

# Modulhandbuch

---

## Master Informatik

---

**Studienordnungsversion: 2021**

**gültig für das Wintersemester 2023/24**

Erstellt am: 16. November 2023  
aus der POS Datenbank der TU Ilmenau  
Herausgeber: Der Präsident der Technischen Universität Ilmenau  
URN: urn:nbn:de:gbv:ilm1-mhb-31612

# Inhaltsverzeichnis

Name des Moduls/Fachs	1.FS	2.FS	3.FS	4.FS	5.FS	6.FS	7.FS	8.FS	9.FS	10.F	Ab- schluss	LP
	V	S	P	V	S	P	V	S	P	V	S	P
<b>Pflichtbereich</b>											FP	25
Effiziente Algorithmen	2	2	0								PL 25min	5
Hauptseminar			150 h								SL	5
Komplexe Informationstechnische Systeme		2	1	1							PL	5
Netzalgorithmen	2	1	0								PL 20min	5
Transaktionale Informationssysteme	2	1	0								PL	5
<b>Wahlbereich Informatik</b>											FP	40
Automatische Strukturen	3	0	0								PL 20min	5
Game Development	2	1	1								PL	5
Knowledge Engineering	4	0	0								PL 90min	5
Medical Visualization	2	2	0								PL	5
Softcomputing	3	1	0								PL	5
Softwarearchitekturen	2	2	0								PL	5
Software Safety	2	2	0								PL	5
Verifikation	3	0	0								PL 20min	5
Advanced Mobile Communication Networks		2	2	0							PL 90min	5
Advanced Networking Technologies		3	0	0							PL 20min	5
Algorithmen und Komplexität 1		2	1	0							PL 20min	5
Algorithmen und Komplexität 1+2		4	2	0							PL 30min	10
Angewandte Neuroinformatik		2	2	0							PL	5
Data Science: Methoden und Techniken		2	2	0							PL 90min	5
Distributed Data Management		2	1	0							PL 90min	5
Distributed Systems		3	1	0							PL 30min	5
Grundlagen der 3D-Bildverarbeitung		2	1	1							PL	5
IT-Sicherheitsmanagement		2	1	0							PL 60min	5
Leistungsbewertung technischer Systeme		2	2	0							PL 25min	5
Lernen in kognitiven Systemen		2	1	1							PL	5
Logik in der Informatik		3	0	0							PL 20min	5
Parallel Computing		2	2	0							PL	5
Schutz von Kommunikationsinfrastrukturen		3	0	0							PL 20min	5
Security Engineering		2	2	0							PL 20min	5
Security in Embedded Systems	2	2	0								PL 90min	5
Virtual and Augmented Reality (VR/AR)		2	1	1							PL	5
Advanced Computer Architectures			3	0	0						PL 30min	5
Advanced Distributed Systems			3	1	0						PL 30min	5
Beweiskomplexität			3	1	0						PL 30min	5
Cellular Communication Systems			2	2	0						PL	5
Constraint Satisfaction											PL 30min	5
Deep Learning			2	2	0						PL	5
Forschungsprojekt			150 h	o. 150 h							PL	5
Mensch-Maschine-Interaktion			2	1	1						PL	5
Modellgetriebene Softwareentwicklung			2	1	2						PL	5
Robotvision			2	1	1						PL	5
Spezielle Aspekte Integrierter Hard- und Softwaresysteme			2	2	0						PL 20min	5
Systemtechnik und Systemtheorie der Bildverarbeitung			2	1	2						PL	5

<b>Wahlbereich Fortgeschrittene Mathematik</b>				FP	10
Algebra	3	1	0	PL 30min	5
Codierungstheorie	2	1	0	PL 30min	5
Graphen & Algorithmen	2	1	0	PL 30min	5
Graphentheorie 1	2	1	0	PL 30min	5
Graphentheorie 2	2	1	0	PL 30min	5
Kombinatorik 1	2	1	0	PL 30min	5
Kombinatorik 2	2	1	0	PL 30min	5
Kombinatorische Optimierung 1	2	1	0	PL 30min	5
Kombinatorische Optimierung 2	2	1	0	PL 30min	5
Large Networks & Random Graphs	2	1	0	PL 30min	5
Mathematik der Data Science	2	1	0	PL 30min	5
Zeitreihenanalyse	2	1	0	PL 30min	5
Algebraische Kombinatorik	4	2	0	PL 30min	10
Angewandte Optimierung	2	2	0	PL 30min	5
Geometrie	3	1	0	PL 30min	5
Multivariate Statistik	4	2	0	PL 30min	10
Numerik	3	1	0	PL 30min	5
Numerik 1	5	3	0	PL 30min	10
Ordnungs- und Verbandstheorie	2	1	0	PL 30min	5
Spieltheorie	2	1	0	PL 30min	5
<b>Nichttechnisches Nebenfach</b>				MO	5
				SL	0
<b>Fachpraktikum</b>				FP	30
Fachpraktikum (20 Wochen)	20 Wochen			SL	30
<b>Nebenfach/ Anwendungsfach</b>				MO	10
				SL	0
<b>Abschlussarbeit</b>				FP	30
Masterarbeit mit Kolloquium	900 h			PL	30

## Modul: Effiziente Algorithmen

Modulabschluss: Prüfungsleistung mündlich 25 min Art der Notengebung: Gestufte Noten  
 Sprache: Deutsch Pflichtkenn.: Pflichtmodul Turnus: Wintersemester

Modulnummer: 200065

Prüfungsnummer: 2200714

Modulverantwortlich: Prof. Dr. Christoph Berkholtz

Leistungspunkte: 5	Workload (h): 150	Anteil Selbststudium (h): 105	SWS: 4.0																								
Fakultät für Informatik und Automatisierung			Fachgebiet: 2242																								
SWS nach	1.FS	2.FS	3.FS	4.FS	5.FS	6.FS	7.FS	8.FS	9.FS	10.FS																	
Fach-	V	S	P	V	S	P	V	S	P	V	S	P	V	S	P	V	S	P	V	S	P	V	S	P	V	S	P
semester	2	2	0																								

### Lernergebnisse / Kompetenzen

**Fach- und Methodenkompetenz:** Die Studierenden kennen einige wesentliche fortgeschrittene Algorithmen und die hierfür notwendigen Entwurfs- und Analysetechniken. Sie können mit den erlernten Techniken Algorithmen für abgewandelte Fragestellungen entwerfen und analysieren. Sie können Algorithmen auch auf nicht offensichtliche Anwendungsfragestellungen übertragen. Sie können eine amortisierte Laufzeitanalyse durchführen, wenn die wesentlichen Festlegungen angegeben sind. Die Studierenden kennen die vielfältige Anwendbarkeit von Flussalgorithmen. Sie kennen nichttriviale grundlegende Techniken für die Verarbeitung von Wörtern (Textsuche) und die relevanten Beweistechniken.

In der Vorlesung konnten die notwendigen Kenntnisse und Methoden erworben werden; durch die Übungen sind die Studierenden darin geübt, die Methoden in neuen Aufgabenstellungen selbst anzuwenden und dabei eigene, selbständige, gut begründete Überlegungen anzustellen, im Rahmen der erlernten Methoden und des Standes der Technik.

**Sozialkompetenz:** Die Studierenden haben in den Übungen die Gelegenheit genutzt, eigene Lösungen zu präsentieren und damit der Diskussion in der Gruppe auszusetzen. Wertschätzende Diskussion durch die Gruppe wurde angeleitet, beim Vortrag konnten die Studierenden wertvolle Erfahrung in der Rolle der Präsentierenden machen.

### Vorkenntnisse

Bachelorstudium Informatik, insbesondere:  
 Algorithmen und Programmierung  
 Algorithmen und Datenstrukturen 1 und 2  
 Mathematik 1 und 2  
 Grundlagen und Diskrete Strukturen

### Inhalt

Flussprobleme und -algorithmen: Ford-Fulkerson-Methode, Algorithmus von Edmonds/Karp, Sperrflussmethode (Algorithmus von Diniz).

Matchingprobleme und ihre Algorithmen: Kardinalitätsmatching, Lösung über Flussalgorithmen, Algorithmus von Hopcroft/Karp; gewichtetes Matching: Auktionsalgorithmus, Ungarische Methode; Stabile Paarungen: Satz von Kuhn/Munkres, Algorithmus von Gale/Shapley.

Amortisierte Analyse von Datenstrukturen: Ad-Hoc-Analyse, Bankkontomethode, Potentialmethode.

Implementierung von adressierbaren Priority Queues: Binomialheaps und Fibonacci-Heaps.

Textsuche: Randomisiertes Verfahren; Algorithmus von Knuth/Morris/Pratt, Algorithmus von Aho/Corasick, Algorithmus von Boyer/Moore, Vorverarbeitung für Boyer-Moore-Algorithmus.

Medienformen und technische Anforderungen bei Lehr- und Abschlussleistungen in elektronischer Form

zum Moodle-Kurs

Bereitgestellt: Skript auf der Webseite

Tafelvortrag, Presenter-Projektion, Folien

### Literatur

Neben Vorlesungsskript:

- J. Kleinberg, E. Tardos, Algorithm Design, Pearson Education, 2005

- T. H. Cormen, C. E. Leiserson, R. L. Rivest, C. Stein, Introduction to Algorithms, 2nd ed., MIT Press, 2001 (auch auf deutsch bei Oldenbourg)
- M. Dietzfelbinger, K. Mehlhorn, P. Sanders, Algorithmen und Datenstrukturen - Die Grundwerkzeuge, Springer, 2014
- S. Dasgupta, C. Papadimitriou, U. Vazirani, Algorithms, McGraw-Hill, 2007
- V. Heun, Grundlegende Algorithmen, 2. Auflage, Vieweg, 2003

Detailangaben zum Abschluss

Link zum Moodle-Kurs

verwendet in folgenden Studiengängen:

Master Informatik 2021

Master Mathematik und Wirtschaftsmathematik 2022

Master Wirtschaftsinformatik 2021



## Modul: Komplexe Informationstechnische Systeme

Modulabschluss: mehrere Teilleistungen

Art der Notengebung: Generierte Noten

Sprache: Deutsch

Pflichtkenn.: Pflichtmodul

Turnus: Sommersemester

Modulnummer: 200013

Prüfungsnummer: 220429

Modulverantwortlich: Prof. Dr. Armin Zimmermann

Leistungspunkte: 5	Workload (h): 150	Anteil Selbststudium (h): 105	SWS: 4.0							
Fakultät für Informatik und Automatisierung			Fachgebiet: 2236							
SWS nach	1.FS	2.FS	3.FS	4.FS	5.FS	6.FS	7.FS	8.FS	9.FS	10.FS
Fach-	V S P	V S P	V S P	V S P	V S P	V S P	V S P	V S P	V S P	V S P
semester		2 1 1								

### Lernergebnisse / Kompetenzen

Die Studierenden verstehen detailliert Aufbau und Funktionsweise von komplexen informationstechnischen Systemen. Die Studenten verstehen die in eingebetteten Systemen zu beachtenden Echtzeit-, Kommunikations- und softwaretechnischen Aspekte. Die Studierenden sind fähig, Sicherheit, Zuverlässigkeit und Leistungsverbrauch beim Entwurf zu berücksichtigen. Die Studenten haben Kenntnisse in der Entwurfsdomäne Automotive. Methodenkompetenz: Die Studierenden sind in der Lage, Methoden des Systementwurfs, des modellbasierten Entwurfs und des Hardware-Software-Codesigns auf konkrete Problemstellungen anzuwenden. Die Studierenden sind in der Lage, verschiedene Methoden für unterschiedliche Anwendungsgebiete zu bewerten. Systemkompetenz: Die Studierenden entwerfen und validieren auszugsweise komplexe eingebettete Rechnersysteme für konkrete Einsatzszenarien. Sozialkompetenz: Die Studierenden sind in der Lage, praktische Problemstellungen des Entwurfs in der Gruppe zu lösen.

