSe als auch im WiSe begonnen werden	12
<b>Studiengang, Fachgebiet und Fachsemester:</b>		
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Master Entrepreneurship in digitalen Technologien 2020 (Vertiefungsmodul), fachspezifisch, Beliebige Fachsemester</li> <li>• Master Informatik 2019 (Wahlpflicht), Vertiefungsmodul, Beliebige Fachsemester</li> <li>• Master IT-Sicherheit 2019 (Vertiefungsmodul), Vertiefung Informatik, 1. oder 2. Fachsemester</li> <li>• Master Entrepreneurship in digitalen Technologien 2014 (Vertiefungsmodul), fachspezifisch, 2. und/oder 3. Fachsemester</li> <li>• Master Informatik 2014 (Vertiefungsmodul), Vertiefung, 2. und/oder 3. Fachsemester</li> </ul>		
<b>Lehrveranstaltungen:</b>		<b>Arbeitsaufwand:</b>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Siehe CS3110 T: Computergestützter Schaltungsentwurf (Vorlesung mit Übungen, 3 SWS)</li> <li>• Siehe CS5170 T: Hardware/Software Co-Design (Vorlesung mit Übungen, 3 SWS)</li> <li>• CS4505-P: Praktikum Systemarchitektur (Praktikum, 3 SWS)</li> </ul>		<ul style="list-style-type: none"> <li>• 195 Stunden Selbststudium</li> <li>• 135 Stunden Präsenzstudium</li> <li>• 30 Stunden Prüfungsvorbereitung</li> </ul>
<b>Lehrinhalte:</b>		
<ul style="list-style-type: none"> <li>• s. Modulteile</li> </ul>		
<b>Qualifikationsziele/Kompetenzen:</b>		
<ul style="list-style-type: none"> <li>• s. Modulteile</li> </ul>		
<b>Vergabe von Leistungspunkten und Benotung durch:</b>		
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Mündliche Prüfung</li> </ul>		
<b>Modulverantwortlicher:</b>		
<ul style="list-style-type: none"> <li>• <a href="#">Prof. Dr.-Ing. Mladen Berekovic</a></li> </ul>		
<b>Lehrende:</b>		
<ul style="list-style-type: none"> <li>• <a href="#">Institut für Technische Informatik</a></li> <li>• <a href="#">Prof. Dr.-Ing. Mladen Berekovic</a></li> </ul>		
<b>Literatur:</b>		
<ul style="list-style-type: none"> <li>• : Siehe Literatur in den Modulteilen</li> </ul>		
<b>Sprache:</b>		
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Sowohl Deutsch- wie Englischkenntnisse nötig</li> </ul>		
<b>Bemerkungen:</b>		
<p>Zulassungsvoraussetzungen zur Belegung des Moduls:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Keine</li> </ul> <p>Zulassungsvoraussetzungen zur Teilnahme an Modul-Prüfung(en):</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Erfolgreiche Bearbeitung von Übungsaufgaben gemäß Vorgabe am Semesteranfang</li> <li>- Erfolgreiche Bearbeitung der Praktikumsaufgaben gemäß Vorgabe am Semesteranfang</li> </ul> <p>Modulprüfung(en):</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- CS4505-L1: Systemarchitektur, mündliche Prüfung, 100% der Modulnote</li> </ul> <p>Statt des Praktikums kann auch ein Seminar angeboten werden.</p> <p>(Besteht aus CS3110 T, CS5170 T)</p>		

**CS4508-KP12, CS4508 - Datenmanagement (DatManag)**

<b>Dauer:</b>	<b>Angebotsturnus:</b>	<b>Leistungspunkte:</b>
1 Semester	Wird zurzeit nicht angeboten	12
<b>Studiengang, Fachgebiet und Fachsemester:</b>		
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Master Entrepreneurship in digitalen Technologien 2020 (Vertiefungsmodul), fachspezifisch, Beliebige Fachsemester</li> <li>• Master Informatik 2019 (Wahlpflicht), Vertiefungsmodul, Beliebige Fachsemester</li> <li>• Master IT-Sicherheit 2019 (Vertiefungsmodul), Vertiefung Informatik, 1. oder 2. Fachsemester</li> <li>• Master Medieninformatik 2014 (Wahlpflicht), Informatik, Beliebige Fachsemester</li> <li>• Master Entrepreneurship in digitalen Technologien 2014 (Vertiefungsmodul), fachspezifisch, 2. oder 3. Fachsemester</li> <li>• Master Informatik 2014 (Vertiefungsmodul), Vertiefung, 2. oder 3. Fachsemester</li> </ul>		
<b>Lehrveranstaltungen:</b>		<b>Arbeitsaufwand:</b>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Siehe CS4140 T: Mobile und verteilte Datenbanken (Vorlesung mit Übungen, 3 SWS)</li> <li>• Siehe CS5140 T: Semantic Web (Vorlesung mit Übungen, 3 SWS)</li> <li>• CS4508-S: Seminar Datenmanagement (Seminar, 2 SWS)</li> </ul>		<ul style="list-style-type: none"> <li>• 130 Stunden Selbststudium</li> <li>• 120 Stunden Präsenzstudium</li> <li>• 90 Stunden Bearbeitung eines individuellen Themas inkl. Vortrag und schriftl. Ausarbeitung oder Gruppenarbeit</li> <li>• 20 Stunden Prüfungsvorbereitung</li> </ul>
<b>Lehrinhalte:</b>		
<ul style="list-style-type: none"> <li>• s. Modulteile</li> </ul>		
<b>Qualifikationsziele/Kompetenzen:</b>		
<ul style="list-style-type: none"> <li>• s. Modulteile</li> </ul>		
<b>Vergabe von Leistungspunkten und Benotung durch:</b>		
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Mündliche Prüfung</li> </ul>		
<b>Modulverantwortlicher:</b>		
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Prof. Dr. Sven Groppe</li> </ul>		
<b>Lehrende:</b>		
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Institut für Informationssysteme</li> <li>• Prof. Dr. Sven Groppe</li> </ul>		
<b>Literatur:</b>		
<ul style="list-style-type: none"> <li>• : Siehe Literatur in den Modulteilen</li> </ul>		
<b>Sprache:</b>		
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Sowohl Deutsch- wie Englischkenntnisse nötig</li> </ul>		
<b>Bemerkungen:</b>		
<p>Zulassungsvoraussetzungen zur Belegung des Moduls:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Keine</li> </ul> <p>Zulassungsvoraussetzungen zur Teilnahme an Modul-Prüfung(en):</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Erfolgreiche Bearbeitung der Projektaufgabe gemäß Vorgabe am Semesteranfang oder</li> <li>- Seminarvortrag mit Ausarbeitung gemäß Vorgabe am Semesteranfang</li> </ul> <p>Modulprüfung(en):</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- CS4508-L1: Datenmanagement, mündliche Prüfung, 100% der Modulnote</li> </ul> <p>Statt des Seminars kann auch ein Praktikum angeboten werden.</p> <p>(Besteht aus CS4140 T, CS5140 T)</p>		

**CS4509-KP12, CS4509 - Internet-Strukturen und Protokolle / Internet-Technologien (Internet)**

<b>Dauer:</b>	<b>Angebotsturnus:</b>	<b>Leistungspunkte:</b>
2 Semester	Wird nicht mehr angeboten	12
<b>Studiengang, Fachgebiet und Fachsemester:</b>		
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Master Entrepreneurship in digitalen Technologien 2020 (Vertiefungsmodul), fachspezifisch, Beliebige Fachsemester</li> <li>• Master Informatik 2019 (Wahlpflicht), Vertiefungsmodul, Beliebige Fachsemester</li> <li>• Master IT-Sicherheit 2019 (Vertiefungsmodul), Vertiefung Informatik, 1. oder 2. Fachsemester</li> <li>• Master Medieninformatik 2014 (Wahlpflicht), Informatik, Beliebige Fachsemester</li> <li>• Master Entrepreneurship in digitalen Technologien 2014 (Vertiefungsmodul), fachspezifisch, 2. und 3. Fachsemester</li> <li>• Master Informatik 2014 (Vertiefungsmodul), Vertiefung, 2. und 3. Fachsemester</li> </ul>		
<b>Lehrveranstaltungen:</b>		<b>Arbeitsaufwand:</b>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Siehe CS4151 T: Systemarchitekturen für verteilte Anwendungen (Vorlesung mit Übungen, 3 SWS)</li> <li>• Siehe CS5158 T: Advanced Internet Technologies (Vorlesung mit Übungen, 3 SWS)</li> <li>• CS4509-P: Internet-Technologien (Projektarbeit, 3 SWS)</li> </ul>		<ul style="list-style-type: none"> <li>• 120 Stunden Präsenzstudium</li> <li>• 105 Stunden Selbststudium</li> <li>• 45 Stunden Eigenständige Projektarbeit</li> <li>• 45 Stunden Gruppenarbeit</li> <li>• 45 Stunden Prüfungsvorbereitung</li> </ul>
<b>Lehrinhalte:</b>		
<ul style="list-style-type: none"> <li>• s. Modulteile</li> </ul>		
<b>Qualifikationsziele/Kompetenzen:</b>		
<ul style="list-style-type: none"> <li>• s. Modulteile</li> </ul>		
<b>Vergabe von Leistungspunkten und Benotung durch:</b>		
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Mündliche Prüfung</li> </ul>		
<b>Modulverantwortlicher:</b>		
<ul style="list-style-type: none"> <li>• <a href="#">Prof. Dr. Stefan Fischer</a></li> </ul>		
<b>Lehrende:</b>		
<ul style="list-style-type: none"> <li>• <a href="#">Institut für Telematik</a></li> <li>• <a href="#">Prof. Dr.-Ing Horst Hellbrück</a></li> <li>• <a href="#">Prof. Dr.-Ing. habil. Dennis Pfisterer</a></li> </ul>		
<b>Literatur:</b>		
<ul style="list-style-type: none"> <li>• -: Siehe die Literatur in den Modulteilern</li> </ul>		
<b>Sprache:</b>		
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Sowohl Deutsch- wie Englischkenntnisse nötig</li> </ul>		
<b>Bemerkungen:</b>		
(Besteht aus CS5158 T, CS4151 T)		
Zum Wintersemester 2019/20 wurde das Modul umbenannt von Internettechnologien in Internet-Strukturen und Protokolle.		
Zum Wintersemester 2020/21 wird das Modul nicht mehr für Neueinsteiger angeboten.		
Zulassungsvoraussetzungen zur Belegung des Moduls:		
- Keine		
Zulassungsvoraussetzungen zur Teilnahme an Modul-Prüfung(en):		
- Erfolgreiche Teilnahme am Praktikumsteil		
Modulprüfung(en):		
- CS4509-L1 Internet-Strukturen und -Protokolle / Internet-Technologien, mündliche Prüfung, 100% der Modulnote		