Die Studierenden wenden im Labor-Praktikum Kenntnisse über eingebettete Echtzeitsysteme an. Sie machen praktische Erfahrungen in der Analyse, dem Entwurf, der Programmierung und dem Testen solcher kombinierter Systeme aus Soft- und Hardware. Die theoretischen Kenntnisse werden so real erfahrbar und an einer praktischen Aufgabenstellung geübt.

Die Studierenden erarbeiten im Praktikum in kleinen Teams eigenverantwortlich eine Lösung für ein praktisches Problem. Dabei berücksichtigen sie verschiedene Vorschläge und Einflussfaktoren, diskutieren Lösungsideen und setzen sie gemeinsam um. In der Bewertung der Aufgabe nehmen sie Anmerkungen und konstruktive Kritik auf.

### Vorkenntnisse

Bachelor Informatik / Ingenieurinformatik oder gleichwertiger Abschluss

### Inhalt

1. Einführung, Systementwurf, Modellbasierter Entwurf
2. Echtzeitsysteme, Zuverlässige Systeme, Zuverlässigkeitsbewertung
3. Softwaretechnische Aspekte, Produktlinien
4. Hardware-Software-Codesign, Rechnerarchitektur-aspekte
5. Kommunikation
6. Energieeffizienz

### Medienformen und technische Anforderungen bei Lehr- und Abschlussleistungen in elektronischer Form

Tafelanschrieb in der Vorlesung

Aufzeichnung der Vorlesung 2020 als Video

Verweise zu ergänzenden Online-Inhalten (e-Bücher, Vorlesungen anderer Universitäten)

### Literatur

Blanchard, Fabrycky: Systems Engineering and Analysis

Geffroy, Motet: Design of dependable computing systems

Wörn, Brinkschulte: Echtzeitsysteme

Zöbel: Echtzeitsysteme

Wolf: Computers as Components

Liu: Real-Time Systems

Burns and Wellings: Real-Time Systems and Programming Languages

Cooling: Software Engineering for Real-Time Systems Hinweise in der Lehrveranstaltung und auf den Webseiten.

#### Detailangaben zum Abschluss

**Das Modul Komplexe Informationstechnische Systeme mit der Prüfungsnummer 220429 schließt mit folgenden Leistungen ab:**

- schriftliche Prüfungsleistung über 90 Minuten mit einer Wichtung von 100% (Prüfungsnummer: 2200645)
- Studienleistung mit einer Wichtung von 0% (Prüfungsnummer: 2200646)

Details zum Abschluss Teilleistung 1:  
schriftliche Klausur

Details zum Abschluss Teilleistung 2:  
Praktikumsaufgaben in Gruppen (z.B. Kugelfallversuch), bei guter Lösung können Zusatzpunkte für die Klausur vergeben werden

#### Link zum Moodle-Kurs

<https://moodle2.tu-ilmenau.de/course/view.php?id=2466>

#### verwendet in folgenden Studiengängen:

Master Informatik 2021  
Master Ingenieurinformatik 2021  
Master Mechatronik 2022  
Master Wirtschaftsinformatik 2021



## Modul: Netzalgorithmen

Modulabschluss: Prüfungsleistung mündlich 20 min Art der Notengebung: Gestufte Noten  
 Sprache: Deutsch Pflichtkenn.: Pflichtmodul Turnus: Wintersemester

Modulnummer: 200029 Prüfungsnummer: 2200671

Modulverantwortlich: Prof. Dr. Günter Schäfer

Leistungspunkte: 5 Workload (h): 150 Anteil Selbststudium (h): 116 SWS: 3.0  
 Fakultät für Informatik und Automatisierung Fachgebiet: 2253

SWS nach Fach- semester	1.FS			2.FS			3.FS			4.FS			5.FS			6.FS			7.FS			8.FS			9.FS			10.FS								
	V	S	P	V	S	P	V	S	P	V	S	P	V	S	P	V	S	P	V	S	P	V	S	P	V	S	P	V	S	P	V	S	P			
	2	1	0																																	

### Lernergebnisse / Kompetenzen

- **Fachkompetenz:** Die Studierenden verstehen die gebräuchlichen Routingverfahren kennen die Notwendigkeit für eine bedarfsgerechte Aufteilung des Verkehrsaufkommens in Netzwerken. Sie können die verschiedenen Zielsetzungen beim Netzwerkentwurf voneinander abgrenzen und gegenüberstellen. Auf der Grundlage der Übung sind die Studierenden in der Lage, formale Beweise über die Korrektheit von Routing-Verfahren zu führen.
- **Methodenkompetenz:** Die Studierenden können grundlegende Entwurfs- bzw. Optimierungsprobleme als Multi-Commodity-Flow-Probleme formulieren. Sie sind auf der Grundlage der bearbeiteten Übungsaufgaben in der Lage, Multi-Commodity-Flow-Probleme in Standardformen zu überführen und durch Anwendung mathematischer Standardsoftware zu lösen.
- **Systemkompetenz:** Die Studierenden verstehen die Wechselwirkungen verschiedener Optimierungsziele beim Netzwerkentwurf und -betrieb.
- **Sozialkompetenz:** Auf der Grundlage der in der Vorlesung verwendeten metaphorischen Beispiele sind die Studierenden in der Lage, in den Übungen auch gesellschaftliche Sachzwänge (z.B. der fairen Vergabe von Ressourcen) im Kontext von Optimierungsverfahren durch Setzen entsprechender Zielfunktionen zu durchdenken, zwischen einzelnen Prioritätensetzungen (z.B. Gesamtdurchsatz vs. Fairness) abzuwägen und die vorgenommenen Prioritätensetzungen kritisch zu bewerten.

### Vorkenntnisse

Grundlegende Kenntnisse zu Netzwerken

### Inhalt

1. Einführung: Kommunikation in datagrammorientierten Netzwerken, Routingalgorithmen inklusive Korrektheitsbeweise, Modellierung von Datenverkehr mittels Poisson-Prozess, MM1 Wartesystem, Grundlegende Entwurfsprobleme in Netzwerken
  2. Netzwerkmodellierung: Modellierung von Netzwerk-Design-Aufgaben als Multi-Commodity-Flow Probleme, Pure-Allocation-Problem, Shortest-Path-Routing, Fair Networks, Tunnel-Design in MPLS Netzwerken, Multilevel Netzwerke
  3. Optimierungsmethoden: Grundlagen der Linearen Optimierung, Simplexalgorithmus, Branch-and-Bound, Gomory-Schnitte, Branch-and-Cut
  4. Netzwerkentwurf: Zusammenhang von Netzwerkentwurfsproblemen und mathematischer Modellierung in Standardform, kapazitierte Probleme, Pfaddiversität, Limited-Demand-Split, NP-Vollständigkeit von Single-Path-Allocation, Modular Flows, nichtlineare Zielfunktionen und Nebenbedingungen, Lösung von Problemen mit konvexen und konkaven Zielfunktionen bzw. Nebenbedingungen durch lineare Approximation
  5. Network Resilience: Zusammenhangsmaße, Biconnected Components, Algorithmen zur Bestimmung der Blockstruktur von Graphen
- Praktische Probleme und Protokollfunktionen in Kommunikationsnetzen und ihr algorithmischer Hintergrund.

### Medienformen und technische Anforderungen bei Lehr- und Abschlusleistungen in elektronischer Form

Folien, Skripte

### Literatur

Michal Pioro, Deepankar Medhi. Routing, Flow, and Capacity Design in Communication and Computer Networks. The Morgan Kaufmann Series in Networking, Elsevier, 2004

Detailangaben zum Abschluss

Link zum Moodle-Kurs

<https://moodle.tu-ilmeneau.de/course/view.php?id=240>

verwendet in folgenden Studiengängen:

Master Informatik 2021

Master Ingenieurinformatik 2021

## Modul: Transaktionale Informationssysteme

Modulabschluss: mehrere Teilleistungen      Art der Notengebung: Generierte Noten  
 Sprache: Deutsch      Pflichtkenn.: Pflichtmodul      Turnus: Wintersemester

Modulnummer: 200034      Prüfungsnummer: 220439

Modulverantwortlich: Prof. Dr. Kai-Uwe Sattler

Leistungspunkte: 5      Workload (h): 150      Anteil Selbststudium (h): 116      SWS: 3.0  
 Fakultät für Informatik und Automatisierung      Fachgebiet: 2254

SWS nach Fach- semester	1.FS			2.FS			3.FS			4.FS			5.FS			6.FS			7.FS			8.FS			9.FS			10.FS								
	V	S	P	V	S	P	V	S	P	V	S	P	V	S	P	V	S	P	V	S	P	V	S	P	V	S	P	V	S	P	V	S	P			
	2	1	0																																	

### Lernergebnisse / Kompetenzen

Nach Besuch dieser Veranstaltung sind die Studierenden mit fortgeschrittenen Methoden zur Sicherstellung transaktionaler Eigenschaften von Informationssystemen vertraut. Sie verstehen Verfahren zur Gewährleistung von Atomarität, Konsistenz, Isolation und Dauerhaftigkeit in datenbankbasierten und verteilten Systemen. Die Studierenden können die verschiedenen Methoden hinsichtlich ihrer Vor- und Nachteile für verschiedene Einsatzzwecke bewerten.

Mit den Übungen können die Studierenden eigene Lösungen zu gestellten Aufgaben präsentieren, sich an themenspezifischen Diskussionen beteiligen und sind bereit, Fragen zu beantworten.

Im Rahmen des Abschlussworkshops konnten die Studierenden ein vorgegebenes Thema selbständig erarbeiten und strukturieren. Durch die Präsentation ihre Ergebnisse in einem Vortrag und die anschließende Diskussion, sind sie in der Lage, andere Meinungen zuzulassen sowie ihre eigene zu hinterfragen.

### Vorkenntnisse

Grundlagen aus den Bereichen Betriebssysteme, Verteilte Systeme und Datenbanksysteme

### Inhalt

Grundbegriffe transaktionaler Verarbeitung, ACID-Eigenschaften; Transaktionssemantiken und -modelle; Serialisierbarkeitsbegriffe; Verfahren zur Herstellung von Serialisierbarkeit, Sperrverfahren, optimistische und semioptimistische Verfahren, Mehversionensynchronisation; Atomaritätseigenschaften, Verfahren zur Herstellung von Atomarität und Fehlersicherheit, Commit-Protokolle, 2PC, Paxos, Raft, Logging, Shadow Paging; Fallbeispiele: Blockchain, Persistent Memory

### Medienformen und technische Anforderungen bei Lehr- und Abschlussleistungen in elektronischer Form

Präsentationen mit Projektor und Tafel, Bücher und Fachaufsätze, Übungsaufgaben und Diskussionsblätter

### Literatur

G. Weikum, G. Vossen. Transactional Information Systems. Morgan Kaufmann, 2001  
 G. Saake, K. Sattler, A. Heuer. Datenbanken - Implementierungstechniken. 4. Auflage, mitp Professional, 2019  
 E. Rahm, G. Saake, K. Sattler. Verteiltes und Paralleles Datenmanagement. Springer Vieweg, 2015

### Detailangaben zum Abschluss

Das Modul Transaktionale Informationssysteme mit der Prüfungsnummer 220439 schließt mit folgenden Leistungen ab:

- alternative semesterbegleitende Prüfungsleistung mit einer Wichtung von 33% (Prüfungsnummer: 2200676)
- mündliche Prüfungsleistung über 30 Minuten mit einer Wichtung von 67% (Prüfungsnummer: 2200677)

Details zum Abschluss Teilleistung 1:  
 Vortrag auf Abschlussworkshop

### Link zum Moodle-Kurs

<https://moodle.tu-ilmenau.de/enrol/index.php?id=762>

verwendet in folgenden Studiengängen:

Master Informatik 2021

Master Ingenieurinformatik 2021

## Modul: Automatische Strukturen

Modulabschluss: Prüfungsleistung mündlich 20 min      Art der Notengebung: Gestufte Noten  
 Sprache: Deutsch      Pflichtkennz.: Wahlmodul      Turnus: Wintersemester

Modulnummer: 200053      Prüfungsnummer: 2200698

Modulverantwortlich: Prof. Dr. Dietrich Kuske

Leistungspunkte: 5      Workload (h): 150      Anteil Selbststudium (h): 116      SWS: 3.0  
 Fakultät für Informatik und Automatisierung      Fachgebiet: 2241

SWS nach Fach- semester	1.FS			2.FS			3.FS			4.FS			5.FS			6.FS			7.FS			8.FS			9.FS			10.FS								
	V	S	P	V	S	P	V	S	P	V	S	P	V	S	P	V	S	P	V	S	P	V	S	P	V	S	P	V	S	P	V	S	P			
	3	0	0																																	

### Lernergebnisse / Kompetenzen

Die Studenten kennen Methoden und Grenzen der algorithmischen Analysierbarkeit unendlicher Strukturen, insbes. am Beispiel der durch endliche Automaten beschriebenen automatischen Strukturen. Sie können diese anwenden, beweisen und fundierte Vermutungen über Erweiterungen aufstellen und begründen.

Die Studierenden können kritische Fragen zum behandelten Stoff, Probleme bei der Erarbeitung des Wissens bzw. bei der Lösung der Aufgaben klar formulieren und in Diskussionen mit Kommilitonen und Lehrenden vertreten.

In den Vorlesungen und im Selbststudium haben sie die genannten Kenntnisse erworben, in den Übungen und im Selbststudium die genannten Fähigkeiten erlernt.

### Vorkenntnisse

endliche Automaten (vgl. z. B. Modul "Automaten und Formale Sprachen")  
 Prädikatenlogik (vgl. z. B. Modul "Logik und Logikprogrammierung")

### Inhalt

effektive Strukturen  
 Beispiele automatischer Strukturen  
 Beispiel von Strukturen, die nicht automatisch sind  
 Abschlußeigenschaften der Klasse der automatischen Strukturen

Komplexität des Auswertungsproblems in automatischen Strukturen für Erweiterungen der Prädikatenlogik

### Medienformen und technische Anforderungen bei Lehr- und Abschlussleistungen in elektronischer Form

Tafel

### Literatur

Rubin: Automata presenting structures - a survey of the finite string case. Bulletin of Symbolic Logic 2008

Barany, Grädel, Rubin: Automata presenting infinite structures. In: Finite and Algorithmic Model Theory, Cambridge University Press 2011

### Detailangaben zum Abschluss

### Link zum Moodle-Kurs

<https://moodle.tu-ilmenau.de/course/view.php?id=37>

### verwendet in folgenden Studiengängen:

Master Informatik 2013  
 Master Informatik 2021

## Modul: Game Development

Modulabschluss: Prüfungsleistung alternativ

Art der Notengebung: Gestufte Noten

Sprache: Englisch

Pflichtkenn.: Wahlmodul

Turnus: Wintersemester

Modulnummer: 200819

Prüfungsnummer: 2500576

Modulverantwortlich: Prof. Dr. Wolfgang Broll

Leistungspunkte: 5	Workload (h): 150	Anteil Selbststudium (h): 105	SWS: 4.0																					
Fakultät für Wirtschaftswissenschaften und Medien			Fachgebiet: 2557																					
SWS nach	1.FS	2.FS	3.FS	4.FS	5.FS	6.FS	7.FS	8.FS	9.FS	10.FS														
Fach-	V	S	P	V	S	P	V	S	P	V	S	P	V	S	P	V	S	P	V	S	P	V	S	P
semester	2	1	1																					

### Lernergebnisse / Kompetenzen

Through the lecture the students understand the structure and the essential components of computer games. They know the techniques required for this and can remind them if necessary. Through the seminar they have practical experience in the conception of a computer game and can implement it as part of the practical course within an application context. Through the group work in the seminar as well as in the practical lab course, the students can correctly assess and appreciate the achievements of their fellow students. They take criticism, heed remarks and accept suggestions.

### Vorkenntnisse

Bachelor level knowledge of computer graphics, programming (e.g. course AuP), VR/AR and games (e.g. course VWDS)

### Inhalt

Game development requires deep knowledge from different areas of computer science as well as design experience and artistic skills. Accordingly, the course will start with an introduction to game design. Nevertheless the majority of the course is concerned with technical aspects. Starting with rather general aspects such as choice of the suitable programming language, game entities, factories, etc. it will then highlight individual topics. This refers to game physics including collision detection, animations, special rendering aspects such as deferred shading, networking architectures and synchronization issues for distributed multi-user games, audio in games and various game-related aspects of artificial intelligence, including flocking, pathfinding, state machines, and neural networks. In the seminar and the practical lab course students will design and develop their own computer game.

### Medienformen und technische Anforderungen bei Lehr- und Abschlussleistungen in elektronischer Form

- Powerpoint slides
- Lecture content as PDF in Moodle
- Videos
- Live presentations
- Additional material in Moodle

### Literatur

- Introduction to Game Development (Steve Rabin, ed.)
- Game Design (Bob Bates)
- The Art of Game Design (Jesse Schell)

### Detailangaben zum Abschluss

Presentation (25%), demonstration (25%), design and implementation (50%) of a computer game (group work)

### Link zum Moodle-Kurs

<https://moodle2.tu-ilmenau.de/enrol/index.php?id=526>

### verwendet in folgenden Studiengängen:

Master Informatik 2013

Master Informatik 2021  
Master Medieneingenieurwissenschaften 2023  
Master Medientechnologie 2017

## Modul: Knowledge Engineering

Modulabschluss: Prüfungsleistung schriftlich 90 min Art der Notengebung: Gestufte Noten  
 Sprache: Deutsch Pflichtkennz.: Wahlmodul Turnus: Wintersemester

Modulnummer: 200125 Prüfungsnummer: 2200812

Modulverantwortlich: Prof. Dr. Rainer Knaf

Leistungspunkte: 5 Workload (h): 150 Anteil Selbststudium (h): 105 SWS: 4.0  
 Fakultät für Informatik und Automatisierung Fachgebiet: 2238

SWS nach Fach- semester	1.FS			2.FS			3.FS			4.FS			5.FS			6.FS			7.FS			8.FS			9.FS			10.FS				
	V	S	P	V	S	P	V	S	P	V	S	P	V	S	P	V	S	P	V	S	P	V	S	P	V	S	P	V	S	P	V	S
4	0	0																														

### Lernergebnisse / Kompetenzen

Die Studierenden besitzen Kompetenzen auf dem Gebiet der fortschrittlichen Methoden der modernen Wissensverarbeitung. Die Studierenden kennen und verstehen die Strategien der Datenverarbeitung mit evolutionären/genetischen Algorithmen, mit Inferenzmethoden der KI und dem großen Spektrum des Datamining und können diese für informatische/ ingenieurinformatische Problemstellungen anwenden. Die Studierenden sind mit den methodischen Grundlagen vertraut und können die wichtigsten Datenanalyse und -verarbeitungs-Techniken erkennen und bewerten, sowie typische Informatikaufgaben mit ihrer Hilfe analysieren und lösen. Sie sind in der Lage, diese Kompetenzen in den Syntheseprozess komplexer ingenieurtechnischer und informatischer Projekte einfließen zu lassen. Die Studierenden kennen und verstehen die grundlegenden Wirkprinzipien von Produkten und Verfahren, bei deren Entwicklung Methoden der Wissensverarbeitung und des Datamining Anwendung fanden, können die Eignung der vermittelten Technologien für eine gegebene Problemlasse bewerten. In der Nachbereitungsphase der Vorlesung haben die Studierenden das Gelernte geübt und wiederholt und können es auf konkrete Aufgabenstellungen in Form von Übungsaufgaben anwenden. In Diskussionen mit den Mitkommilitonen können sie auch deren Argumentation richtig einschätzen und würdigen, berücksichtigen Kritik und nehmen Hinweise an.

### Vorkenntnisse

Logik und Logikprogrammierung

### Inhalt

- (1) Prädikatenkalkül der ersten Stufe (PK1): Wiederholung und sinnvolle Ergänzungen (Sortenlogik, Prädikatenkalkül der ersten Stufe mit Gleichheit)
- (2) problembezogene Wissensrepräsentationen der KI und Varianten der Implementierung von Inferenzmethoden darüber
- (3) Deduktion: Grundlagen, Deduktionssysteme, Komplexitätsbetrachtungen
- (4) Induktion und maschinelles Lernen: Erlernen von Klassifikationsregeln aus Beispielen, Erlernen eines besten induktiven Schlusses im Prädikatenkalkül der ersten Stufe, Verfahren zur Ermittlung des speziellsten Anti-Unifikators über PK1-Ausdrücken, Klassifikation nach Bayes
- Data Mining:
  - (1) Motivation, typische Aufgabenklassen und Anwendungen, Stufenprozess zur Modellbildung, (2) Ähnlichkeitsmaße für Datenobjekte, (3) Entropie der Information und andere Puritätsmaße, (4) Erlernen von Entscheidungsbäumen: schrittweise Verfeinerung von ID3 zu C 4.5 (numerische Attribute, fehlende Attribute), (5) Entscheidungsbäume über regulären Patterns, (6) Erlernen von Klassifikationsregeln top down and bottom up, (7) kNN-Klassifikation, (8) Klassifikation nach Bayes, (9) Bayesian Belief Networks, (10) Support Vector Machines, (11) Ensemble Methoden, (12) diverse Ansätze zum Umgang mit dem "Class Imbalance Problem"

### Medienformen und technische Anforderungen bei Lehr- und Abschlussleistungen in elektronischer Form

PPT, Tafelbild, Übungsaufgaben als PDF

### Literatur

- Inferenzmethoden:
- (1) Luger: Künstliche Intelligenz: Strategien zur Lösung komplexer Probleme. München: Pearson Studium (Übersetzung aus dem Addison-Wesley Verlag), 4. Aufl., 2001



- (2) Russel/Norvig: Künstliche Intelligenz: Ein moderner Ansatz, München: Pearson Studium (Übersetzung aus dem Addison-Wesley Verlag), 2004
- (3) Knauf: Logische Programmierung und Wissensbasierte Systeme: Eine Einführung. Aachen: Shaker, 1993  
Data Mining:
- (1) Tan, Pang-Ning; Steinbach, Michael; Kumar, Vipin: Introduction to Data Mining. ISBN, Pearson Education, 2006.
- (2) Markus Lusti: Data Warehousing and Data Mining: Eine Einführung in entscheidungsunterstützende Systeme, ISBN 3-540-42677-9, Springer, 2001.
- (3) Petersohn, Helge: Data Mining. Verfahren, Prozesse, Anwendungsarchitektur. ISBN 978-3-486-57715-0, Oldenbourg Verlag, 2005.
- (4) Lawrence, Kenneth D.; Kudyba, Stephan, Klimberg, Ronald K.: Data Mining Methods and Applications, ISBN 978-0-8493-8522-3, Boca Raton, FL u.a.: Auerbach, 2008.