**CS4510-KP12, CS4510 - Signalanalyse (SignalAna)**

<b>Dauer:</b>	<b>Angebotsturnus:</b>	<b>Leistungspunkte:</b>
2 Semester	Jährlich, kann sowohl im SoSe als auch im WiSe begonnen werden	12
<b>Studiengang, Fachgebiet und Fachsemester:</b>		
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Master Biophysik 2023 (Vertiefungsmodul), Vertiefung, 1. oder 2. Fachsemester</li> <li>• Master Medizinische Ingenieurwissenschaft 2020 (Vertiefungsmodul), Informatik/Elektrotechnik, Beliebige Fachsemester</li> <li>• Master Entrepreneurship in digitalen Technologien 2020 (Vertiefungsmodul), fachspezifisch, Beliebige Fachsemester</li> <li>• Master Informatik 2019 (Wahlpflicht), Vertiefungsmodul, Beliebige Fachsemester</li> <li>• Master Biophysik 2019 (Vertiefungsmodul), Vertiefung, 1. und 2. Fachsemester</li> <li>• Master IT-Sicherheit 2019 (Vertiefungsmodul), Vertiefung Informatik, 1. oder 2. Fachsemester</li> <li>• Master Medizinische Ingenieurwissenschaft 2014 (Vertiefungsmodul), Informatik/Elektrotechnik, 1. und/oder 2. Fachsemester</li> <li>• Master Entrepreneurship in digitalen Technologien 2014 (Vertiefungsmodul), fachspezifisch, 2. und/oder 3. Fachsemester</li> <li>• Master Informatik 2014 (Vertiefungsmodul), Vertiefung, 2. und/oder 3. Fachsemester</li> </ul>		
<b>Lehrveranstaltungen:</b>		<b>Arbeitsaufwand:</b>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Siehe CS5260SJ14 T: Sprach- und Audiosignalverarbeitung (Vorlesung mit Übungen, 3 SWS)</li> <li>• Siehe CS5275 T: Ausgewählte Methoden der Signalanalyse und -verbesserung (Vorlesung mit Übungen, 3 SWS)</li> <li>• Siehe CS5194 T: Projektpraktikum Signal- und Bildverarbeitung (Projektarbeit, 3 SWS)</li> </ul>		<ul style="list-style-type: none"> <li>• 150 Stunden Selbststudium</li> <li>• 90 Stunden Präsenzstudium</li> <li>• 60 Stunden Gruppenarbeit</li> <li>• 40 Stunden Prüfungsvorbereitung</li> <li>• 20 Stunden Schriftliche Ausarbeitung</li> </ul>
<b>Lehrinhalte:</b>		
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Grundzüge der statistischen Signalanalyse</li> <li>• Grundlagen der Merkmalsextraktion und Mustererkennung</li> <li>• Lineare Optimalfilter</li> <li>• Adaptive Filter</li> <li>• Spektralanalyse</li> <li>• Grundzüge der Multiraten-Signalverarbeitung</li> <li>• Anwendungen in der Verarbeitung von Sprach- und Bildsignalen</li> <li>• Planung und Realisierung typischer Signalverarbeitungsanwendungen im Team</li> </ul>		
<b>Qualifikationsziele/Kompetenzen:</b>		
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Die Studierenden können die Grundlagen der stochastischen Signalbeschreibung und Optimalfilterung erläutern.</li> <li>• Sie können die lineare Schätztheorie beschreiben und anwenden.</li> <li>• Sie können die Grundlagen adaptiver Systeme beschreiben.</li> <li>• Sie können die Grundlagen der Merkmalsextraktion und Klassifikation erklären.</li> <li>• Sie können Multiraten-Signalverarbeitungssysteme analysieren und entwickeln.</li> <li>• Sie kennen typische praktische Anwendungen der gelernten Signalverarbeitungskonzepte.</li> <li>• Sie sind in der Lage, Signalverarbeitungssysteme eigenständig und im Teamwork zu entwerfen und anzuwenden.</li> </ul>		
<b>Vergabe von Leistungspunkten und Benotung durch:</b>		
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Mündliche Prüfung</li> </ul>		
<b>Modulverantwortlicher:</b>		
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Prof. Dr.-Ing. Markus Kallinger</li> </ul>		
<b>Lehrende:</b>		
<ul style="list-style-type: none"> <li>• <a href="#">Institut für Signalverarbeitung</a></li> <li>• Prof. Dr.-Ing. Markus Kallinger</li> </ul>		
<b>Literatur:</b>		
<ul style="list-style-type: none"> <li>• : Siehe Literatur in den Modulteilern</li> </ul>		
<b>Sprache:</b>		
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Sowohl Deutsch- wie Englischkenntnisse nötig</li> </ul>		

**Bemerkungen:**

Prüfungsvorleistungen können zu Beginn des Semesters festgelegt werden. Sind Vorleistungen definiert, müssen diese vor der Erstprüfung erbracht und positiv bewertet worden sein.

Zulassungsvoraussetzungen zur Belegung des Moduls:

- Keine

Zulassungsvoraussetzungen zur Teilnahme an Modul-Prüfung(en):

- CS4510-L3 (alle außer Master Biophysik ab 2023): Erfolgreiche Bearbeitung der Projektaufgabe, Seminarvortrag und Übungsaufgaben gemäß Vorgabe am Semesteranfang

- CS4510-L1 (nur Master Biophysik ab 2023): Erfolgreiche Bearbeitung der Übungsaufgaben gemäß Vorgabe am Semesteranfang

- CS4510-L2 (nur Master Biophysik ab 2023): Erfolgreiche Bearbeitung der Projektaufgabe gemäß Vorgabe am Semesteranfang

Modulprüfung(en):

- CS4510-L3 (alle außer Master Biophysik ab 2023): Signalanalyse, mündliche Prüfung, 100% der Modulnote

- CS4510-L1 (nur Master Biophysik ab 2023): Teilprüfung Signalanalyse, mündliche Prüfung, 100% der Modulnote

- CS4510-L2 (nur Master Biophysik ab 2023): Teilprüfung Projektpraktikum Signal-und Bildverarbeitung, Projekt, unbenotet

(Besteht aus CS5275 T, CS5194 T, CS5260SJ14 T)

**CS4511-KP12, CS4511 - Lernende Systeme (LernSys)**

<b>Dauer:</b>	<b>Angebotsturnus:</b>	<b>Leistungspunkte:</b>
2 Semester	Unregelmäßig	12
<b>Studiengang, Fachgebiet und Fachsemester:</b>		
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Master Biophysik 2023 (Vertiefungsmodul), Vertiefung, 1. oder 2. Fachsemester</li> <li>• Master Informatik 2019 (Wahlpflicht), Kanonische Vertiefung Bioinformatik und Systembiologie, Beliebige Fachsemester</li> <li>• Master Medizinische Ingenieurwissenschaft 2020 (Vertiefungsmodul), Informatik/Elektrotechnik, Beliebige Fachsemester</li> <li>• Master Informatik 2019 (Wahlpflicht), Kanonische Vertiefung Data Science und KI, Beliebige Fachsemester</li> <li>• Master Entrepreneurship in digitalen Technologien 2020 (Vertiefungsmodul), fachspezifisch, Beliebige Fachsemester</li> <li>• Master Informatik 2019 (Wahlpflicht), Vertiefungsmodul, Beliebige Fachsemester</li> <li>• Master Biophysik 2019 (Vertiefungsmodul), Vertiefung, 1. und 2. Fachsemester</li> <li>• Master IT-Sicherheit 2019 (Vertiefungsmodul), Vertiefung Informatik, 1. oder 2. Fachsemester</li> <li>• Master Medizinische Ingenieurwissenschaft 2014 (Vertiefungsmodul), Informatik/Elektrotechnik, 1. und 2. Fachsemester</li> <li>• Master Entrepreneurship in digitalen Technologien 2014 (Vertiefungsmodul), fachspezifisch, 2. und 3. Fachsemester</li> <li>• Master Informatik 2014 (Vertiefungsmodul), Vertiefung, 2. und 3. Fachsemester</li> </ul>		
<b>Lehrveranstaltungen:</b>		<b>Arbeitsaufwand:</b>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Siehe CS4405 T: Neuroinformatik (Vorlesung mit Übungen, 3 SWS)</li> <li>• Siehe CS5450 T: Maschinelles Lernen (Vorlesung mit Übungen, 3 SWS)</li> <li>• Siehe CS5430 T: Seminar Maschinelles Lernen (Seminar, 2 SWS)</li> </ul>		<ul style="list-style-type: none"> <li>• 180 Stunden Selbststudium</li> <li>• 120 Stunden Präsenzstudium</li> <li>• 40 Stunden Prüfungsvorbereitung</li> <li>• 20 Stunden Bearbeitung eines individuellen Themas inkl. Vortrag und schriftl. Ausarbeitung</li> </ul>
<b>Lehrinhalte:</b>		
<ul style="list-style-type: none"> <li>• s. Moduleile</li> </ul>		
<b>Qualifikationsziele/Kompetenzen:</b>		
<ul style="list-style-type: none"> <li>• s. Moduleile</li> </ul>		
<b>Vergabe von Leistungspunkten und Benotung durch:</b>		
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Mündliche Prüfung</li> </ul>		
<b>Modulverantwortlicher:</b>		
<ul style="list-style-type: none"> <li>• <a href="#">Prof. Dr. rer. nat. Thomas Martinetz</a></li> </ul>		
<b>Lehrende:</b>		
<ul style="list-style-type: none"> <li>• <a href="#">Institut für Neuro- und Bioinformatik</a></li> <li>• <a href="#">Prof. Dr. rer. nat. Thomas Martinetz</a></li> <li>• <a href="#">Prof. Dr.-Ing. Erhardt Barth</a></li> </ul>		
<b>Literatur:</b>		
<ul style="list-style-type: none"> <li>• : Siehe Literatur in den Moduleilen</li> </ul>		
<b>Sprache:</b>		
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Sowohl Deutsch- wie Englischkenntnisse nötig</li> </ul>		
<b>Bemerkungen:</b>		

Zulassungsvoraussetzungen zur Belegung des Moduls:

- Keine

Zulassungsvoraussetzungen zur Teilnahme an Modul-Prüfung(en):

- Erfolgreiche Bearbeitung von Übungs- und Projektaufgaben gemäß Vorgabe am Semesteranfang
- Seminarvortrag und Ausarbeitung gemäß Vorgabe am Semesteranfang

Modulprüfung(en):

- CS4511-L1: Lernende Systeme, mündliche Prüfung, 100% der Modulnote

(Besteht aus CS4405 T, CS5450 T, CS5430 T)

Nur für Informatik-Studierende mit dem Anwendungsfach Bioinformatik (SGO vor 2019) wird die Lehrveranstaltung CS4405 T Neuroinformatik ersetzt durch CS5204 T Künstliche Intelligenz 2, weil dieser Teilnehmerkreis die Neuroinformatik im Rahmen eines Pflichtmoduls bereits absolvieren muss.

**CS4514-KP12 - Intelligente Agenten (IntAgents)**

<b>Dauer:</b>	<b>Angebotsturnus:</b>	<b>Leistungspunkte:</b>
1 Semester	Jedes Wintersemester	12
<b>Studiengang, Fachgebiet und Fachsemester:</b>		
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Master Robotics and Autonomous Systems 2019 (Wahlpflicht), Zusätzlich anerkanntes Wahlpflichtmodul, 1. bis 3. Fachsemester</li> <li>• Zertifikatsstudium Künstliche Intelligenz (Pflicht), Künstliche Intelligenz, 1. Fachsemester</li> <li>• Master Entrepreneurship in digitalen Technologien 2020 (Vertiefungsmodul), fachspezifisch, Beliebige Fachsemester</li> <li>• Master Informatik 2019 (Wahlpflicht), Kanonische Vertiefung Data Science und KI, 1. oder 2. Fachsemester</li> <li>• Master IT-Sicherheit 2019 (Vertiefungsmodul), Vertiefung Informatik, 1. oder 2. Fachsemester</li> <li>• Master Informatik 2019 (Wahlpflicht), Vertiefungsmodule, Beliebige Fachsemester</li> </ul>		
<b>Lehrveranstaltungen:</b>		<b>Arbeitsaufwand:</b>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• CS4514-P: Projektpraktikum Intelligente Agenten (Praktikum, 2 SWS)</li> <li>• CS4514-V: Intelligente Agenten (Vorlesung mit Übungen, 6 SWS)</li> </ul>		<ul style="list-style-type: none"> <li>• 195 Stunden Selbststudium</li> <li>• 120 Stunden Präsenzstudium</li> <li>• 45 Stunden Prüfungsvorbereitung</li> </ul>
<b>Lehrinhalte:</b>		
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Agenten, Mechanismen und Kollaboration: Intelligente Agenten und künstliche Intelligenz / Spieltheorie und soziale Wahl / Entwurf von Mechanismen, algorithmischer Entwurf von Mechanismen / Zusammenarbeit von Agenten, Regeln der Begegnung / Kontinuierlicher Raum / Erkenntnistheoretische Logik / Wissen und Sehen / Wissen und Zeit / Dynamische erkenntnistheoretische Logik / Wissensbasierte Programme</li> <li>• Wahrnehmung (Sprache und Sehen): Information Retrieval und Web-Mining-Agenten / Probabilistische Dimensionsreduktion, latente DeepL Inhalte, Themenmodelle, LDA, LDA-HMM / Repräsentationslernen für sequentielle Strukturen, Einbettungsräume, word2vec, CBOW, Skip-Gram, hierarchische Softmax, negatives Sampling / Sprachmodelle (1d-CNNs, RNNs, LSTMs, ELMo, Transformers, BERT, GPT-3/OPT und darüber hinaus), Inferenz natürlicher Sprache und Beantwortung von Anfragen / Computer Vision (2D-CNNs, Deep Architectures: AlexNet, ResNet) / Kombination von Sprache und Vision (CLIP (OpenAI) / LIT (Google) / data2vec (Facebook) / Flamingo (DeepMind), DALL-E und darüber hinaus) / Einbettung von Wissensgraphen mit GNNs, Kombination von einbettungsbasierter KG-Vervollständigung mit probabilistischen grafischen Modellen (ExpressGNN, pLogicNet), MLN-Inferenz und Lernen auf der Grundlage eingebetteter Wissensgraphen, GMNNs)</li> <li>• Planung, Kausalität und Reinforcement Learning: Planen und Handeln mit deterministischen Modellen, temporalen Modellen, nicht-deterministischen Modellen, probabilistischen Modellen / Standard-Entscheidungsfindung / Fortgeschrittene Entscheidungsfindung und Reinforcement Learning / Kausale Abhängigkeiten / Intervention / Instrumentale Variablen / Kontrafaktische / Kausale Planung / Kausales Reinforcement Learning</li> <li>• Im Projektpraktikum nutzen Studierende gängige (open source) Programmiersprachen und Werkzeuge des Data Science, um die in der Vorlesung Web-Mining-Agenten vermittelten Abstraktionen, Konzepte und Resultate in der praktischen Modellbildung und Verarbeitung von großen Datensätzen umzusetzen.</li> </ul>		
<b>Qualifikationsziele/Kompetenzen:</b>		
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Für alle in den Kursinhalten unter den Gliederungspunkten aufgeführten Themen können die Studierenden die zentralen Ideen benennen, die jeweils relevanten Begriffe definieren und die Funktionsweise der zugehörigen Algorithmen anhand von Anwendungsbeispielen erklären.</li> </ul>		
<b>Vergabe von Leistungspunkten und Benotung durch:</b>		
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Mündliche Prüfung</li> </ul>		
<b>Modulverantwortlicher:</b>		
<ul style="list-style-type: none"> <li>• <a href="#">Prof. Dr.-Ing. Nele Rußwinkel</a></li> </ul>		
<b>Lehrende:</b>		
<ul style="list-style-type: none"> <li>• <a href="#">Institut für Informationssysteme</a></li> <li>• <a href="#">Prof. Dr.-Ing. Nele Rußwinkel</a></li> </ul>		
<b>Literatur:</b>		
<ul style="list-style-type: none"> <li>• J. Pearl, C. Glymour, and N.P. Jewell: Causal Inference in Statistics - A Primer - Wiley, 2016</li> <li>• Y. Shoham, K. Leyton-Brown: Multiagent-Systems: Algorithmic, Game-Theoretic, and Logical Foundations - Cambridge University Press,</li> </ul>		