#### Detailangaben zum Abschluss

#### Link zum Moodle-Kurs

<https://moodle2.tu-ilmenau.de/course/view.php?id=3841>

#### verwendet in folgenden Studiengängen:

Master Informatik 2013  
Master Informatik 2021  
Master Ingenieurinformatik 2021  
Master Mathematik und Wirtschaftsmathematik 2022  
Master Wirtschaftsinformatik 2021

## Modul: Medical Visualization

Modulabschluss: mehrere Teilleistungen

Art der Notengebung: Generierte Noten

Sprache: Englisch

Pflichtkenn.: Wahlmodul

Turnus: Wintersemester

Modulnummer: 201199

Prüfungsnummer: 220498

Modulverantwortlich: Prof. Dr. Sylvia Saalfeld

Leistungspunkte: 5	Workload (h): 150	Anteil Selbststudium (h): 105	SWS: 4.0																								
Fakultät für Informatik und Automatisierung			Fachgebiet: 2257																								
SWS nach	1.FS	2.FS	3.FS	4.FS	5.FS	6.FS	7.FS	8.FS	9.FS	10.FS																	
Fach-	V	S	P	V	S	P	V	S	P	V	S	P	V	S	P	V	S	P	V	S	P	V	S	P	V	S	P
semester	2	2	0																								

### Lernergebnisse / Kompetenzen

- . The students are able to understand various visualization techniques and explain them using the example of 2D, 3D, and 4D medical data. As a result of the competencies acquired in the lecture after the second part the students are able to solve exercises and explain them to the other participants.
- . The students are capable of implementing visualization techniques, i.e., applying the techniques presented in the course to medical data.
- . The students are able to evaluate visualization techniques and thus assess which visualization technique is best suitable for which application scenario.
- . The students possess the necessary prerequisite knowledge to develop their own novel visualization techniques.

### Vorkenntnisse

Fundamentals in Computer Graphics; Fundamentals Algorithms and Data Structures.

### Inhalt

This lecture is centered on the visualization of medical volume data, including Computed Tomography, Magnetic Resonance Imaging, and Nuclear Medicine. It explores various techniques for medical visualization, such as surface and volume rendering, along with interactive methods for adjusting these visualizations using appropriate transfer functions. Advanced topics covered in this lecture include vessel visualization, virtual endoscopy (animated visualizations from viewpoints within the human body, simulating procedures like colonoscopy), and multimodal medical visualization. Furthermore, the lecture delves into subjects related to higher-dimensional data, particularly focusing on simulated and measured blood flow. While a strong interest in medical applications is crucial, prior medical knowledge is not mandatory.

In preparation for the seminar, participants will be given task sheets to complete. During the seminar, the participants have to explain and discuss their solutions in turn with the other participants.

### Medienformen und technische Anforderungen bei Lehr- und Abschlussleistungen in elektronischer Form

Presentations, Handout, Moodle

### Literatur

A list of references with scientific papers will be provided at the end of each lecture

### Detaillangaben zum Abschluss

**Das Modul Medical Visualization mit der Prüfungsnummer 220498 schließt mit folgenden Leistungen ab:**

- mündliche Prüfungsleistung über 20 Minuten mit einer Wichtung von 100% (Prüfungsnummer: 2200877)
- alternative semesterbegleitende Studienleistung mit einer Wichtung von 0% (Prüfungsnummer: 2200878)

Details zum Abschluss Teilleistung 2:

2/3 of the set seminar tasks must be solved and, if necessary, explained to the other participants upon request.

### Link zum Moodle-Kurs

<https://moodle.tu-ilmenau.de/enrol/index.php?id=864>

verwendet in folgenden Studiengängen:

Master Biomedizinische Technik 2021

Master Informatik 2021

Master Ingenieurinformatik 2021

Master Research in Computer and Systems Engineering 2021

## Modul: Softcomputing

Modulabschluss: mehrere Teilleistungen Art der Notengebung: Generierte Noten

Sprache: Deutsch

Pflichtkenn.: Wahlmodul

Turnus: Wintersemester

Modulnummer: 200082	Prüfungsnummer: 220452
---------------------	------------------------

Modulverantwortlich: Prof. Dr. Horst-Michael Groß

Leistungspunkte: 5	Workload (h): 150	Anteil Selbststudium (h): 105	SWS: 4.0
Fakultät für Informatik und Automatisierung			Fachgebiet: 2233

SWS nach Fach- semester	1.FS			2.FS			3.FS			4.FS			5.FS			6.FS			7.FS			8.FS			9.FS			10.FS					
	V	S	P	V	S	P	V	S	P	V	S	P	V	S	P	V	S	P	V	S	P	V	S	P	V	S	P	V	S	P			
	3	1	0																														

### Lernergebnisse / Kompetenzen

Im Modul Softcomputing haben die Studierenden die Begriffswelt der Fuzzy-Logik, der Genetischen Algorithmen (GA) und der evolutionären Strategien (ES) verstanden. Sie verstehen übergreifende Ansätze zur Lösung von Klassifikations- und Regelungs- und Optimierungsproblemen mit Fuzzy- und GA/ES-Methoden. Die Studierenden sind in der Lage, Fragestellungen aus dem o. g. Problembereichen zu analysieren, durch Anwendung des behandelten Methodenspektrums Lösungskonzepte zu entwerfen und diese auf ingenieurtechnische und biomedizinische Fragestellungen zu applizieren, sowie bestehende Lösungskonzepte zu bewerten. Vor- und Nachteile der Verfahren im Kontext praktischer Anwendungen sind den Studierenden bekannt. Nach Abschluss der Lernform "Übung" in Verbindung mit der selbständigen Implementierung einer Python-Fuzzy-Regelung (Teilleistung 2) beherrschen die Studierenden grundlegende mathematische Berechnungen, die Wirkungsweise unterschiedlicher Fuzzy-Operatoren und das Aufstellen von Fuzzy-Regeln. Nach intensiven Diskussionen während der Übungen und zur Auswertung der Python-Implementierung können die Studierenden Leistungen ihrer Mitkommilitonen richtig einschätzen und würdigen. Sie berücksichtigen Kritik, beherzigen Anmerkungen und nehmen Hinweise an.

### Vorkenntnisse

Pflichtmodul "Neuroinformatik und Maschinelles Lernen"

### Inhalt

Das Modul beinhaltet die ausgewählten Teilgebiete "Fuzzy-Logik" und "Evolutionäre/genetische Algorithmen" des Wissenschaftsgebietes Softcomputing. Beide Teilgebiete sollen ergänzend zu den Neuroinformatik-Modulen die Grundlagen für alternative Verfahren der Informations- und Wissensverarbeitung für Ingenieure und Informatiker legen. Damit würde der Absolvent über breite methodische und anwendungsorientierte Grundlagen der "Computational Intelligence" verfügen. Ethische, soziale und rechtliche Aspekte beim Einsatz von Techniken der Fuzzy-Logik und der Evolutionären/Genetischen Algorithmen sowie wesentliche datenschutzrechtliche Randbedingungen werden dargestellt und diskutiert. Das Modul vermittelt sowohl Faktenwissen als auch begriffliches Wissen aus den folgenden Kernbereichen:

Fuzzy-Set-Theorie: Überblick, Einordnung und Historie, Grundlagen der Fuzzy-Logik (Basisvariablen, Linguistische Variablen, Terme, Zugehörigkeitsfunktionen, Fuzzifizierung, Fuzzy-Operatoren, unscharfe Zahlen und Relationen), Fuzzy-Regeln, unscharfes und plausibles Schließen, Fuzzy-Inferenz, Defuzzifizierungsmethoden, ausgewählte Anwendungsbeispiele aus dem technischen und nichttechnischen Bereich.

Genetische Algorithmen (GA) und Evolutionäre Strategien (ES): Einführung, Historie, philosophische Einordnung, Grundlagen und Begriffe, einführende Beispiele, prinzipielle Struktur eines GA/EA, Operatoren (Mutation, Crossover), Kodierungsvarianten und -probleme, Auswahl von Selektionsmechanismen bei GA/EA, Vor- und Nachteile, Ergänzende Beispiele und Anwendungen, Hinweis auf genetische und evolutionäre Programmierung. Die Studierenden haben die Möglichkeit, eine Problemstellung mit GA/ES softwaretechnisch umzusetzen und vorzustellen.

### Medienformen und technische Anforderungen bei Lehr- und Abschlussleistungen in elektronischer Form

Powerpoint, Demo-Applikationen in Python, Matlab, Java, Moodle-Kurs

### Literatur

Fuzzy-Logik:

Zimmermann, H.-J.: Fuzzy Set Theorie - and its Applications. Kluver in Boston, 1991

Kosko, B.: Neural Networks and Fuzzy-Systems. Prentice Hall, New Jersey, 1992

Böhme, G.: Fuzzy-Logik. Springer-Vlg., Berlin..., 1993

Bothe, H.-H.: Fuzzy-Logik - Einführung in Theorie und Anwendungen. Springer-Vlg., Berlin, Heidelberg, 1995

Bothe, H.-H.: Neuro-Fuzzy-Methoden. Springer-Vlg., Berlin, Heidelberg, 1998

Fuller, R.: Introduction to Neuro-Fuzzy Systems. Physica-Verlag, Heidelberg, 2000

Tizhoosh, H. R.: Fuzzy-Bildverarbeitung. Springer-Vlg., Berlin, Heidelberg, 1998

Höppner, F., Klawonn, F., Kruse, R.: Fuzzy-Clusteranalyse. Vieweg-Vlg., Braunschweig, 1997

Genetische Algorithmen und Evolutionäre Strategien :

Nissen, V.: Einführung in Evolutionäre Algorithmen. Vieweg-Vlg. Braunschweig, 1997

Jacob, Ch.: Principia Evolvida. dpunkt.verlag, Heidelberg, 1997

Gedes, I., Klawonn, F., Kruse, R.: Evolutionäre Algorithmen. Vieweg-Vlg. Wiesbaden, 2004

Heistermann, J.: Genetische Algorithmen. B.G. Teubner Verlagsgesellschaft, Stuttgart, Leipzig, 1994

Lippe, W.-M.: Soft-Computing. Springer-Verlag, Berlin, Heidelberg, 2006

Rechenberg, I.: Evolutionsstrategie 94, frommann-holzboog Vlg., Stuttgart, 1994

Detailangaben zum Abschluss

**Das Modul Softcomputing mit der Prüfungsnummer 220452 schließt mit folgenden Leistungen ab:**

- schriftliche Prüfungsleistung über 90 Minuten mit einer Wichtung von 100% (Prüfungsnummer: 2200737)
- alternative semesterbegleitende Studienleistung mit einer Wichtung von 0% (Prüfungsnummer: 2200738)

Details zum Abschluss Teilleistung 2:

eigene Python-Implementierungen von vorgegebenen Algorithmen und Übungsaufgaben

Link zum Moodle-Kurs

<https://moodle.tu-ilmenau.de/enrol/index.php?id=66>

verwendet in folgenden Studiengängen:

Master Biomedizinische Technik 2021

Master Informatik 2013

Master Informatik 2021

Master Ingenieurinformatik 2021

## Modul: Softwarearchitekturen

Modulabschluss: mehrere Teilleistungen Art der Notengebung: Generierte Noten

Sprache: Deutsch

Pflichtkennz.: Wahlmodul

Turnus: Wintersemester

Modulnummer: 200067

Prüfungsnummer: 220446

Modulverantwortlich: Dr. Detlef Streitferdt

Leistungspunkte: 5	Workload (h): 150	Anteil Selbststudium (h): 105	SWS: 4.0																		
Fakultät für Informatik und Automatisierung			Fachgebiet: 223																		
SWS nach	1.FS	2.FS	3.FS	4.FS	5.FS	6.FS	7.FS	8.FS	9.FS	10.FS											
Fach-	V	S	P	V	S	P	V	S	P	V	S	P	V	S	P	V	S	P	V	S	P
semester	2	2	0																		

### Lernergebnisse / Kompetenzen

#### Fachkompetenz:

Die Studierenden verfügen über Kenntnisse und Überblickswissen über Methoden und Werkzeuge des Software Engineering. Sie können dieses Wissen im Projektkontext anwenden und die Aussagekraft / Qualität der jeweiligen Ergebnisse bewerten. Die Studierenden sind fähig Softwareentwicklungsprozesse zu analysieren und auf die jeweiligen Gegebenheiten eines Projektes anzupassen. Sie verstehen Architekturmuster / -stile und können diese im Projektkontext einsetzen.

#### Methodenkompetenz:

Die Studierenden sind fähig die vorgestellten Entwicklungsmethoden anzuwenden und deren Ergebnisse früh im Entwicklungsprozess abzuschätzen. Sie sind fähig aus den vermittelten Methoden die für ein gegebenes Projekt passfähigen auszuwählen und anzuwenden.

#### Systemkompetenz:

Die Studierenden verstehen das grundsätzliche Zusammenwirken der Methoden und Prozessschritte der Entwicklung einer Softwarearchitektur.

#### Sozialkompetenz:

Die Studierenden können im Rahmen der semesterbegleitenden Gruppenaufgabe die Architekturdokumentation eines Open Source Projektes erarbeiten. Sie können die Auswirkungen der "weichen" Faktoren innerhalb von Softwareentwicklungsprozessen durch die eigene Gruppenarbeit richtig abschätzen.

Über ein studentisches Projekt während des Semesters, mit einer Abschlusspräsentation, wird das anwendungsnahe Implementierungswissen geprüft. In der Prüfung wird der Fokus nur noch auf das integrative Verständnis gelegt, sodass hier eine Reduktion der Prüfungsbelastung während des Prüfungszeitraumes erreicht wird.

### Vorkenntnisse

- Kenntnisse über Softwareentwicklungsprozesse
- Objektorientierte Modellierung
- Objektorientierte Programmierung

### Inhalt

Diese Vorlesung vermittelt Studenten der Informatik und Ingenieurinformatik Methoden und Techniken des Software Engineering. Über die Einbettung der Aktivitäten in den Softwareentwicklungsprozess werden die einzelnen Schritte und in den Übungen vertieft. Die Veranstaltung enthält die Erarbeitung von Softwarearchitekturzielen, Beschreibungsansätze der verschiedenen Modelle und Dokumente, Vorgehen bei der Entwicklung (Prozesse), Entscheidungsfindung, Architekturstile / -muster und ihre Qualitätseigenschaften, sowie die Prüfung/Bewertung von Architekturen.

(Die Vorlesung wird in Deutsch gehalten, einige der Materialien sind jedoch nur in Englisch verfügbar - was allerdings im Hinblick auf die spätere Arbeitswelt nur von Vorteil ist!)

## Medienformen und technische Anforderungen bei Lehr- und Abschlussleistungen in elektronischer Form

- Vorlesungsfolien
- PDF Dokumente (auch wissenschaftliche Beiträge)
- Prozessbeschreibungen (HTML), Templates

Moodle: <https://moodle2.tu-ilmenau.de/course/view.php?id=4463>  
Webex für die online Vorlesungen und Übungen.

## Literatur

### Umfassende Werke

- [Balz 1996] Helmut Balzert, "Lehrbuch der Software-Technik", Spektrum Akademischer Verlag, 1996.  
[Fowl 1999] Martin Fowler, "Refactoring - Improving the Design of Existing Code", Addison Wesley, 1999.  
[Gamm 1995] Erich Gamma, Richard Helm, Ralph Johnson, John Vlissides, "Design Patterns - Elements of Reusable Object-Oriented Software", Addison Wesley, 1995.  
[Mart 2009] Robert C. Martin, "Clean Code", Prentice Hall, 2009.  
[McCo 2004] Steve McConnell, "Code Complete 2nd Edition", Microsoft Press, 2004.  
[RooC 2004] Stefan Roock, Martin Lippert, "Refactorings in großen Softwareprojekten", dpunkt.Verlag GmbH, 2004.  
[Somm 2007] Ian Sommerville, "Software Engineering", Pearson Studium, 2007.  
[Mens 2008] T. Mens and S. Demeyer, Eds., Software Evolution. Springer-Verlag New York Inc, 2008.

### Spezielle Themen ...

#### Entwicklungsprozesse

- [Beck 2000] Kent Beck, "eXtreme Programming eXplained", Addison Wesley, 2000.  
[Buns2002] C. Bunse and A. von Knethen, Vorgehensmodelle kompakt. Fraunhofer Publica [<http://publica.fraunhofer.de/oai.har>] (Germany), 2002.  
[Carr 1993] Marvin J. Carr, Suresh L. Konda, Ira Monarch, F. Carol Ulrich, Clay F. Walker, "Taxonomy-Based Risk Identification", Carnegie Mellon University, Technical Report CMU/SEI-93-TR-6, ESC-TR-93-183, 1993.  
[Open 2011] Eclipse Process Framework, "Open Unified Process, OpenUP", content retrieved 2011-10-01, 2011.

#### Requirements

- [Bere 2009] Brian Berenbach, Daniel J. Paulish, Juergen Kazmeier, Arnold Rudorfer, "Software & Systems Requirements Engineering In Practice", Mc Graw Hill, 2009.  
[Haya 1990] S. I. Hayakawa, "Language in Thought and Action", Harvest Books, 1990.  
[KoSo 1998] Gerald Kotonya, Ian Sommerville, "Requirements Engineering - Processes and Techniques", John Wiley & Sons, 1998.  
[Kula 2000] Daryl Kulak, Eamonn Guiney, "Use Cases - Requirements in Context", Addison-Wesley, 2000.  
[Lams 2001] Axel van Lamsweerde, "Goal-Oriented Requirements Engineering: A Guided Tour", in Proceedings of the 5th IEEE International Symposium on Requirements Engineering (RE 2001), 27-31 August 2001, Toronto, Canada, 2001.  
[Lams 2009] Axel van Lamsweerde, "Requirements Engineering: From System Goals to UML Models to Software Specifications", John Wiley & Sons, 2009.  
[McCo 2006] Steve McConnell, "Software Estimation", Microsoft Press, 2006.  
[Pohl 2008] Klaus Pohl, "Requirements Engineering: Grundlagen, Prinzipien, Techniken", dpunkt.Verlag GmbH, 2008.  
[Robe 1999] Suzanne Robertson, James Robertson, "Mastering the Requirements Process", Addison-Wesley, 1999.  
[Rupp 2002] Chris Rupp, "Requirements-Engineering und -Management", Hanser Verlag, 2002.  
[Schu 2000] G. Gordon Schulmeyer, Garth R. Mackenzie, "Verification & Validation of Modern Software-Intensive Systems", Prentice Hall, 2000.  
[SoSa 1997] Ian Sommerville, Pete Sawyer, "Requirements Engineering: A Good Practice Guide", John Wiley & Sons, 1997.  
[Wieg 1999] Karl E. Wiegers, "Software Requirements", Microsoft Press, 1999.  
[With 2007] Stephen Withall, "Software Requirement Patterns", Microsoft Press, 2007.

#### Architektur, Produktlinien

- [Boec 2004] Günter Böckle, Peter Knauber, Klaus Pohl, Klaus Schmid, "Software-Produktlinien: Methoden, Einführung und Praxis", dpunkt.Verlag GmbH, 2004.
- [Clem 2002] Paul Clements, Rick Kazman, Mark Klein, "Evaluating Software Architectures", Addison Wesley, 2002.
- [Hrus 2012] P. Hruschka and G. Starke, Architektur-Knigge für Softwarearchitekten-Der Verschätzer. 2012.
- [Kang 1990] K. Kang, S. Cohen, J. Hess, W. Novak, and A. Peterson, "Feature-Oriented Domain Analysis (FODA) Feasibility Study", SEI Institute, Carnegie Mellon University, USA, CMU/SEI-90-TR-021, 1990.
- [Kazm 2000] Rick Kazman, Mark Klein, Paul Clements, "ATAM: Method for Architecture Evaluation", TECHNICAL REPORT, CMU/SEI-2000-TR-004, ESC-TR-2000-004, 2000.
- [Lind 2007] F. J. van der Linden, K. Schmid, and E. Rommes, Software Product Lines in Action: The Best Industrial Practice in Product Line Engineering. Berlin: Springer, 2007.
- [Love 2005] Robert Love, "Linux Kernel Development (2nd Edition)", Novell Press, 2005.
- [Masa 2007] Dieter Masak, "SOA? Serviceorientierung in Business und Software", Springer Verlag, 2007.
- [Pohl 2005] Klaus Pohl, Günter Böckle, Frank van der Linden, "Software Product Line Engineering - Foundations, Principles, and Techniques", Springer, Heidelberg 2005.
- [Posc 2007] Torsten Posch, Klaus Birken, Michael Gerdom, "Basiswissen Softwarearchitektur", d.punkt Verlag, 2004 oder 2007.
- [Spin 2009] D. Spinellis and G. Gousios, Beautiful Architecture: Leading Thinkers Reveal the Hidden Beauty in Software Design. O'Reilly Media, 2009.

#### Detailangaben zum Abschluss

Das Modul Softwarearchitekturen mit der Prüfungsnummer 220446 schließt mit folgenden Leistungen ab:

- mündliche Prüfungsleistung über 30 Minuten mit einer Wichtung von 50% (Prüfungsnummer: 2200716)
- alternative semesterbegleitende Prüfungsleistung mit einer Wichtung von 50% (Prüfungsnummer: 2200717)

Details zum Abschluss Teilleistung 2: Im Verlauf der Veranstaltung sollen bestehende Projekte (Open Source) analysiert und vorgestellt werden. Es ist eine Ausarbeitungen mit Präsentation zu erstellen.