2009

- S.J. Russell, P. Norvig: Artificial Intelligence: A Modern Approach - Pearson, 2020
- M. Ghallab, D. Nau, P. Traverso: Automated Planning and Acting - Cambridge University Press, 2016

---

**Sprache:**

- Wird nur auf Englisch angeboten

---

**Bemerkungen:**

Zulassungsvoraussetzungen zur Belegung des Moduls:

- Keine

Zulassungsvoraussetzungen zur Teilnahme an Modul-Prüfung(en):

- erfolgreiche Absolvierung des Projektpraktikums Intelligente Agenten CS4514-P

Modulprüfung(en):

- CS4514-L1: Intelligente Agenten, mündliche Prüfung, 100% der Modulnote

(Ersetzt CS4513-KP12)

**CS4517-KP12 - Architekturen für verteilte Kommunikationssysteme (ArchVeK)**

<b>Dauer:</b> 2 Semester	<b>Angebotsturnus:</b> Jedes Semester	<b>Leistungspunkte:</b> 12
-----------------------------	--	-------------------------------

**Studiengang, Fachgebiet und Fachsemester:**

- Master IT-Sicherheit 2019 (Wahlpflicht), Vertiefung Informatik, 1. oder 2. Fachsemester
- Master Entrepreneurship in digitalen Technologien 2020 (Wahlpflicht), fachspezifisch, 2. oder 3. Fachsemester
- Master Informatik 2019 (Wahlpflicht), Vertiefungsmodule, Beliebiges Fachsemester

**Lehrveranstaltungen:**

- CS4151-V: Systemarchitekturen für verteilte Anwendungen (Vorlesung, 2 SWS)
- CS4151-Ü: Systemarchitekturen für verteilte Anwendungen (Übung, 1 SWS)
- CS5162-V: Mobilkommunikation (Vorlesung, 2 SWS)
- CS5162-Ü: Mobilkommunikation (Übung, 1 SWS)
- CS4517-P: Architekturen für verteilte Kommunikationssysteme (Praktikum, 3 SWS)
- CS5164-V: Distributed AI (Vorlesung, 1 SWS)
- CS5164-Ü: Distributed AI (Übung, 2 SWS)

**Arbeitsaufwand:**

- 120 Stunden Präsenzstudium
- 105 Stunden Selbststudium
- 45 Stunden Eigenständige Projektarbeit
- 45 Stunden Prüfungsvorbereitung
- 45 Stunden Gruppenarbeit

**Lehrinhalte:**

- Einführung in Kommunikationssysteme sowie Überblick über den Stand der Technik
- Drahtlose Sicherungsschicht, Netzwerkschicht und Technologien (802.15.4, WLAN, GSM, Bluetooth, RFID, LowPowerWANs, Rundfunk- und Satellitensysteme)
- Sicherheit in drahtlosen Netzwerken
- Anwendungen von drahtlosen Netzwerken
- Softwarearchitekturen
- Grundlagen der Kommunikation über verteilte Systeme
- N-Tier-Anwendungen
- Architekturen verteilter Systeme (Service-Oriented und Event-Driven Architectures, Web-Orientierte Architekturen (Web 2.0), Overlay-Netze, Peer-to-Peer, Grid und Cloud Computing, Internet der Dinge, verteilte KI)

**Qualifikationsziele/Kompetenzen:**

- Die Studierenden können Besonderheiten der drahtlosen mobilen Kommunikationssystemen und die Herausforderungen und Konzepte hervorheben.
- Sie interpretieren und verfolgen aktuelle Forschungsaktivitäten und Technologietrends.
- Sie können systematisch Protokolle für Mobilkommunikationssysteme und deren Anwendungen entwerfen und bewerten.
- Sie können Echtzeitanwendungen auf der Basis drahtloser Kommunikationsnetze entwerfen, implementieren und betreiben.
- Sie können technischen Anforderungen für Mobilfunksysteme und -komponenten analysieren sowie Lösungen wählen.
- Sie können Diagnosen, Tests und Optimierungen von drahtlos vernetzten Mobikommunikationssystemen durchführen.
- Sie können die wichtigsten Architekturen für verteilte Anwendungen benennen, erklären und miteinander vergleichen.
- Sie kennen die wichtigsten Implementierungsplattformen für jede Architektur und wissen im Wesentlichen, wie diese zu benutzen sind.
- Sie können für eine gegebene Problemstellung analysieren, welche Architektur am besten dafür geeignet ist, und sie können einen Umsetzungsplan entwerfen.
- Sie können für eine gegebene Problemstellung analysieren, welche Architektur am Besten dafür geeignet ist, und sie können einen Umsetzungsplan entwerfen und auch umsetzen.

**Vergabe von Leistungspunkten und Benotung durch:**

- Mündliche Prüfung

**Modulverantwortlicher:**

- Prof. Dr. Stefan Fischer

**Lehrende:**

- Institut für Telematik

- Prof. Dr.-Ing Horst Hellbrück
- Dr. Mohamed Hail
- Prof. Dr. Stefan Fischer

---

**Literatur:**

- Jochen Schiller: Mobile Communications - 2nd Edition, Addison-Wesley, 2004, Signature: VK 2650 2005 A 302
- Andrew S. Tanenbaum: Computer Networks - 4th Edition, Prentice-Hall, 2003, Signature: VK 1670 2004 A 823
- Charles E. Perkins: Ad Hoc Networking - 1st Edition, Addison Wesley Professional, December 2000, Signature: VK 1670 2002 A 640
- J. Dunkel, A. Eberhart, S. Fischer, C. Kleiner, A. Koschel: Systemarchitekturen für verteilte Anwendungen - Hanser-Verlag 2008
- I. Melzer et.al.: Service-Orientierte Architekturen mit Web Services - Spektrum-Verlag 2010

---

**Sprache:**

- Englisch, außer bei nur deutschsprachigen Teilnehmern

---

**Bemerkungen:**

Systemarchitekturen für verteilte Anwendungen sowie Mobilkommunikation sind Pflichtteile dieses Vertiefungsmoduls. Dazu kann zwischen dem Architekturen für verteilte Kommunikationssysteme Praktikum und Distributed AI als drittes Element gewählt werden.

Zulassungsvoraussetzungen zur Belegung des Moduls:

- Keine

Zulassungsvoraussetzungen zur Teilnahme an Modul-Prüfung(en):

- Erfolgreiche Durchführung des Projektpraktikums

Modulprüfung(en):

- CS4517-L1: Architekturen für verteilte Kommunikationssysteme, mündliche Prüfung, 100% der Modulnote

**CS4518-KP12 - Aktuelle und zukünftige Netzwerktechnologien (AzuNet)**

<b>Dauer:</b> 2 Semester	<b>Angebotsturnus:</b> Jedes Semester	<b>Leistungspunkte:</b> 12
<b>Studiengang, Fachgebiet und Fachsemester:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Master Informatik 2019 (Wahlpflicht), Vertiefungsmodule, Beliebige Fachsemester</li> <li>• Master IT-Sicherheit 2019 (Wahlpflicht), Vertiefung Informatik, 1. oder 2. Fachsemester</li> <li>• Master Entrepreneurship in digitalen Technologien 2020 (Wahlpflicht), fachspezifisch, Beliebige Fachsemester</li> </ul>		
<b>Lehrveranstaltungen:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• CS5158-V: Advanced Internet Technologies (Vorlesung, 2 SWS)</li> <li>• CS5158-Ü: Advanced Internet Technologies (Übung, 1 SWS)</li> <li>• CS5161-V: Nanonetze (Vorlesung, 2 SWS)</li> <li>• CS5161-P: Nanonetze (Projektarbeit, 1 SWS)</li> <li>• CS4518-S: Seminar Internet of Things oder Seminar Nanonetze (Seminar, 2 SWS)</li> </ul>		<b>Arbeitsaufwand:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• 165 Stunden Selbststudium</li> <li>• 105 Stunden Präsenzstudium</li> <li>• 45 Stunden Prüfungsvorbereitung</li> <li>• 30 Stunden Bearbeitung eines individuellen Themas inkl. Vortrag und schriftl. Ausarbeitung</li> <li>• 15 Stunden Eigenständige Projektarbeit</li> </ul>
<b>Lehrinhalte:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Internet-Architektur, Border Gateway Protocol (BGP), Multi-Protocol Label Switching (MPLS)</li> <li>• Software-Defined Networking (SDN): Rationale, OpenFlow, P4</li> <li>• Transport Layer: QUIC, HTTP3, MQTT, IoT</li> <li>• Specialized Network Architectures: Named-Data Networking (NDN), LoRaWAN, Delay-Tolerant Networking (DTN)</li> <li>• Future Topics: Sicherheit, Zukunft des Internets</li> <li>• Self-Assembly Systeme</li> <li>• Reduktionen und Kompilation</li> <li>• Begriffe &amp; Zusammenhänge Nanonetzwerk</li> <li>• Simulationswerkzeuge für Nanonetze</li> <li>• Umsetzung von Nanonetzen in medizinischen Anwendungsszenarien</li> </ul>		
<b>Qualifikationsziele/Kompetenzen:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Die Studierenden verstehen die fundamentalen Designentscheidungen, die zur Entwicklung der Internetprotokolle geführt haben.</li> <li>• Sie kennen grundlegende, allgemeingültige Kriterien zum Entwurf von Netzwerken (End-To-End Argument, Fate Sharing, etc.).</li> <li>• Sie können aktuelle Routingverfahren wie BGP, MPLS und SDN im Detail erklären und anwenden.</li> <li>• Sie können die Unterschiede moderner Transportprotokolle wie QUIC, HTTP und MQTT zu ihren Vorgängern motivieren, die Protokolle erklären und sie in ihren Anwendungskontexten einsetzen.</li> <li>• Sie kennen die Grundprinzipien aktueller spezialisierter Netzwerktechnologien wie NDN, LoRaWAN und DTN und wissen, wann und wie sie einsetzen können.</li> <li>• Sie haben eine klare Vorstellung, welchen Entwicklungspfad das Internet zukünftig folgen kann.</li> <li>• Sie können grundlegende IoT-Anwendungen entwerfen, implementieren und testen.</li> <li>• Sie können Daten aus IoT-Systemen effizient sammeln, analysieren und interpretieren.</li> <li>• Sie können sich mit realen Anwendungsfällen auseinandersetzen und Lösungen für spezifische Branchen entwickeln.</li> <li>• Sie können die aktuellen Trends und zukünftigen Entwicklungen im IoT-Bereich erkennen und kritisch bewerten.</li> <li>• Sie können die grundlegenden Begriffe von Nanonetzen erklären.</li> <li>• Sie können grundlegende Zusammenhänge verschiedener Berechnungsmodelle erklären.</li> <li>• Sie können Self-Assembly Systeme beschreiben.</li> <li>• Sie können die Beschränkungen und Besonderheiten auf Nanoebene analysieren und beschreiben.</li> <li>• Sie können Modelle anhand von Simulationen verifizieren oder falsifizieren.</li> <li>• Sie können grundlegende theoretische Konzepte auf verwandte Fragestellungen übertragen.</li> </ul>		
<b>Vergabe von Leistungspunkten und Benotung durch:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Mündliche Prüfung</li> </ul>		
<b>Modulverantwortlicher:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Prof. Dr. Stefan Fischer</li> </ul>		
<b>Lehrende:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Institut für Telematik</li> </ul>		