#### Link zum Moodle-Kurs

#### verwendet in folgenden Studiengängen:

Master Informatik 2013  
Master Informatik 2021  
Master Ingenieurinformatik 2021  
Master Mathematik und Wirtschaftsmathematik 2022  
Master Medieningenieurwissenschaften 2023  
Master Medientechnologie 2017



## Modul: Software Safety

Modulabschluss: mehrere Teilleistungen      Art der Notengebung: Generierte Noten  
 Sprache: Deutsch/Englisch      Pflichtkennz.: Wahlmodul      Turnus: ganzjährig

Modulnummer: 200002      Prüfungsnummer: 220423

Modulverantwortlich: Prof. Dr. Patrick Mäder

Leistungspunkte: 5      Workload (h): 150      Anteil Selbststudium (h): 105      SWS: 4.0  
 Fakultät für Informatik und Automatisierung      Fachgebiet: 2252

SWS nach Fach- semester	1.FS			2.FS			3.FS			4.FS			5.FS			6.FS			7.FS			8.FS			9.FS			10.FS								
	V	S	P	V	S	P	V	S	P	V	S	P	V	S	P	V	S	P	V	S	P	V	S	P	V	S	P	V	S	P	V	S	P			
	2	2	0																																	

### Lernergebnisse / Kompetenzen

Fachkompetenzen hauptsächlich erlangt in Vorlesungen und geprüft durch die abschließende mPI:

- Die Studierenden kennen die Konzepte und Terminologie abhängiger und sicherheitskritischer Systeme (dependability und safety).
- Die Studierenden verfügen über Kenntnisse wesentlicher Entwicklungsstandards sicherheitskritischer Systeme und deren Anforderungen an den Entwicklungsprozess von Systemen.
- Die Studierenden wissen, welche zusätzlichen Maßnahmen in allen wesentlichen Phasen eines Software- und Systementwicklungsprozesses im Kontext sicherheitskritischer Entwicklungen, je nach Kritikalität der Anwendung, ergriffen werden sollten und wie diese umzusetzen sind.
- Die Studierenden verfügen über Kenntnis zur qualifizierten Auswahl von Programmiersprachen, Werkzeugen, Code Analyse Techniken für sicherheitskritische Systeme.

Methodenkompetenzen hauptsächlich erlangt in den Seminaren und geprüft durch die begleitende aPI (Assignments):

- Die Studierende sind in der Lage Spezifikationen für sicherheitskritische Systeme zu erstellen.
- Die Studierenden sind in der Lage Sicherheitsanalysen und Safety Cases zu erstellen.
- Die Studierenden sind in der Lage Architekturen und Entwürfe für sicherheitskritische Systeme zu erstellen.
- Die Studierenden sind in der Lage ausgewählte Programmiersprachen für sicherheitskritische Systeme anzuwenden.

Sozialkompetenzen erlangt in Seminaren und Vorlesungen:

- Die Studierenden sind in den Seminaren fähig, die in der Vorlesung gelehrt Methodiken in Gruppenarbeit anzuwenden (z.B. gemeinsam eine FMEA durchzuführen), Lösungsstrategien zu diskutieren und Lösungen zu entwickeln.
- Studierende können die Risiken und Risikoerwägungen sicherheitskritischer Entwicklungen (z.B. tollerierbares Risiko) und die damit verbundene Verantwortung der Entwicklungsbeteiligten zum Beispiel anhand schwerer Unfälle mit ihren Lehrenden diskutieren. Sie kennen moralische Erwägungen und länderspezifische Ansätze zum Umgang mit Restrisiko.

### Vorkenntnisse

- Grundkenntnisse in Softwaretechnik (Software Engineering) vorteilhaft

### Inhalt

Sicherheitskritische Systeme sind solche, deren Versagen oder unzureichende Funktionalität katastrophale Folgen für Menschen, die Umwelt und die Wirtschaft haben kann. Diese Systeme werden kontinuierlich

komplexer in ihren Funktionalitäten, aber auch in ihren Interaktionen mit der Umgebung. Die Veranstaltung widmet sich dem Thema Softwareentwicklung für sicherheitskritische Systeme und stellt Techniken von den eingehenden Sicherheitsanalysen, über Spezifikation und Entwicklung bis zur Verifikation vor. In umfangreichen Übungen werden diese Techniken an Beispielen erlernt und unterstützende Applikationen vorgestellt.  
Schwerpunkte:

- System Safety
- Safety Standards und Safety Case
- Requirements Engineering und Modellierung\*
- Requirements Management, Verifikation und Validierung\*
- Architektur und Design Entwicklung, Verifikation und Validierung\*
- Safety und Risiko Analyse
- Programmiersprachen, Programmierung, Metriken\*
- Testen, Verifikation und Validierung auf Code-Ebene\*
- Qualitätssicherung und -management\*

\*) im Kontext sicherheitskritischer Software- und Systementwicklungen

#### Medienformen und technische Anforderungen bei Lehr- und Abschlussleistungen in elektronischer Form

- Vorlesungs- und Seminarfolien als PDF
  - aufgezeichnete Screencasts in Deutsch via Moodle and OpenCast
  - Tutorials, White-Paper und wissenschaftliche Beiträge verlinkt aus Folien und Moodle
  - Entwicklungswerkzeuge
  - Auszüge aus Entwicklungsprojekten
  - Moodle quizzes als Übergang zur nächsten Vorlesung
  - Aufgaben und Aufgabenblätter via Moodle
- Alle Materialien werden via Moodle bereitgestellt. Der folgenden Link zeigt auf den jeweils aktuellen Kurs: [HERE].

#### Literatur

- C. Hobbs: Embedded Software Development for Safety-critical Systems. CRC Press (2019)
- K. E. Wiegers and J. Beatty: Software Requirements. Microsoft Press (2013)
- C. Carlson: Effective FMEAs: Achieving safe, reliable, and economical products and processes using failure mode and effects analysis. John Wiley & Sons (2012)
- B. P. Douglass: Real-Time Design Patterns: Robust Scalable Architecture for Real-Time Systems. Addison Wesley (2002)
- E. Hull and K. Jackson and J. Dick: Requirements engineering. Springer (2011)
- Van Lamsweerde: Requirements engineering: from system goals to UML models to software specifications. Wiley Publishing (2009)
- J. Barnes: Safe and secure software: An invitation to Ada 2012. AdaCore (2013)
- J. W. Vincoli: Basic guide to system safety. John Wiley & Sons (2006)
- J.-L. Boulanger: Static analysis of software: The abstract interpretation. John Wiley & Sons (2013)
- J. Schäuffele and T. Zurawka: Automotive software engineering-principles, processes, methods and tools. SAE International (2005)

#### Detailangaben zum Abschluss

Das Modul Software Safety mit der Prüfungsnummer 220423 schließt mit folgenden Leistungen ab:

- alternative semesterbegleitende Prüfungsleistung mit einer Wichtung von 50% (Prüfungsnummer: 2200628)
- alternative semesterbegleitende Prüfungsleistung mit einer Wichtung von 50% (Prüfungsnummer: 2200629)

Details zum Abschluss Teilleistung 1:

- multiple assignments evaluating methodological and practical competence in the taught concepts - to be individually solved at home with due date and submission via Moodle
- result determined as average across the evaluated solutions to the assignments
- students must register via Thoska for this exam, typically within the 3rd and 4th week of the semester

Details zum Abschluss Teilleistung 2:

- one or multiple written tests consisting of multiple-choice and free-form questions evaluating the professional competence in the course's topics
- preferably conducted digitally via Moodle and on the student's device
- final results may be scaled or individual questions may be excluded depending on best performing percentile of students

- students must register via Thoska for this exam, typically within the 3rd and 4th week of the semester

Link zum Moodle-Kurs

Kurs: [HERE]

verwendet in folgenden Studiengängen:

Master Fahrzeugtechnik 2014  
Master Fahrzeugtechnik 2022  
Master Informatik 2013  
Master Informatik 2021  
Master Ingenieurinformatik 2014  
Master Ingenieurinformatik 2021  
Master Research in Computer and Systems Engineering 2021  
Master Research in Computer & Systems Engineering 2016  
Master Wirtschaftsinformatik 2021

## Modul: Verifikation

Modulabschluss: Prüfungsleistung mündlich 20 min Art der Notengebung: Gestufte Noten  
 Sprache: Deutsch/Englisch Pflichtkenn.: Wahlmodul Turnus: Wintersemester

Modulnummer: 200048 Prüfungsnummer: 2200693

Modulverantwortlich: Prof. Dr. Dietrich Kuske

Leistungspunkte: 5 Workload (h): 150 Anteil Selbststudium (h): 116 SWS: 3.0  
 Fakultät für Informatik und Automatisierung Fachgebiet: 2241

SWS nach Fach- semester	1.FS			2.FS			3.FS			4.FS			5.FS			6.FS			7.FS			8.FS			9.FS			10.FS					
	V	S	P	V	S	P	V	S	P	V	S	P	V	S	P	V	S	P	V	S	P	V	S	P	V	S	P	V	S	P			
	3	0	0																														

### Lernergebnisse / Kompetenzen

Die Studenten kennen die Systemmodelle endliche Kripkestruktur, Kellersystem, (vergeßliches) Kanalsystem und wohlstrukturiertes Transitionssystem. Sie kennen die grundlegenden Verifikationsprobleme Erreichbarkeit, wiederholte Erreichbarkeit und das Auswertungsproblem temporaler Logiken. Sie sind vertraut mit den algorithmischen Möglichkeiten und Beschränkungen der Behandlung dieser Probleme sowie die Ausdrucksstärke temporaler Logiken. Sie können ähnliche temporale Logiken bzgl. dieser Kriterien bewerten und die Methoden auf ähnliche Systemmodelle adaptieren.

Sozialkompetenz: Die Studierenden können kritische Fragen zum behandelten Stoff, Probleme bei der Erarbeitung des Wissens bzw. bei der Lösung der Aufgaben klar formulieren und in Diskussionen mit Kommilitonen und Lehrenden vertreten.

The students know the system model of a finite Kripke structure, a pushdown system, a (lossy) channel system and a well-structures transition system. They know the basic verification problems reachability, recurrent reachability and the model checking problem for temporal logics. They are familiar with the algorithmic possibilities and limitations in handling these problems as well as with the expressive power of temporal logics. They can evaluate temporal logics wrt. these criteria and adapt the methods to similar system models.

The students can clearly formulate critical questions regarding the topics covered, regarding problems wrt. understanding the material and regarding the solutions of exercise questions. They can clearly advance their view in discussion with both, other students and teaching staff.