- Dr. rer. nat. Florian-Lennert Lau

**Literatur:**

- Kurose, J. F., & Ross, K. W.: Computer Networking: A Top-Down Approach - 9. Aufl., Pearson., 2025
- Chataut, R., Sharma, H., & Akl, R.: A Comprehensive Review of IoT Applications and Future Prospects. Sensors - MDPI, 2023
- Akamai Technologies: HTTP/3 and QUIC: Past, Present, and Future - 2021
- Saxena, D.: Named Data Networking: A Survey. Computer Science Review - Elsevier, 2016
- Castillo, V., Gómez, Á., Salcedo, J., & López, L.: Delay and Disruption Tolerant Networking for Terrestrial and TCP/IP Applications: A Systematic Literature Review - Journal of Cybersecurity and Privacy, 4(3), 493-520. MDPI, 2024
- Florian-Lennert A. Lau: Nanonetworks - The Future of Communication And Computation
- Baris Atakan: Molecular Communications and Nanonetworks From Nature To Practical Systems
- Robert A. Freitas: Nanomedicine: Biocompatibility
- Peter Clote & Evangelos Kranakis: Boolean Functions and Computation Models

**Sprache:**

- Englisch, außer bei nur deutschsprachigen Teilnehmern

**Bemerkungen:**

Zulassungsvoraussetzungen zur Belegung des Moduls:

- Keine

Zulassungsvoraussetzungen zur Teilnahme an Modul-Prüfung(en):

- Erfolgreiche Teilnahme am Seminar

Modulprüfung(en):

- CS4518-L1: Aktuelle und zukünftige Netzwerktechnologien, mündliche Prüfung, 100% der Modulnote

**CS4210-KP06, CS4210 - Kryptographische Protokolle (KrypProto)**

<b>Dauer:</b>	<b>Angebotsturnus:</b>	<b>Leistungspunkte:</b>
1 Semester	In der Regel jährlich, vorzugsweise im SoSe	6
<b>Studiengang, Fachgebiet und Fachsemester:</b>		
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Master Medieninformatik 2020 (Wahlpflicht), Informatik, Beliebige Fachsemester</li> <li>• Master Medizinische Informatik 2019 (Wahlpflicht), eHealth / Informatik, 1. oder 2. Fachsemester</li> <li>• Master IT-Sicherheit 2019 (Wahlpflicht), IT-Sicherheit Security und Privacy, 1., 2. oder 3. Fachsemester</li> <li>• Master Medizinische Informatik 2014 (Wahlpflicht), eHealth / Informatik, 1. oder 2. Fachsemester</li> </ul>		
<b>Lehrveranstaltungen:</b>		<b>Arbeitsaufwand:</b>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• CS4210-V: Kryptographische Protokolle (Vorlesung, 3 SWS)</li> <li>• CS4210-Ü: Kryptographische Protokolle (Übung, 1,5 SWS)</li> </ul>		<ul style="list-style-type: none"> <li>• 85 Stunden Selbststudium und Aufgabenbearbeitung</li> <li>• 75 Stunden Präsenzstudium</li> <li>• 20 Stunden Prüfungsvorbereitung</li> </ul>
<b>Lehrinhalte:</b>		
<ul style="list-style-type: none"> <li>• komplexe kryptographische Protokolle, Sicherheitsanalysen</li> <li>• Anonymität und Privacy, private Computation und Information Retrieval, Differential Privacy</li> <li>• Quantum Kryptographie</li> <li>• Steganographie, digitale Siegel und Wasserzeichen</li> <li>• sicherer E-Commerce, elektronisches Geld, online Wahlen</li> </ul>		
<b>Qualifikationsziele/Kompetenzen:</b>		
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Die Studierenden können über kryptographische Methoden und deren Anwendungen in Kommunikationssystemen argumentieren.</li> <li>• Sie können sicherheitstechnische Verfahren für konkrete Anwendungen geeignet auswählen und implementieren.</li> <li>• Sie können Sicherheitsanalysen von Verfahren zur Informationsübertragung durchführen.</li> <li>• Sie können die Schwachstellen realer Systeme benennen und einschätzen.</li> </ul>		
<b>Vergabe von Leistungspunkten und Benotung durch:</b>		
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Mündliche Prüfung</li> </ul>		
<b>Setzt voraus:</b>		
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Kryptologie (CS3420-KP04, CS3420)</li> </ul>		
<b>Modulverantwortlicher:</b>		
<ul style="list-style-type: none"> <li>• <a href="#">Prof. Dr. Rüdiger Reischuk</a></li> </ul>		
<b>Lehrende:</b>		
<ul style="list-style-type: none"> <li>• <a href="#">Institut für Theoretische Informatik</a></li> <li>• <a href="#">Prof. Dr. Maciej Liskiewicz</a></li> <li>• <a href="#">Prof. Dr. Rüdiger Reischuk</a></li> </ul>		
<b>Literatur:</b>		
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Lindell: <i>Tutorials on the Foundations of Cryptography</i> - Springer 2017</li> <li>• J. Katz, Y. Lindell: <i>Introduction to Modern Cryptography</i> - CRC Press 2014</li> <li>• Goldreich: <i>Fundamentals of Cryptography</i> - Cambridge Univ. Press 2004</li> <li>• I. Cox, M. Miller, J. Bloom, J. Fridrich, T. Kalker: <i>Digital Watermarking and Steganography</i> - Morgan Kaufmann 2008</li> <li>• Dwork, Roth: <i>The Algorithmic Foundations of Differential Privacy</i> - 2014</li> </ul>		
<b>Sprache:</b>		
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Englisch, außer bei nur deutschsprachigen Teilnehmern</li> </ul>		
<b>Bemerkungen:</b>		



Zulassungsvoraussetzungen zur Belegung des Moduls:

- Keine (die Kompetenzen der unter Setzt voraus genannten Module werden für dieses Modul benötigt, sind aber keine formale Voraussetzung)

Zulassungsvoraussetzungen zur Teilnahme an Modul-Prüfung(en):

- Erfolgreiche Bearbeitung von Übungs- und Projektaufgaben gemäß Vorgabe am Semesteranfang

Modulprüfung(en):

- CS4210-L1: Kryptographische Protokolle, mündliche Prüfung, 100% der Modulnote

<b>CS4211-KP06, CS4211 - Modellierung und Analyse von Sicherheit (SecurAna_a)</b>		
<b>Dauer:</b> 1 Semester	<b>Angebotsturnus:</b> Jedes Wintersemester	<b>Leistungspunkte:</b> 6
<b>Studiengang, Fachgebiet und Fachsemester:</b>		
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Master IT-Sicherheit 2019 (Wahlpflicht), IT-Sicherheit Security und Privacy, 1., 2. oder 3. Fachsemester</li> <li>• Master Medizinische Informatik 2014 (Wahlpflicht), Kernbereich Informatik, 1. oder 2. Fachsemester</li> </ul>		
<b>Lehrveranstaltungen:</b>		<b>Arbeitsaufwand:</b>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• CS4211-V: Modellierung und Analyse von Sicherheit (Vorlesung, 3 SWS)</li> <li>• CS4211-Ü: Modellierung und Analyse von Sicherheit (Übung, 1 SWS)</li> <li>• CS4211-P: Modellierung und Analyse von Sicherheit (Praktikum, 1 SWS)</li> </ul>		<ul style="list-style-type: none"> <li>• 85 Stunden Selbststudium und Aufgabenbearbeitung</li> <li>• 75 Stunden Präsenzstudium</li> <li>• 20 Stunden Prüfungsvorbereitung</li> </ul>
<b>Lehrinhalte:</b>		
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Modellierung und Formalisierung von Protokollen und Sicherheitseigenschaften</li> <li>• Angreifer und Angreifermodelle, Sicherheitslücken</li> <li>• Symbolische Verfahren und automatische Verifikation von Sicherheitseigenschaften</li> <li>• Konsistenz- und Synchronisationsproblematik</li> </ul>		
<b>Qualifikationsziele/Kompetenzen:</b>		
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Die Studierenden können umfassend über die algorithmischen Grundlagen für die Sicherheit von IT-Systemen argumentieren.</li> <li>• Sie können über Sicherheitseigenschaften referieren.</li> <li>• Sie können komplexe Verfahren im Bereich IT-Sicherheit benennen und anwenden.</li> <li>• Sie können Protokolle und Sicherheitseigenschaften spezifizieren, analysieren und verifizieren.</li> <li>• Sie können Techniken zur automatischen Verifikation von Sicherheitseigenschaften beschreiben.</li> </ul>		
<b>Vergabe von Leistungspunkten und Benotung durch:</b>		
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Mündliche Prüfung</li> </ul>		
<b>Setzt voraus:</b>		
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Kryptologie (CS3420-KP04, CS3420)</li> </ul>		
<b>Modulverantwortlicher:</b>		
<ul style="list-style-type: none"> <li>• <a href="#">Prof. Dr. Rüdiger Reischuk</a></li> </ul>		
<b>Lehrende:</b>		
<ul style="list-style-type: none"> <li>• <a href="#">Institut für Theoretische Informatik</a></li> <li>• <a href="#">Prof. Dr. Maciej Liskiewicz</a></li> <li>• <a href="#">Prof. Dr. Rüdiger Reischuk</a></li> </ul>		
<b>Literatur:</b>		
<ul style="list-style-type: none"> <li>• V. Cortier, S. Kremer (Ed.): Formal Models and Techniques for Analyzing Security Protocols - IOS Press 2011</li> <li>• C. Pfleeger, S. Pfleeger: Security in Computing - Prentice-Hall 2007</li> <li>• A. Joux: Algorithmic Cryptanalysis - CRC Press 2009</li> <li>• J. Katz, Y. Lindell: Introduction to Modern Cryptography - Chapman &amp; Hall 2008</li> <li>• S. Loepp, W. Wooters: Protecting Information - Cambridge Univ. Press 2006</li> </ul>		
<b>Sprache:</b>		
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Englisch, außer bei nur deutschsprachigen Teilnehmern</li> </ul>		
<b>Bemerkungen:</b>		



Zulassungsvoraussetzungen zur Belegung des Moduls:

- Keine (die Kompetenzen der unter Setzt voraus genannten Module werden für dieses Modul benötigt, sind aber keine formale Voraussetzung)

Zulassungsvoraussetzungen zur Teilnahme an Modul-Prüfung(en):

- Erfolgreiche Bearbeitung von Übungs- und Projektaufgaben gemäß Vorgabe am Semesteranfang

Modulprüfung(en):

- CS4211-L1: Modellierung und Analyse von Sicherheit, mündliche Prüfung, 100% der Modulnote

**CS4450-KP06 - Netze und mobile Systeme (NetzeMobSy)**

<b>Dauer:</b>	<b>Angebotsturnus:</b>	<b>Leistungspunkte:</b>
1 Semester	Wird zurzeit nicht angeboten	6
<b>Studiengang, Fachgebiet und Fachsemester:</b>		
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Master Entrepreneurship in digitalen Technologien 2020 (Vertiefungsmodul), fachspezifisch, Beliebige Fachsemester</li> <li>• Master IT-Sicherheit 2019 (Wahlpflicht), IT-Sicherheit Security und Privacy, 1., 2. oder 3. Fachsemester</li> </ul>		
<b>Lehrveranstaltungen:</b>		<b>Arbeitsaufwand:</b>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• CS4450-V: Netze und mobile Systeme (Vorlesung, 2 SWS)</li> <li>• CS4450-Ü: Netze und mobile Systeme (Übung, 2 SWS)</li> </ul>		<ul style="list-style-type: none"> <li>• 90 Stunden Selbststudium</li> <li>• 60 Stunden Präsenzstudium</li> <li>• 30 Stunden Prüfungsvorbereitung</li> </ul>
<b>Lehrinhalte:</b>		
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Einführung in die besondere Sicherheitsproblematik mobiler Systeme</li> <li>• Sicherheitsarchitekturen für drahtlose Weitverkehrsnetze (GSM, UMTS, LTE)</li> <li>• Sicherheit in drahtlosen Nahverkehrsnetzen (WLAN, Bluetooth)</li> <li>• Sicherheit im Internet der Dinge (Grundlagen, Schlüsselmanagement, Integrität, Authentifizierung, RFID)</li> <li>• Sicherheit für eingebettete Geräte</li> </ul>		
<b>Qualifikationsziele/Kompetenzen:</b>		
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Die erfolgreichen Absolventen dieses Moduls verstehen die wesentlichen Konzepte, Methoden und Mechanismen, um drahtlose Netze und mobile Systeme abzusichern.</li> <li>• Sie sind in der Lage, die Konzepte zur Erhöhung der Sicherheit drahtloser Netze und mobiler Systeme korrekt einzusetzen, eigene Lösungsansätze zu entwickeln und diese zu bewerten.</li> <li>• Sie verstehen die Ursachen von Sicherheitsproblemen und sind in der Lage, neue Probleme einzuordnen und neue Lösungsansätze aus der Forschung zu bewerten.</li> </ul>		
<b>Vergabe von Leistungspunkten und Benotung durch:</b>		
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Klausur oder mündliche Prüfung nach Maßgabe des Dozenten</li> </ul>		
<b>Modulverantwortlicher:</b>		
<ul style="list-style-type: none"> <li>• <a href="#">Prof. Dr. Stefan Fischer</a></li> </ul>		
<b>Lehrende:</b>		
<ul style="list-style-type: none"> <li>• <a href="#">Institut für Telematik</a></li> <li>• <a href="#">Prof. Dr. Stefan Fischer</a></li> </ul>		
<b>Literatur:</b>		
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Claudia Eckert: IT-Sicherheit - Oldenbourg, 8. Auflage, 2013</li> </ul>		
<b>Sprache:</b>		
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Sowohl Deutsch- wie Englischkenntnisse nötig</li> </ul>		
<b>Bemerkungen:</b>		
Zulassungsvoraussetzungen zur Belegung des Moduls: - Keine		
Zulassungsvoraussetzungen zur Teilnahme an Modul-Prüfung(en): - keine		
Modulprüfung(en): - CS4450-L1: Netze und mobile Systeme, mündliche Prüfung, 100% der Modulnote		

**CS4451-KP06 - Privacy (Privacy)**

<b>Dauer:</b>	<b>Angebotsturnus:</b>	<b>Leistungspunkte:</b>
1 Semester	Jedes Wintersemester	6
<b>Studiengang, Fachgebiet und Fachsemester:</b>		
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Master Informatik 2019 (Wahlpflicht), Wahlpflicht, Beliebige Fachsemester</li> <li>• Master Medizinische Informatik 2014 (Wahlpflicht), eHealth / Informatik, 1. oder 2. Fachsemester</li> <li>• Master Medizinische Informatik 2019 (Wahlpflicht), eHealth / Informatik, 1. oder 2. Fachsemester</li> <li>• Master IT-Sicherheit 2019 (Wahlpflicht), IT-Sicherheit Security und Privacy, 1., 2. oder 3. Fachsemester</li> </ul>		
<b>Lehrveranstaltungen:</b>		<b>Arbeitsaufwand:</b>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• CS4451-V: Privacy (Vorlesung, 2 SWS)</li> <li>• CS4451-Ü: Privacy (Übung, 2 SWS)</li> </ul>		<ul style="list-style-type: none"> <li>• 100 Stunden Selbststudium</li> <li>• 60 Stunden Präsenzstudium</li> <li>• 20 Stunden Prüfungsvorbereitung</li> </ul>
<b>Lehrinhalte:</b>		
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Privatsphärenerhaltende Statistiken (Differential Privacy)</li> <li>• Privatsphärenerhaltendes Maschinelles Lernen (Machine Learning)</li> <li>• Privacy-Angriffe gegen maschinell gelernte Modelle</li> <li>• Privatsphärenerhaltende Berechnungen in Verteilten Systemen</li> <li>• Stylometrie: De-Anonymisierung über den Schreibstil</li> <li>• Anonymität</li> </ul>		
<b>Qualifikationsziele/Kompetenzen:</b>		
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Tieferes Verständnis über algorithmischen und mathematische Methoden zum Schutz privater Daten</li> <li>• Fähigkeit, komplexere Sicherheitsanforderungen zu analysieren</li> </ul>		
<b>Vergabe von Leistungspunkten und Benotung durch:</b>		
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Mündliche Prüfung</li> </ul>		
<b>Modulverantwortlicher:</b>		
<ul style="list-style-type: none"> <li>• <a href="#">Prof. Dr. rer. nat. Esfandiar Mohammadi</a></li> </ul>		
<b>Lehrende:</b>		
<ul style="list-style-type: none"> <li>• <a href="#">Institut für IT-Sicherheit</a></li> <li>• <a href="#">Prof. Dr. rer. nat. Esfandiar Mohammadi</a></li> </ul>		
<b>Literatur:</b>		
<ul style="list-style-type: none"> <li>• C. Dwork, A. Roth: The Algorithmic Foundations of Differential Privacy - Now Publishers Inc, 2014</li> <li>• <a href="#">Stanford: Encyclopedia of Philosophy on Privacy</a></li> <li>• <a href="#">Andrej Bogdanov: Lecture notes by Andrej Bogdanov from Chinese University of Hong Kong</a></li> <li>• Journal und Konferenz-Publikationen: wird aktuell benannt</li> </ul>		
<b>Sprache:</b>		
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Englisch, außer bei nur deutschsprachigen Teilnehmern</li> </ul>		
<b>Bemerkungen:</b>		
<p>Zulassungsvoraussetzungen zur Belegung des Moduls:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Keine (die Kompetenzen der unter Setzt voraus genannten Module werden für dieses Modul benötigt, sind aber keine formale Voraussetzung)</li> </ul> <p>Zulassungsvoraussetzungen zur Teilnahme an Modul-Prüfung(en):</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Erfolgreiche Bearbeitung von Übungs- und Projektaufgaben gemäß Vorgabe am Semesteranfang</li> </ul> <p>Modulprüfung(en):</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- CS4451-L1: Privacy, mündliche Prüfung, 100% der Modulnote</li> </ul>		



Laut Beschluss des Prüfungsausschusses Informatik vom 30.1.2023 kann dieses Modul für Master SGO ab WS 2019 im Bereich 5. Wahlpflicht gewählt werden.

**CS4702-KP06 - Computer Security (CoSec)**

<b>Dauer:</b>	<b>Angebotsturnus:</b>	<b>Leistungspunkte:</b>
1 Semester	In der Regel jährlich, vorzugsweise im SoSe	6
<b>Studiengang, Fachgebiet und Fachsemester:</b>		
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Master Robotics and Autonomous Systems 2019 (Wahlpflicht), Zusätzlich anerkanntes Wahlpflichtmodul, Beliebige Fachsemester</li> <li>• Master Entrepreneurship in digitalen Technologien 2020 (Vertiefungsmodul), fachspezifisch, Beliebige Fachsemester</li> <li>• Master Medieninformatik 2020 (Wahlpflicht), Informatik, Beliebige Fachsemester</li> <li>• Master Medizinische Informatik 2019 (Wahlpflicht), eHealth / Informatik, 1. oder 2. Fachsemester</li> <li>• Master IT-Sicherheit 2019 (Wahlpflicht), IT-Sicherheit Security und Privacy, 1., 2. oder 3. Fachsemester</li> </ul>		
<b>Lehrveranstaltungen:</b>		<b>Arbeitsaufwand:</b>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• CS4702-V: Computersicherheit (Vorlesung, 2 SWS)</li> <li>• CS4702-P: Computersicherheit (Praktikum, 3 SWS)</li> </ul>		<ul style="list-style-type: none"> <li>• 85 Stunden Selbststudium</li> <li>• 75 Stunden Präsenzstudium</li> <li>• 20 Stunden Prüfungsvorbereitung</li> </ul>
<b>Lehrinhalte:</b>		
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Angewandte Kryptografie in Systemen und Protokollen: Übersicht über gängige Verfahren und ihre Anwendungen</li> <li>• Effiziente und sichere Implementierung von gängigen Krypto-Verfahren: Langzahlarithmetik, effiziente Exponentiation, Constant-Time-Algorithmen etc.</li> <li>• Physische Implementierungsangriffe und Gegenmaßnahmen: Fehlerinjektionsangriffe, passive Physische Angriffe wie SPA/DPA und Timing-Angriffe, moderne Inferenzmethoden und zugehörige Kryptanalysemethoden, Klassen von Schutzmaßnahmen</li> <li>• Virtualisierungssicherheit und Mikroarchitekturangriffe: Sicherheitskonzepte im Betriebssystem und Hypervisor, Mikroarchitekturangriffe wie Cache Angriffe, Spectre etc., Maßnahmen zur Wiederherstellung der Systemsicherheit</li> <li>• Trusted Computing und Hardware-Assisted System Security: Funktionsweise TPMs, Secure Elements and Trusted Execution Environments, Grundlagen und kryptographische Techniken, Designgrundlagen für sichere Systeme</li> </ul>		
<b>Qualifikationsziele/Kompetenzen:</b>		
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Die Studierenden können ein tiefes Verständnis kryptographischer Methoden und deren Anwendungen in Kommunikationssystemen demonstrieren</li> <li>• Sie können sichere und effiziente kryptographische Primitive konstruieren und sicher in Computersystemen implementieren</li> <li>• Sie können Methoden und Algorithmen für effiziente Langzahlarithmetik erklären</li> <li>• Sie können grundlegende Seitenkanalangriffe auf Systemen mit physischem Zugriff oder Shared Systems mit Code-Execution-Rechten durchführen</li> <li>• Sie können für kryptographische Primitive Schutzmaßnahmen vor speziellen physischen Angriffen implementieren</li> <li>• Sie können die Sicherheit bereits existierender Primitive evaluieren</li> </ul>		
<b>Vergabe von Leistungspunkten und Benotung durch:</b>		
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Mündliche Prüfung oder Klausur</li> <li>• Hausarbeit</li> </ul>		
<b>Setzt voraus:</b>		
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Cybersecurity (CS2250-KP04)</li> </ul>		
<b>Modulverantwortlicher:</b>		
<ul style="list-style-type: none"> <li>• <a href="#">Prof. Dr.-Ing. Thomas Eisenbarth</a></li> </ul>		
<b>Lehrende:</b>		
<ul style="list-style-type: none"> <li>• <a href="#">Institut für IT-Sicherheit</a></li> <li>• <a href="#">Prof. Dr.-Ing. Thomas Eisenbarth</a></li> </ul>		
<b>Literatur:</b>		
<ul style="list-style-type: none"> <li>• S. Mangard, E. Oswald &amp; T. Popp: Power analysis attacks: Revealing the secrets of smart cards - Vol. 31, Springer Science &amp; Business Media, 2008</li> <li>• D. Stinson: Cryptography: Theory and Practice - 4th ed., CRC Press, 2018</li> <li>• : Aktuelle Literatur</li> </ul>		

**Sprache:**

- Englisch, außer bei nur deutschsprachigen Teilnehmern

**Bemerkungen:**

Zulassungsvoraussetzungen zur Belegung des Moduls:

- Keine (die Kompetenzen der unter Setzt voraus genannten Module werden für dieses Modul benötigt, sind aber keine formale Voraussetzung)

Zulassungsvoraussetzungen zur Teilnahme an Modul-Prüfung(en):

- wechselt, wird zu Semesteranfang bekannt gegeben

Modulprüfung(en):

- CS4702-L1: Computer Security, mündliche oder Portfolio-Prüfung, wird zu Semesteranfang bekannt gegeben

Die Veranstaltungen dieses Moduls sind auch Teil von CS4515-KP12.