### Vorkenntnisse

endliche Automaten: NFAs, DFAs, Konstruktionen hierzu (vgl. z. B. Modul "Automaten und Formale Sprachen")

finite automata (NFAs, DFAs), pushdown automata, related constructions (cf. e.g. module "automata and formal languages")

### Inhalt

Erreichbarkeitsproblem, wiederholtes Erreichbarkeitsproblem, Auswertungsproblem temporaler Logiken  
 endliche Kripkestrukturen, Kellersysteme, (vergeßliche) Mehrkanalsysteme, wohlstrukturierte Transitionssysteme

reachability, recurrent reachability, model checking temporal logics  
 finite Kripke structures, (lossy) channel systems, well-structured transition systems

### Medienformen und technische Anforderungen bei Lehr- und Abschlussleistungen in elektronischer Form

Tafel, Übungsblätter

board, exercise sheets

### Literatur

Clark, Grumberg, Peled: Model Checking, MIT Press 2000  
 Gabbay, Hodkinson, Reynolds: Temporal Logic, Ox. Univ. Press 1994  
 Emerson: Temporal and Modal Logic. In: J. van Leeuwen (Ed.): Handbook of Theoretical Computer Science, Chapter 16, Amsterdam 1990

### Detailangaben zum Abschluss

Link zum Moodle-Kurs

<https://moodle.tu-ilmenau.de/course/view.php?id=38>

verwendet in folgenden Studiengängen:

Master Informatik 2013

Master Informatik 2021

Master Ingenieurinformatik 2021

Master Research in Computer and Systems Engineering 2021

Master Research in Computer & Systems Engineering 2016

## Modul: Advanced Mobile Communication Networks

Modulabschluss: Prüfungsleistung schriftlich 90 min Art der Notengebung: Gestufte Noten  
 Sprache: Englisch Pflichtkenn.: Wahlmodul Turnus: Sommersemester

Modulnummer: 200068 Prüfungsnummer: 2200718

Modulverantwortlich: Prof. Dr. Andreas Mitschele-Thiel

Leistungspunkte: 5 Workload (h): 150 Anteil Selbststudium (h): 105 SWS: 4.0  
 Fakultät für Informatik und Automatisierung Fachgebiet: 2235

SWS nach Fach- semester	1.FS			2.FS			3.FS			4.FS			5.FS			6.FS			7.FS			8.FS			9.FS			10.FS								
	V	S	P	V	S	P	V	S	P	V	S	P	V	S	P	V	S	P	V	S	P	V	S	P	V	S	P	V	S	P	V	S	P			
				2	2	0																														

### Lernergebnisse / Kompetenzen

. Fachkompetenz: Die Studierenden verfügen nach der Vorlesung über Kenntnisse und Wissen zu Aufbau und Funktionsweise von Mobilkommunikationsnetzen, insbesondere IP-basierter mobiler drahtloser Systeme und deren Protokolle, sowie Kenntnisse des Zusammenspiels verschiedener Funktionen.

. Methodenkompetenz: Die Studierenden sind in der Lage, komplexe Fragestellungen IP-basierter Mobilkommunikationssysteme und ihrer Funktionen zu verstehen und dieses Verständnis selbständig zu vertiefen.

. Systemkompetenz: Durch die Kombination aus Vorlesung und der Bearbeitung umfangreicher Testfragen zur Vertiefung des Stoffes verstehen die Studierenden im Anschluss das Zusammenwirken der verschiedenen Komponenten und Protokollfunktionen des Systems und können den Einfluss von Entwurfsentscheidungen bei der Realisierung von Protokollfunktionen auf andere Funktionen und das System als Ganzes einschätzen.

. Sozialkompetenz: Die Studierenden sind in der Lage, Problemstellungen der Mobilkommunikation selbständig zu lösen und darzustellen. Durch Diskussionen der Antworten zu unserem umfangreichen Fragekatalog haben Sie gelernt, Meinungen anderer Studierender zu beachten und diese kritisch zu hinterfragen. Das für die Lösung der Aufgaben benötigte Wissen konnten sie sich selbständig bzw. in Zusammenarbeit mit anderen aus verfügbaren Quellen erarbeiten, wurden sich durch die Präsentation der verschiedenen Möglichkeiten der Herangehensweise bei der Problemlösung bewusst und sind in der Lage die Leistungen Anderer entsprechend zu würdigen.

### Vorkenntnisse

Bachelor degree, basics of communication networks

### Inhalt

- Introduction to mobile communications with focus on protocols and systems
- Basics of wireless transmission
- Media access schemes
- Mobility management
- Transport protocols
- Quality-of-Service
- Security
- Communication systems (802.11, GSM/GPRS, UMTS)

### Medienformen und technische Anforderungen bei Lehr- und Abschlussleistungen in elektronischer Form

Presentations

### Literatur

Jochen Schiller Mobilkommunikationsnetze (for details see intro-slide) and further literature

### Detailangaben zum Abschluss

### Link zum Moodle-Kurs

<https://moodle.tu-ilmenau.de/course/view.php?id=373>

verwendet in folgenden Studiengängen:

Master Communications and Signal Processing 2021

Master Informatik 2013

Master Informatik 2021

Master Ingenieurinformatik 2021

Master Research in Computer and Systems Engineering 2021

## Modul: Advanced Networking Technologies

Modulabschluss: Prüfungsleistung mündlich 20 min Art der Notengebung: Gestufte Noten  
 Sprache: Deutsch Pflichtkenn.: Wahlmodul Turnus: Sommersemester

Modulnummer: 200044 Prüfungsnummer: 2200689

Modulverantwortlich: Dr. Michael Roßberg

Leistungspunkte: 5 Workload (h): 150 Anteil Selbststudium (h): 116 SWS: 3.0  
 Fakultät für Informatik und Automatisierung Fachgebiet: 2253

SWS nach Fach- semester	1.FS			2.FS			3.FS			4.FS			5.FS			6.FS			7.FS			8.FS			9.FS			10.FS								
	V	S	P	V	S	P	V	S	P	V	S	P	V	S	P	V	S	P	V	S	P	V	S	P	V	S	P	V	S	P	V	S	P			
				3	0	0																														

### Lernergebnisse / Kompetenzen

**Fachkompetenz:** Die Studierenden verfügen über Kenntnisse und Überblickswissen zu aktuellen, fortgeschrittenen Entwicklungen in der Netzwerktechnologie. Sie erkennen die besonderen Anforderungen an effiziente und flexible Kommunikationssysteme in bei einer Realisierung in Hard- und/oder Software und können diese im Kontext konkreter drahtgebundener Szenarien einschätzen. Die Studierenden kennen die grundsätzlichen Ansätze, wie der Datentransport in großen Netzen organisiert werden kann. Sie verstehen die unterschiedlichen Protokollkonzepte hierfür und können diese bewerten.

**Methodenkompetenz:** Die Studierenden sind in der Lage, für einzelne Teilaufgaben der Systemoptimierung geeignete Zielfunktionen zu identifizieren. Weiterhin können sie Optimierungen durchführen und bei der Verwendung mehrerer Zielfunktionen auftretende Zielkonflikte erkennen und gegeneinander abwägen.

**Sozialkompetenz:** Die Studierenden können alternative Gestaltungsmöglichkeiten für moderne Netzwerkarchitekturen erkennen und sind sich dabei der Konsequenzen spezifischer Entwurfsentscheidungen gewahr. In kritischer Diskussion der jeweiligen Vor- und Nachteile alternativer Lösungsvorschläge haben sie gelernt, einzelne Zielsetzungen miteinander in Beziehung zu setzen und dabei von unterschiedlichen Parteien eingebrachte Prioritäten gegeneinander abzuwägen und im Konsens in Einklang zu bringen. Die hierbei gewonnenen Erkenntnisse ermöglichen es den Studierenden, auf der Grundlage eines vertieften Verständnisses der jeweiligen Sachzwänge auch nicht optimal gestaltete technologische Lösungen zu akzeptieren und anzuerkennen.

### Vorkenntnisse

Bachelorstudium Informatik,  
 Bei Studium in Ilmenau: Vorlesung "Telematik 1"; vorteilhaft ist die vorherige Belegung der Vorlesungen "Telematik 2" und "Leistungsbewertung" bzw. die kombinierte Variante "Telematik 2 / Leistungsbewertung" (letztere mit PO 2013 eingeführt)

### Inhalt

Der Fokus der Vorlesung liegt auf modernen Netzwerktechnologien. Momentan sind die Hauptthemen Hardware-Router, Software-Defined Networking und Network Functions Virtualization:

- 01 Routers and Switches
- 02 Input Buffering in Routers
- 03 Size and Organization of Router Buffers
- 04 Interfacing NICs
- 05 Software Defined Networking
- 06 Network Functions Virtualization

### Medienformen und technische Anforderungen bei Lehr- und Abschlussleistungen in elektronischer Form

Folien, Skripte  
<https://moodle2.tu-ilmenau.de/course/view.php?id=3514>

### Literatur

- . H. Karl, A. Willig. Protocols and Architectures for Wireless Sensor Networks. John Wiley & Sons, 2005.
- . M. Hofmann, L. R. Beaumont. Content Networking Architecture, Protocols, and Practice. Morgan Kaufmann Publishers, 2005.



## Detailangaben zum Abschluss

### Link zum Moodle-Kurs

<https://moodle2.tu-ilmenau.de/course/view.php?id=4106>

### verwendet in folgenden Studiengängen:

Diplom Elektrotechnik und Informationstechnik 2021  
Master Elektrotechnik und Informationstechnik 2021  
Master Informatik 2013  
Master Informatik 2021  
Master Ingenieurinformatik 2021  
Master Wirtschaftsinformatik 2021

## Modul: Algorithmen und Komplexität 1

Modulabschluss: Prüfungsleistung mündlich 20 min      Art der Notengebung: Gestufte Noten  
 Sprache: Deutsch      Pflichtkenn.: Wahlmodul      Turnus: Sommersemester

Modulnummer: 201170      Prüfungsnummer: 2200867

Modulverantwortlich: Prof. Dr. Christoph Berkholtz

Leistungspunkte: 5      Workload (h): 150      Anteil Selbststudium (h): 116      SWS: 3.0  
 Fakultät für Informatik und Automatisierung      Fachgebiet: 2242

SWS nach Fach- semester	1.FS			2.FS			3.FS			4.FS			5.FS			6.FS			7.FS			8.FS			9.FS			10.FS								
	V	S	P	V	S	P	V	S	P	V	S	P	V	S	P	V	S	P	V	S	P	V	S	P	V	S	P	V	S	P	V	S	P			
				2	1	0																														

### Lernergebnisse / Kompetenzen

- Die Studierenden kennen grundlegende Designkonzepte, um eigenständig parametrische Algorithmen zu entwickeln.
- Die Studierenden sind in der Lage, FPT-Algorithmen anforderungsgerecht zu entwickeln und Methoden parametrisierter Algorithmik auf neue Probleme strategieorientiert anzuwenden.
- Die Studierenden kennen grundlegende Begriffe und Methoden der parametrischen Komplexitätstheorie und sind in der Lage, selbständig Reduktionsmethoden zu entwickeln. Sie sind mit gängigen Komplexitätshypothesen vertraut, um algorithmische Probleme einordnen und bewerten zu können.
- Die Studierenden können die Komplexität von Problemen mit Methoden der parametrischen Komplexitätstheorie und der feinkörnigen Komplexitätsanalyse unter Berücksichtigung unterschiedlicher Beurteilungsmaßstäbe untersuchen, in Beziehung setzen und bewerten.

### Vorkenntnisse

Algorithmen und Komplexitätstheorie aus den Bachelor-Grundvorlesungen (Algorithmen und Datenstrukturen 1+2, Berechenbarkeit und Komplexität)

### Inhalt

Wie kann man Probleme möglichst ressourcenschonend lösen und wo liegt die Grenze effizienter Methoden? Wann ist die Laufzeit eines Algorithmus optimal? Klassischerweise werden Entscheidungsprobleme in leichte (lösbar in Polynomialzeit) und schwere (NP-hart) eingeteilt. Allerdings können in der Praxis manche schwere Probleme auf den typischerweise auftretenden Instanzen schnell gelöst werden, während nicht jeder Polynomialzeitalgorithmus effizient ist.