**CS4703-KP06 - Advanced Cryptology (AdvCrypto)**

<b>Dauer:</b>	<b>Angebotsturnus:</b>	<b>Leistungspunkte:</b>
1 Semester	Jedes Sommersemester	6
<b>Studiengang, Fachgebiet und Fachsemester:</b>		
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Master Informatik 2019 (Teil eines Vertiefungsmoduls), Modulteil, Beliebige Fachsemester</li> <li>• Master Robotics and Autonomous Systems 2019 (Wahlpflicht), Zusätzlich anerkanntes Wahlpflichtmodul, Beliebige Fachsemester</li> <li>• Master Mathematik in Medizin und Lebenswissenschaften 2016 (Wahlpflicht), Informatik, 3. Fachsemester</li> <li>• Master IT-Sicherheit 2019 (Wahlpflicht), IT-Sicherheit Security und Privacy, Beliebige Fachsemester</li> </ul>		
<b>Lehrveranstaltungen:</b>		<b>Arbeitsaufwand:</b>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• CS4703-V: Advanced Cryptology (Vorlesung, 3 SWS)</li> <li>• CS4703-Ü: Advanced Cryptology (Seminaristischer Unterricht mit Übungen, 1 SWS)</li> </ul>		<ul style="list-style-type: none"> <li>• 100 Stunden Selbststudium</li> <li>• 60 Stunden Präsenzstudium</li> <li>• 20 Stunden Prüfungsvorbereitung</li> </ul>
<b>Lehrinhalte:</b>		
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Konkrete Sicherheit und asymptotische Sicherheit: Vergleich beider Ansätze in Bezug zu Modes of Operations</li> <li>• Block-Ciphers: Feistel Networks, Substitution-Permutation Networks, Designprinzipien, Lineare Kryptanalyse, Differentielle Kryptanalyse</li> <li>• Authenticated Encryption</li> <li>• Sichere Mehrparteienberechnungen: Preprocessing Modell, Absicherung von Algorithmen gegen Seitenkanalangriffe, MPC-in-the-Head (für ZK-Beweise)</li> <li>• Obfuscation: Nicht-Machbarkeit (BlackBox), Machbarkeit (indistinguishable Obfuscation)</li> </ul>		
<b>Qualifikationsziele/Kompetenzen:</b>		
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Die Studierenden können die grundlegenden theoretischen Objekte der Kryptographie erklären und anwenden</li> <li>• Sie sind in der Lage, aktuelle Konzepte der Kryptographie zu verstehen</li> <li>• Sie können ein tieferes Verständnis kryptographischer Methoden demonstrieren</li> <li>• Sie verstehen grundlegende Verbindungen zwischen theoretischen und praktischen Aspekten der Kryptographie</li> <li>• Sie sind in der Lage, aktuelle wissenschaftliche Arbeiten zur Kryptografie zu verstehen und zu erklären</li> </ul>		
<b>Vergabe von Leistungspunkten und Benotung durch:</b>		
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Klausur oder mündliche Prüfung nach Maßgabe des Dozenten</li> <li>• Hausarbeit</li> </ul>		
<b>Setzt voraus:</b>		
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Kryptologie (CS3420-KP04, CS3420)</li> </ul>		
<b>Modulverantwortlicher:</b>		
<ul style="list-style-type: none"> <li>• <a href="#">Prof. Dr.-Ing. Thomas Eisenbarth</a></li> </ul>		
<b>Lehrende:</b>		
<ul style="list-style-type: none"> <li>• <a href="#">Institut für IT-Sicherheit</a></li> <li>• <a href="#">Dr Sebastian Berndt</a></li> </ul>		
<b>Literatur:</b>		
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Katz, Lindell: Introduction to Modern Cryptography - 2nd ed., CRC Press, 2014</li> <li>• Cramer, Damgård, Nielsen: Secure Multiparty Computation and Secret Sharing - 1st ed., Cambridge University Press, 2015</li> <li>• <a href="#">Barak: An Intensive Introduction to Cryptography - Lecture Notes</a></li> </ul>		
<b>Sprache:</b>		
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Englisch, außer bei nur deutschsprachigen Teilnehmern</li> </ul>		
<b>Bemerkungen:</b>		

**Zulassungsvoraussetzungen zur Belegung des Moduls:**

- Keine (die Kompetenzen der unter Setzt voraus genannten Module werden für dieses Modul benötigt, sind aber keine formale Voraussetzung)

**Zulassungsvoraussetzungen zur Teilnahme an Modul-Prüfung(en):**

- Eine Vorlesung in LaTeX aufschreiben
- Bearbeitung der Übungsaufgaben gemäß Vorgabe am Semesteranfang
- Präsentation einer wissenschaftlichen Publikation

**Modulprüfung(en):**

- CS4703-L1 Advanced Cryptology, mündliche Prüfung, 100% der Modulnote

Laut Beschluss des Prüfungsausschusses Informatik vom SS 2023 kann dieses Modul von Studierenden Master Informatik SGO ab 2019 im Bereich 5. Wahlpflichtfach gewählt werden. Und laut Beschluss dieses Prüfungsausschusses vom 3.11.2025 kann dieses Modul nicht mehr von Studierenden Master Informatik im Bereich 5. Wahlpflichtfach gewählt werden, weil es seitdem Teil des neuen Vertiefungsmoduls CS4523-KP12 Informationssicherheit und Kryptografie ist.

**CS4704-KP06 - Fortgeschrittene Methoden der Systemsicherheitsforschung (AdvSysSec)**

<b>Dauer:</b>	<b>Angebotsturnus:</b>	<b>Leistungspunkte:</b>
1 Semester	In der Regel jährlich, vorzugsweise im WiSe	6
<b>Studiengang, Fachgebiet und Fachsemester:</b>		
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Master IT-Sicherheit 2019 (Wahlpflicht), IT-Sicherheit Security und Privacy, 1., 2. oder 3. Fachsemester</li> </ul>		
<b>Lehrveranstaltungen:</b>		<b>Arbeitsaufwand:</b>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• CS4704-V: Aufbau und Organisation wissenschaftlicher Projekte (Vorlesung, 1 SWS)</li> <li>• CS4704-P: Realisierung eines wissenschaftlichen Projekts (Praktikum, 3 SWS)</li> </ul>		<ul style="list-style-type: none"> <li>• 170 Stunden Bearbeitung eines individuellen Themas inkl. Vortrag und schriftl. Ausarbeitung oder Gruppenarbeit</li> <li>• 10 Stunden Präsenzstudium</li> </ul>
<b>Lehrinhalte:</b>		
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Projektaufgabe zu einer wissenschaftlichen Fragestellung aus dem Bereich System Security</li> <li>• Anfertigung eines wissenschaftlichen Reports mittels Latex und in englischer Sprache auf Basis der Ergebnisse der Projektaufgabe</li> <li>• Teilnahme an einer gegenseitigen Beurteilung, die den wissenschaftlichen Peer-Review Prozess nachbildet</li> <li>• Präsentation der Ergebnisse der Projektaufgabe in englischer Sprache</li> </ul>		
<b>Qualifikationsziele/Kompetenzen:</b>		
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Die Studierenden sind in der Lage, selbstständig ein wissenschaftliches Thema auszuarbeiten.</li> <li>• Die Studierenden können komplexe wissenschaftliche Themen zielgruppenorientiert und unter Anwendung bereichsüblicher Formatierungen klar und strukturiert aufbereiten.</li> <li>• Die Studierenden können ihre Arbeit in Vorträgen für bestimmte Zuhörerschaften innerhalb von gegebenen Zeitbeschränkungen angemessen präsentieren.</li> <li>• Die Studierenden haben Erfahrung in wissenschaftlichen Diskussionen und können kompetente Fragen einbringen und die eigenen Ergebnisse einordnen.</li> <li>• Die Studierenden verstehen den Review-Prozess von wissenschaftlichen Arbeiten und können konstruktive Kritik im Review-Prozess einbringen.</li> </ul>		
<b>Vergabe von Leistungspunkten und Benotung durch:</b>		
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Portfolio-Prüfung</li> </ul>		
<b>Modulverantwortlicher:</b>		
<ul style="list-style-type: none"> <li>• <a href="#">Prof. Dr.-Ing. Thomas Eisenbarth</a></li> </ul>		
<b>Lehrende:</b>		
<ul style="list-style-type: none"> <li>• <a href="#">Institut für IT-Sicherheit</a></li> <li>• <a href="#">Prof. Dr.-Ing. Thomas Eisenbarth</a></li> </ul>		
<b>Literatur:</b>		
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Wird individuell gewählt:</li> </ul>		
<b>Sprache:</b>		
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Englisch</li> </ul>		
<b>Bemerkungen:</b>		
Zulassungsvoraussetzungen zur Belegung des Moduls: - Keine Zulassungsvoraussetzungen zur Teilnahme an Modul-Prüfung(en): - Siehe Portfolio  Modulprüfung(en): - CS4704: Advanced Methods in System Security Research, Portfolioprüfung, die konkreten Prüfungselemente und ihre Gewichtungen werden zu Semesteranfang bekannt gegeben, 100% der Modulnote		

**CS4705-KP06 - Kryptographische Technik (CryEng)**

<b>Dauer:</b>	<b>Angebotsturnus:</b>	<b>Leistungspunkte:</b>
1 Semester	Jedes Sommersemester	6
<b>Studiengang, Fachgebiet und Fachsemester:</b>		
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Master Entrepreneurship in digitalen Technologien 2020 (Vertiefungsmodul), fachspezifisch, Beliebige Fachsemester</li> <li>• Master Robotics and Autonomous Systems 2019 (Wahlpflicht), Zusätzlich anerkanntes Wahlpflichtmodul, Beliebige Fachsemester</li> <li>• Master Informatik 2019 (Wahlpflicht), Wahlpflicht, Beliebige Fachsemester</li> <li>• Master IT-Sicherheit 2019 (Wahlpflicht), IT-Sicherheit Security und Privacy, 1., 2. oder 3. Fachsemester</li> </ul>		
<b>Lehrveranstaltungen:</b>		<b>Arbeitsaufwand:</b>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• CS4705-V: Kryptographische Technik (Vorlesung, 2 SWS)</li> <li>• CS4705-Ü: Kryptographische Technik (Übung, 2 SWS)</li> </ul>		<ul style="list-style-type: none"> <li>• 100 Stunden Selbststudium</li> <li>• 60 Stunden Präsenzstudium</li> <li>• 20 Stunden Prüfungsvorbereitung</li> </ul>
<b>Lehrinhalte:</b>		
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Effiziente Implementierung der Finite-Feld-Arithmetik für kryptographische Anwendungen</li> <li>• Stream-Chiffren: Entwurf und Hardware-Implementierung</li> <li>• Block-Chiffren: Entwurf, Hardware-Implementierung und leichte Verschlüsselungsalgorithmen</li> <li>• Hash-Funktionen: Entwurf und Hardware-Implementierung; Entwurf und Hardware-Implementierung</li> <li>• Kryptographie mit öffentlichem Schlüssel über GF(2<sup>m</sup>): Entwurf und Implementierung</li> <li>• Wahre und Pseudozufallszahlengeneratoren (TRNG): Entwurf und Implementierung; Entwurf, Test und Hardware-Implementierung</li> <li>• Physikalisch unklonierbare Funktionen (PUFs): Design-Herausforderungen und Hardware-Architekturen</li> </ul>		
<b>Qualifikationsziele/Kompetenzen:</b>		
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Die Studierenden werden mit dem Konzept der kryptographischen Technik und den damit verbundenen Themen vertraut gemacht.</li> <li>• Sie können ihre Kenntnisse über eine Kryptographie und angewandte Kryptographie erweitern und vertiefen</li> <li>• Sie können sich mit den Konzepten der Hardware-Sicherheit besser vertraut machen.</li> <li>• Sie können eine effiziente Implementierung der Finite-Feld-Arithmetik in Hardware und deren Anwendungen in der Kryptographie erlernen.</li> <li>• Sie können die Techniken zur Hardware-Implementierung von kryptographischen Algorithmen erlernen.</li> <li>• Sie können ein tiefes Verständnis verschiedener Strukturen und Designs von Strom- und Blockchiffrierungen nachweisen.</li> <li>• Sie können sich in Richtung Hardware und physische Sicherheit wie TRNG, PUFs weiterbilden.</li> </ul>		
<b>Vergabe von Leistungspunkten und Benotung durch:</b>		
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Klausur</li> </ul>		
<b>Setzt voraus:</b>		
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Kryptologie (CS3420-KP04, CS3420)</li> </ul>		
<b>Modulverantwortlicher:</b>		
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Prof. Dr.-Ing. Mladen Berekovic</li> </ul>		
<b>Lehrende:</b>		
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Institut für Technische Informatik</li> <li>• Dr.-Ing. Saleh Mulhem</li> </ul>		
<b>Literatur:</b>		
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Ferguson, Niels, Bruce Schneier, and Tadayoshi Kohno: Cryptography Engineering: Design Principles and Practical Applications - 2012</li> <li>• Koç Ç.K.: Cryptographic Engineering - Springer, Boston, MA, (2009)</li> <li>• Wachsmann, Christian, and Ahmad-Reza Sadeghi: Physically unclonable functions (PUFs): Applications, models, and future directions - Morgan &amp; Claypool Publishers, 2014</li> <li>• Johnston, David: Random Number Generators Principles and Practices: A Guide for Engineers and Programmers - Walter de Gruyter GmbH &amp; Co KG, 2018</li> </ul>		
<b>Sprache:</b>		
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Wird nur auf Englisch angeboten</li> </ul>		

**Bemerkungen:**

Zulassungsvoraussetzungen zur Belegung des Moduls:

- Keine

Zulassungsvoraussetzungen zur Teilnahme an Modul-Prüfung(en):

- Erfolgreiche Bearbeitung von Übungsaufgaben gemäß Vorgabe am Semesteranfang

Modulprüfung(en):

- CS4705-L1: Kryptographische Technik, Klausur, 90min, 100% der Modulnote

Laut Beschluss des Prüfungsausschusses Informatik vom 20.4.2022 kann dieses Modul von Studierenden Master Informatik SGO ab 2019 im Bereich 5. Wahlpflichtfach gewählt werden.

Laut Beschluss des Prüfungsausschusses Entrepreneurship in digitalen Technologien vom 27.03.2023 kann dieses Modul von Studierenden Master EdT SGO ab 2020 im Bereich fachspezifische Wahlmodule gewählt werden.

**CS5075-KP06 - Trustworthy AI (TrustAI)**

<b>Dauer:</b>	<b>Angebotsturnus:</b>	<b>Leistungspunkte:</b>
1 Semester	Jedes Sommersemester	6
<b>Studiengang, Fachgebiet und Fachsemester:</b>		
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Master Informatik 2019 (Wahlpflicht), Wahlpflicht, Beliebige Fachsemester</li> <li>• Master Medizinische Informatik 2019 (Wahlpflicht), eHealth / Informatik, 1. oder 2. Fachsemester</li> <li>• Master IT-Sicherheit 2019 (Wahlpflicht), IT-Sicherheit Security und Privacy, 1., 2. oder 3. Fachsemester</li> </ul>		
<b>Lehrveranstaltungen:</b>		<b>Arbeitsaufwand:</b>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• CS5075-V: Trustworthy AI (Vorlesung, 3 SWS)</li> <li>• CS5075-Ü: Trustworthy AI (Übung, 1 SWS)</li> </ul>		<ul style="list-style-type: none"> <li>• 100 Stunden Selbststudium</li> <li>• 60 Stunden Präsenzstudium</li> <li>• 20 Stunden Prüfungsvorbereitung</li> </ul>
<b>Lehrinhalte:</b>		
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Leitgedanke von Trustworthy AI: rechtskonforme, ethische und robuste KI (lawful, ethical, robust)</li> <li>• Grundbegriffe des Trustworthy Computing: Security, Privacy, Dependability, Safety, Transparency, Explainability, Traceability, Accountability</li> <li>• De-anonymisierungsmethoden mit Hilfe von maschinell gelernten Modellen</li> <li>• Mathematische Begriffe zum Schutz der Privatsphäre in maschinellen Lernverfahren</li> <li>• Härtung von maschinellen Lernverfahren zum Schutz persönlicher Daten (Privacy-Preserving Machine Learning)</li> <li>• Analyse maschinell gelernter Modellen (Robustness Check, Explainability)</li> <li>• Verifikation maschinell gelernter Modellen (Statistical Testing, Model Checking)</li> <li>• Black-Box Methoden zur Rekonstruktion maschinell gelernter Modelle (zur Analyse und Verifikation)</li> <li>• Manipulationsverfahren gegen maschinell gelernte Modelle (Adversarial Examples, Backdoors)</li> <li>• Härtung von maschinellen Lernmethoden gegenüber Manipulationsverfahren</li> <li>• Sichere und privatsphärenschützende verteilte Lernmethoden (Privacy-Preserving Federated Learning)</li> </ul>		
<b>Qualifikationsziele/Kompetenzen:</b>		
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Alle in dem Modul vermittelten Lehrinhalte können durch die Studierenden benannt, definiert und anhand von Anwendungen in ihrer Funktionsweise erläutert werden.</li> <li>• Die jeweiligen formalen Grundlagen der Lehrinhalte können präzise erklärt werden.</li> <li>• Vor- und Nachteile von verschiedenen Ansätzen können durch die Studierenden benannt werden.</li> <li>• Verständnis von Schwachstellen von maschinellen Lernmethoden bezüglich der Extraktion persönlicher Daten und bezüglich Manipulationen</li> <li>• Verständnis von Härtungsmethoden gegenüber De-anonymisierungsverfahren und Manipulationsmethoden</li> <li>• Studierende können komplexe Sicherheitsanforderungen analysieren</li> </ul>		
<b>Vergabe von Leistungspunkten und Benotung durch:</b>		
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Mündliche Prüfung oder Klausur</li> </ul>		
<b>Modulverantwortlicher:</b>		
<ul style="list-style-type: none"> <li>• <a href="#">Prof. Dr. rer. nat. Esfandiar Mohammadi</a></li> </ul>		
<b>Lehrende:</b>		
<ul style="list-style-type: none"> <li>• <a href="#">Institut für Softwaretechnik und Programmiersprachen</a></li> <li>• <a href="#">Institut für IT-Sicherheit</a></li> <li>• <a href="#">Prof. Dr.-Ing. Thomas Eisenbarth</a></li> <li>• <a href="#">Prof. Dr. Martin Leucker</a></li> <li>• <a href="#">Prof. Dr. rer. nat. Esfandiar Mohammadi</a></li> </ul>		
<b>Literatur:</b>		
<ul style="list-style-type: none"> <li>• C. Dwork, A. Roth: The Algorithmic Foundations of Differential Privacy - Now Publishers Inc, 2014</li> </ul>		
<b>Sprache:</b>		
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Wird nur auf Englisch angeboten</li> </ul>		



**Bemerkungen:**

Zulassungsvoraussetzungen zur Belegung des Moduls:

- Keine

Zulassungsvoraussetzungen zur Teilnahme an Modul-Prüfung(en):

- Erfolgreiche Bearbeitung von Übungs- und Projektaufgaben gemäß Vorgabe am Semesteranfang

Modulprüfung(en):

- CS5075-L1: Trustworthy AI, mündliche Prüfung oder Klausur, 100% der Modulnote

Laut Beschluss des Prüfungsausschusses Informatik vom 19.1.2022 kann dieses Modul für Master SGO ab WS 2019 im Bereich 5. Wahlpflicht gewählt werden.

**CS4138-KP06, CS4138SJ14 - Model Checking (ModelChe14)**

<b>Dauer:</b>	<b>Angebotsturnus:</b>	<b>Leistungspunkte:</b>
1 Semester	Jedes Wintersemester	6
<b>Studiengang, Fachgebiet und Fachsemester:</b>		
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Master Medizinische Ingenieurwissenschaft 2020 (Wahlpflicht), Informatik/Elektrotechnik, Beliebige Fachsemester</li> <li>• Master IT-Sicherheit 2019 (Wahlpflicht), IT-Sicherheit Safety und Reliability, 1., 2. oder 3. Fachsemester</li> <li>• Master Medizinische Ingenieurwissenschaft 2014 (Wahlpflicht), Informatik/Elektrotechnik, Beliebige Fachsemester</li> <li>• Master Medizinische Informatik 2014 (Wahlpflicht), Informatik, 1. oder 2. Fachsemester</li> <li>• Master Informatik 2014 (Wahlpflicht), Anwendungsfach IT-Sicherheit und Zuverlässigkeit, 1. oder 2. Fachsemester</li> </ul>		
<b>Lehrveranstaltungen:</b>		<b>Arbeitsaufwand:</b>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• CS4138-V: Model Checking (Vorlesung, 3 SWS)</li> <li>• CS4138-Ü: Model Checking (Übung, 1 SWS)</li> </ul>		<ul style="list-style-type: none"> <li>• 100 Stunden Selbststudium und Aufgabenbearbeitung</li> <li>• 60 Stunden Präsenzstudium</li> <li>• 20 Stunden Prüfungsvorbereitung</li> </ul>
<b>Lehrinhalte:</b>		
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Qualitätsaspekte von Softwaresystemen</li> <li>• Analyse- und Verifikationstechniken für Softwaresysteme</li> <li>• Grundlegende Model Checking Techniken</li> <li>• Fortgeschrittene Techniken zum Model Checking</li> </ul>		
<b>Qualifikationsziele/Kompetenzen:</b>		
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Die Studierenden können Analyse- und Verifikationstechniken beschreiben und vergleichen.</li> <li>• Sie können Spezifikationen von Korrektheits- und Sicherheitseigenschaften erstellen, analysieren und bewerten.</li> <li>• Sie können verschiedene Systemmodelle charakterisieren und Systeme in geeigneten Modellen formal darstellen.</li> <li>• Sie können verschiedene Techniken zum Model Checking von Hard- und Softwaresystemen erläutern sowie geeignete Techniken auswählen und einsetzen.</li> <li>• Sie können den Aufbau von Model Checkern erklären und Model Checker anwenden.</li> <li>• Sie können die Möglichkeiten und Grenzen von Model Checking kritisch beurteilen.</li> </ul>		
<b>Vergabe von Leistungspunkten und Benotung durch:</b>		
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Klausur oder mündliche Prüfung nach Maßgabe des Dozenten</li> </ul>		
<b>Modulverantwortlicher:</b>		
<ul style="list-style-type: none"> <li>• <a href="#">Prof. Dr. Martin Leucker</a></li> </ul>		
<b>Lehrende:</b>		
<ul style="list-style-type: none"> <li>• <a href="#">Institut für Softwaretechnik und Programmiersprachen</a></li> <li>• <a href="#">Prof. Dr. Martin Leucker</a></li> </ul>		
<b>Literatur:</b>		
<ul style="list-style-type: none"> <li>• C. Baier, J.-P. Katoen: Principles of Model Checking - MIT Press, 2008</li> </ul>		
<b>Sprache:</b>		
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Englisch, außer bei nur deutschsprachigen Teilnehmern</li> </ul>		
<b>Bemerkungen:</b>		
Zulassungsvoraussetzungen zur Belegung des Moduls: - Keine		
Zulassungsvoraussetzungen zur Teilnahme an Modul-Prüfung(en): - Erfolgreiche Bearbeitung von Übungsaufgaben gemäß Vorgabe am Semesteranfang		
Modulprüfung(en): - CS4138-L1: Model Checking, mündliche Prüfung, 100% der Modulnote		

**CS4139-KP06, CS4139 - Runtime Verification und Testen (RVTesten)**

<b>Dauer:</b>	<b>Angebotsturnus:</b>	<b>Leistungspunkte:</b>
1 Semester	Jedes Sommersemester	6
<b>Studiengang, Fachgebiet und Fachsemester:</b>		
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Master Medizinische Ingenieurwissenschaft 2020 (Wahlpflicht), Informatik/Elektrotechnik, Beliebige Fachsemester</li> <li>• Master Medieninformatik 2020 (Wahlpflicht), Informatik, Beliebige Fachsemester</li> <li>• Master IT-Sicherheit 2019 (Wahlpflicht), IT-Sicherheit Safety und Reliability, 1., 2. oder 3. Fachsemester</li> <li>• Master Medizinische Ingenieurwissenschaft 2014 (Wahlpflicht), Informatik/Elektrotechnik, Beliebige Fachsemester</li> <li>• Master Medizinische Informatik 2014 (Wahlpflicht), Informatik, 1. oder 2. Fachsemester</li> <li>• Master Medieninformatik 2014 (Wahlpflicht), Informatik, Beliebige Fachsemester</li> <li>• Master Informatik 2014 (Wahlpflicht), Anwendungsfach IT-Sicherheit und Zuverlässigkeit, 1. oder 2. Fachsemester</li> </ul>		
<b>Lehrveranstaltungen:</b>		<b>Arbeitsaufwand:</b>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• CS4139-V: Runtime Verifikation und Testen (Vorlesung, 3 SWS)</li> <li>• CS4139-Ü: Runtime Verifikation und Testen (Übung, 1 SWS)</li> </ul>		<ul style="list-style-type: none"> <li>• 100 Stunden Selbststudium und Aufgabenbearbeitung</li> <li>• 60 Stunden Präsenzstudium</li> <li>• 20 Stunden Prüfungsvorbereitung</li> </ul>
<b>Lehrinhalte:</b>		
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Qualitätsaspekte von Softwaresystemen</li> <li>• Analyse- und Verifikationstechniken für Softwaresysteme</li> <li>• Teststufen</li> <li>• Testprozess</li> <li>• Testarten</li> <li>• Testfallgenerierung</li> <li>• Spezifikation von Korrektheitseigenschaften</li> <li>• Synthese von Monitoren zur Überwachung von Softwaresystemen</li> <li>• Diagnose von Fehlern in Softwaresystemen</li> <li>• Realisierung von Überwachungsframeworks</li> </ul>		
<b>Qualifikationsziele/Kompetenzen:</b>		
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Die Studierenden können Analyse- und Verifikationstechniken beschreiben und vergleichen.</li> <li>• Sie können Spezifikationen von Korrektheits- und Sicherheitseigenschaften erstellen, analysieren und bewerten.</li> <li>• Sie können verschiedene Techniken zum Testen von Hard- und Softwaresystemen erläutern sowie geeignete Techniken auswählen und einsetzen.</li> <li>• Sie können die Funktionsweise von Testfallgenerierungswerkzeugen erklären und ihnen Einsatzgebiete zuordnen.</li> <li>• Sie können Techniken zur Synthese von Monitoren beschreiben und anwenden.</li> <li>• Sie können durch die vermittelten Techniken Software von höherer Qualität entwickeln.</li> </ul>		
<b>Vergabe von Leistungspunkten und Benotung durch:</b>		
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Klausur oder mündliche Prüfung nach Maßgabe des Dozenten</li> </ul>		
<b>Modulverantwortlicher:</b>		
<ul style="list-style-type: none"> <li>• <a href="#">Prof. Dr. Martin Leucker</a></li> </ul>		
<b>Lehrende:</b>		
<ul style="list-style-type: none"> <li>• <a href="#">Institut für Softwaretechnik und Programmiersprachen</a></li> <li>• <a href="#">Prof. Dr. Martin Leucker</a></li> </ul>		
<b>Literatur:</b>		
<ul style="list-style-type: none"> <li>• G.J. Myers: The Art of Software Testing - John Wiley, 1979</li> <li>• B. Beizer: Software Testing Techniques - Van Nostrand Reinhold, 1999</li> <li>• M. Broy, B. Jonsson, J.-P. Katoen, M. Leucker, A. Pretschner: Model-Based Testing of Reactive Systems - Springer, 2005</li> <li>• A. Bauer, M. Leucker, C. Schallhart: Runtime Verification for LTL and TLTL - ACM TOSEM, 2011</li> <li>• C. Baier, J.-P. Katoen: Principles of Model Checking - MIT Press, 2008</li> <li>• D. Peled: Software Reliability Methods - Springer, 2001</li> </ul>		



**Sprache:**

- Englisch, außer bei nur deutschsprachigen Teilnehmern

**Bemerkungen:**

Zulassungsvoraussetzungen zur Belegung des Moduls:

- Keine

Zulassungsvoraussetzungen zur Teilnahme an Modul-Prüfung(en):

- Erfolgreiche Bearbeitung von Übungsaufgaben gemäß Vorgabe am Semesteranfang

Modulprüfung(en):

- CS4139-L1: Runtime Verification und Testen, mündliche Prüfung, 100% der Modulnote

**CS4452-KP06 - Technische Zuverlässigkeit (TechZuv)**

<b>Dauer:</b>	<b>Angebotsturnus:</b>	<b>Leistungspunkte:</b>
1 Semester	In der Regel jährlich, vorzugsweise im WiSe	6
<b>Studiengang, Fachgebiet und Fachsemester:</b>		
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Master Robotics and Autonomous Systems 2019 (Wahlpflicht), Zusätzlich anerkanntes Wahlpflichtmodul, Beliebige Fachsemester</li> <li>• Master Informatik 2019 (Wahlpflicht), Wahlpflicht, Beliebige Fachsemester</li> <li>• Master IT-Sicherheit 2019 (Wahlpflicht), IT-Sicherheit Safety und Reliability, 1., 2. oder 3. Fachsemester</li> </ul>		
<b>Lehrveranstaltungen:</b>		<b>Arbeitsaufwand:</b>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• CS4452-V: Technische Zuverlässigkeit (Vorlesung, 2 SWS)</li> <li>• CS4452-Ü: Technische Zuverlässigkeit (Übung, 2 SWS)</li> </ul>		<ul style="list-style-type: none"> <li>• 100 Stunden Selbststudium</li> <li>• 60 Stunden Präsenzstudium</li> <li>• 20 Stunden Prüfungsvorbereitung</li> </ul>
<b>Lehrinhalte:</b>		
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Grundkonzepte</li> <li>• Zuverlässigkeitsanalyse</li> <li>• Qualifikationstests</li> <li>• Wartbarkeitsanalyse</li> <li>• Entwurfsrichtlinien für Zuverlässigkeit, Wartbarkeit und Software-Qualität</li> </ul>		
<b>Qualifikationsziele/Kompetenzen:</b>		
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Die Studierenden können die Grundkonzepte der Technischen Zuverlässigkeit diskutieren</li> <li>• Sie können die Zuverlässigkeit von technischen Systemen mit mathematischen Modellen analysieren</li> <li>• Sie können Qualitätstests auswählen und anwenden</li> <li>• Sie können eine Wartbarkeitsanalyse durchführen</li> <li>• Sie können Entwurfsrichtlinien beim Entwurf zuverlässiger und wartbarer Systeme befolgen.</li> </ul>		
<b>Vergabe von Leistungspunkten und Benotung durch:</b>		
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Mündliche Prüfung oder Klausur</li> </ul>		
<b>Modulverantwortlicher:</b>		
<ul style="list-style-type: none"> <li>• <a href="#">Prof. Dr.-Ing. Mladen Berekovic</a></li> </ul>		
<b>Lehrende:</b>		
<ul style="list-style-type: none"> <li>• <a href="#">Institut für Technische Informatik</a></li> <li>• <a href="#">Dr.-Ing. Saleh Mulhem</a></li> </ul>		
<b>Literatur:</b>		
<ul style="list-style-type: none"> <li>• A. Birolini: Reliability Engineering: Theory and Practice - Springer 2013</li> <li>• M. Rausand: Reliability of Safety-Critical Systems - Wiley 2014</li> </ul>		
<b>Sprache:</b>		
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Englisch, außer bei nur deutschsprachigen Teilnehmern</li> </ul>		
<b>Bemerkungen:</b>		
Zulassungsvoraussetzungen zur Belegung des Moduls: - Keine		
Zulassungsvoraussetzungen zur Teilnahme an Modul-Prüfung(en): - Erfolgreiche Bearbeitung von Übungsaufgaben gemäß Vorgabe am Semesteranfang		
Modulprüfung(en): - CS4452-L1: Technische Zuverlässigkeit, Klausur, 90min, 100% der Modulnote		
Laut Beschluss des Prüfungsausschusses Informatik vom 15.1.2020 kann dieses Modul von Studierenden Master Informatik SGO ab 2019 im Bereich 5. Wahlpflichtfach gewählt werden.		



**CS5220-KP06 - Statische Analyse (StatAna)**

<b>Dauer:</b>	<b>Angebotsturnus:</b>	<b>Leistungspunkte:</b>
1 Semester	In der Regel jährlich, vorzugsweise im WiSe	6
<b>Studiengang, Fachgebiet und Fachsemester:</b>		
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Master IT-Sicherheit 2019 (Wahlpflicht), IT-Sicherheit Safety und Reliability, 1., 2. oder 3. Fachsemester</li> </ul>		
<b>Lehrveranstaltungen:</b>		<b>Arbeitsaufwand:</b>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• CS5220-V: Statische Analyse (Vorlesung, 3 SWS)</li> <li>• CS5220-Ü: Statische Analyse (Übung, 1 SWS)</li> </ul>		<ul style="list-style-type: none"> <li>• 100 Stunden Selbststudium</li> <li>• 60 Stunden Präsenzstudium</li> <li>• 20 Stunden Prüfungsvorbereitung</li> </ul>
<b>Lehrinhalte:</b>		
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Begriffe, Potenzial und Abgrenzungen</li> <li>• Programmanalysen</li> <li>• Datenflussanalyse</li> <li>• Abstrakte Interpretation</li> <li>• Symbolic execution</li> <li>• SMT/SAT Solvers</li> <li>• Hoare-Logik, wp-Kalkül</li> <li>• Softwaremetriken</li> <li>• Bytecode-Analyse</li> <li>• Manuelle Prüfverfahren</li> </ul>		
<b>Qualifikationsziele/Kompetenzen:</b>		
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Die Studierenden können die Potenziale von statischer Analyse veranschaulichen.</li> <li>• Sie können die Techniken zur automatischen statischen Quellcode-Analyse erklären und klassifizieren.</li> <li>• Sie können geeignete Analyseverfahren auswählen, einsetzen und miteinander kombinieren.</li> <li>• Sie können verschiedene statische Methoden zur Verbesserung der Softwarequalität zueinander in Beziehung setzen, vergleichen und bewerten.</li> <li>• Sie können Ansätze zur Bytecode-Analyse darstellen.</li> <li>• Sie können typische Werkzeuge zur statischen Analyse auswählen und einsetzen.</li> <li>• Sie können manuelle Prüfverfahren organisieren und durchführen.</li> </ul>		
<b>Vergabe von Leistungspunkten und Benotung durch:</b>		
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Klausur, mündliche Prüfung und/oder Präsentation nach Maßgabe des Dozierenden</li> </ul>		
<b>Modulverantwortlicher:</b>		
<ul style="list-style-type: none"> <li>• <a href="#">Prof. Dr. Martin Leucker</a></li> </ul>		
<b>Lehrende:</b>		
<ul style="list-style-type: none"> <li>• <a href="#">Institut für Softwaretechnik und Programmiersprachen</a></li> <li>• <a href="#">Prof. Dr. Martin Leucker</a></li> </ul>		
<b>Literatur:</b>		
<ul style="list-style-type: none"> <li>• F. Nielson, H.R. Nielson, C. Hankin: Principles of Program Analysis - Springer, 2010</li> <li>• H. Seidl, R. Wilhelm, S. Hack: Übersetzerbau Band 3: Analyse und Transformation - Springer 2010</li> </ul>		
<b>Sprache:</b>		
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Englisch, außer bei nur deutschsprachigen Teilnehmern</li> </ul>		
<b>Bemerkungen:</b>		



Zulassungsvoraussetzungen zur Belegung des Moduls:

- Keine

Zulassungsvoraussetzungen zur Teilnahme an Modul-Prüfung(en):

- Erfolgreiche Bearbeitung von Übungsaufgaben gemäß Vorgabe am Semesteranfang

Modulprüfung(en):

- CS5220-L1: Statische Analyse, mündliche Prüfung, 100% der Modulnote