In diesem Modul werden moderne algorithmische Verfahren sowie Techniken zum Beweisen von unteren Schranken zusammen betrachtet. Im algorithmischen Teil des Kurses werden Methoden vorgestellt, welche die besondere Struktur von Eingabeinstanzen (wie bspw. Graphen) miteinbeziehen. Einen besonderen Schwerpunkt bilden FPT-Algorithmen und die Kernelisierungstechnik. Diese algorithmischen Verfahren werden komplementiert durch eine genaue Analyse ihrer inhärenten Komplexität mit Methoden der parametrischen Komplexitätstheorie und der feinkörnigen Komplexitätsanalyse.

Das Modul entspricht der ersten Semesterhälfte des Moduls Algorithmen und Komplexität 1+2.

### Medienformen und technische Anforderungen bei Lehr- und Abschlussleistungen in elektronischer Form

Tafelvortrag, Beamerpräsentation

### Literatur

Marek Cygan, Fedor V. Fomin, Lukasz Kowalik, Daniel Lokshtanov, Dániel Marx, Marcin Pilipczuk, Michal Pilipczuk, Saket Saurabh: Parameterized Algorithms.

Jörg Flum, Martin Grohe: Parameterized Complexity Theory.

### Detailangaben zum Abschluss

### Link zum Moodle-Kurs

verwendet in folgenden Studiengängen:

Master Informatik 2021

## Modul: Algorithmen und Komplexität 1+2

Modulabschluss: Prüfungsleistung mündlich 30 min Art der Notengebung: Gestufte Noten  
 Sprache: Deutsch Pflichtkenn.: Wahlmodul Turnus: Sommersemester

Modulnummer: 201171 Prüfungsnummer: 2200868

Modulverantwortlich: Prof. Dr. Christoph Berkholtz

Leistungspunkte: 10 Workload (h): 300 Anteil Selbststudium (h): 232 SWS: 6.0  
 Fakultät für Informatik und Automatisierung Fachgebiet: 2242

SWS nach Fach- semester	1.FS			2.FS			3.FS			4.FS			5.FS			6.FS			7.FS			8.FS			9.FS			10.FS								
	V	S	P	V	S	P	V	S	P	V	S	P	V	S	P	V	S	P	V	S	P	V	S	P	V	S	P	V	S	P	V	S	P			
				4	2	0																														

### Lernergebnisse / Kompetenzen

Die Studierenden kennen grundlegende Designkonzepte, um eigenständig parametrische Algorithmen zu entwickeln.

- Die Studierenden sind in der Lage, FPT-Algorithmen anforderungsgerecht zu entwickeln und Methoden parametrisierter Algorithmik auf neue Probleme strategieorientiert anzuwenden.
- Die Studierenden kennen grundlegende Begriffe und Methoden der parametrischen Komplexitätstheorie und sind in der Lage, selbständig Reduktionsmethoden zu entwickeln. Sie sind mit gängigen Komplexitätshypothesen vertraut, um algorithmische Probleme einordnen und bewerten zu können.
- Die Studierenden können die Komplexität von Problemen mit Methoden der parametrischen Komplexitätstheorie und der feinkörnigen Komplexitätsanalyse unter Berücksichtigung unterschiedlicher Beurteilungsmaßstäbe untersuchen, in Beziehung setzen und bewerten.
- Die Studierenden können eigenständig fortgeschrittene Algorithmen-Design-Techniken benennen und strategieorientiert anwenden. Sie sind in der Lage, Komplexitätsaussagen für solche algorithmischen Probleme herzuleiten.
- Die Studierenden sind in der Lage, aktuelle Forschungsergebnisse im Bereich Algorithmen und Komplexität durchdacht einzuordnen, nachzuvollziehen und methodisch anzuwenden.

### Vorkenntnisse

Algorithmen und Komplexitätstheorie aus den Bachelor-Grundvorlesungen (Algorithmen und Datenstrukturen 1+2, Berechenbarkeit und Komplexität)

### Inhalt

Wie kann man Probleme möglichst ressourcenschonend lösen und wo liegt die Grenze effizienter Methoden? Wann ist die Laufzeit eines Algorithmus optimal? Klassischerweise werden Entscheidungsprobleme in leichte (lösbar in Polynomialzeit) und schwere (NP-hart) eingeteilt. Allerdings können in der Praxis manche schwere Probleme auf den typischerweise auftretenden Instanzen schnell gelöst werden, während nicht jeder Polynomialzeitalgorithmus effizient ist.

In diesem Modul werden moderne algorithmische Verfahren sowie Techniken zum Beweisen von unteren Schranken zusammen betrachtet. Im algorithmischen Teil des Kurses werden Methoden vorgestellt, welche die besondere Struktur von Eingabeinstanzen (wie bspw. Graphen) miteinbeziehen. Einen besonderen Schwerpunkt bilden FPT-Algorithmen und die Kernelisierungstechnik. Diese algorithmischen Verfahren werden komplementiert durch eine genaue Analyse ihrer inhärenten Komplexität mit Methoden der parametrischen Komplexitätstheorie und der feinkörnigen Komplexitätsanalyse.

In der zweiten Semesterhälfte werden fortgeschrittene Algorithmen und Komplexitätsaussagen für algorithmische Probleme vorgestellt.

Der Inhalt orientiert sich am aktuellen Forschungsstand sowie an den Forschungsaktivitäten des Fachgebiets Algorithmen und eignet sich als Vorbereitung für ein Hauptseminar oder eine Abschlussarbeit.

### Medienformen und technische Anforderungen bei Lehr- und Abschlussleistungen in elektronischer Form

Tafelvortrag, Beamerpräsentation

## Literatur

Marek Cygan, Fedor V. Fomin, Lukasz Kowalik, Daniel Lokshtanov, Dániel Marx, Marcin Pilipczuk, Michal Pilipczuk, Saket Saurabh: Parameterized Algorithms.  
Jörg Flum, Martin Grohe: Parameterized Complexity Theory.

## Detailangaben zum Abschluss

## Link zum Moodle-Kurs

<https://moodle2.tu-ilmenau.de/course/view.php?id=4625>

## verwendet in folgenden Studiengängen:

Master Informatik 2021



## Medienformen und technische Anforderungen bei Lehr- und Abschlussleistungen in elektronischer Form

Präsenzvorlesung mit Powerpoint, Arbeitsblätter zur Vorlesung, Lectures on demand mit Erläuterungsvideos zu Vorlesungs-, Übungs- und Praktikumsinhalten Übungsaufgaben, Videos, Python Apps, e-Learning mittels "Jupyter Notebook", Moodle-Kurs

## Literatur

- Duda, R. O., Hart, P. E., Stork, D. G.: Pattern Classification, 2nd ed., Wiley Interscience, 2000
- Sammut, C., Webb, G. I.: Encyclopedia of Machine Learning, Springer, 2006
- Zell, A.: Simulation Neuronaler Netzwerke, Addison-Wesley 1997
- Bishop, Ch.: Pattern Recognition and Machine Learning, Springer 2006
- Alpaydin, Ethem: Maschinelles Lernen, Oldenbourg Verlag 2008
- Murphy, K. : Machine Learning - A Probabilistic Perspective, MIT Press 2012
- Hyvärinen, A., Karhunen, J. Oja, E.: Independent Component Analysis. Wiley & Sons, 2001
- Guyon, I., Gunn, S., Nikravesh, M., Zadeh, L.: Feature Extraction: Foundations and Applications, Studies in fuzziness and soft computing 207, Springer, 2006
- Maltoni, D., et al.: Biometric Fusion, Handbook of Fingerprint Recognition, Kapitel 7, Springer, 2009
- Hastie, T., Tibshirani, R., Friedman, J.: The Elements of Statistical Learning: Data Mining, Inference, and Prediction, New York, Springer, 2001
- Goodfellow, I. et al.: Deep Learning, MIT Press 2016

## Detailangaben zum Abschluss

**Das Modul Angewandte Neuroinformatik mit der Prüfungsnummer 220454 schließt mit folgenden Leistungen ab:**

- schriftliche Prüfungsleistung über 90 Minuten mit einer Wichtung von 100% (Prüfungsnummer: 2200741)
- alternative semesterbegleitende Studienleistung mit einer Wichtung von 0% (Prüfungsnummer: 2200742)

Details zum Abschluss Teilleistung 2:

eigene Python-Implementierungen von vorgegebenen Algorithmen und Übungsaufgaben

## Link zum Moodle-Kurs

<https://moodle2.tu-ilmenau.de/course/view.php?id=4665>

verwendet in folgenden Studiengängen:

Bachelor Ingenieurinformatik 2013  
Master Biomedizinische Technik 2021  
Master Informatik 2021  
Master Ingenieurinformatik 2021  
Master Medieningenieurwissenschaften 2023  
Master Medientechnologie 2017  
Master Wirtschaftsinformatik 2021

## Modul: Data Science: Methoden und Techniken

Modulabschluss: Prüfungsleistung schriftlich 90 min Art der Notengebung: Gestufte Noten  
 Sprache: Deutsch Pflichtkennz.: Wahlmodul Turnus: Sommersemester

Modulnummer: 200042 Prüfungsnummer: 2200687

Modulverantwortlich: Prof. Dr. Kai-Uwe Sattler

Leistungspunkte: 5 Workload (h): 150 Anteil Selbststudium (h): 105 SWS: 4.0  
 Fakultät für Informatik und Automatisierung Fachgebiet: 2254

SWS nach Fach- semester	1.FS			2.FS			3.FS			4.FS			5.FS			6.FS			7.FS			8.FS			9.FS			10.FS								
	V	S	P	V	S	P	V	S	P	V	S	P	V	S	P	V	S	P	V	S	P	V	S	P	V	S	P	V	S	P	V	S	P			
				2	2	0																														

### Lernergebnisse / Kompetenzen

Nach Besuch dieser Veranstaltung sind die Studierenden mit fortgeschrittenen Methoden zur Auswertung und Analyse großer Datenbestände vertraut. Sie verstehen Data-Mining-/Machine Learning-Verfahren zur Analyse klassischer relationaler Geschäftsdaten als auch von raum- bzw. zeitbezogenen Daten, Graph- und Textdaten. Weiterhin kennen sie Prinzipien verteilter und paralleler Architekturen inkl. Data Warehouses und moderner Big-Data-Plattformen zur Verwaltung und Analyse sehr großer Datenbestände. Die Studierenden können die zugrundeliegenden Methoden sowie die technischen Aspekte erklären und hinsichtlich ihrer Vor- und Nachteile für verschiedene Einsatzzwecke bewerten.

Mit den Übungen können die Studierenden Standardwerkzeuge (Datenbanken, Data Warehouses, interaktive Notebooks) anhand konkreter Aufgabenstellungen zur Datenanalyse praktisch anwenden. Sie können eigene Lösungen entwickeln, bewerten und diese präsentieren, können sich an themenspezifischen Diskussionen beteiligen und sind bereit, Fragen zu beantworten.

### Vorkenntnisse

Datenbanksysteme, Statistik, Programmierkenntnisse

### Inhalt

Datenanalysepipeline; Big-Data-Architekturen; Data Warehousing und OLAP; Data-Mining-Techniken: Clustering, Frequent Itemset Mining; Analyse von Graph-Daten (Mustersuche in Graphen, Erkennen von Communities, Erkennung häufiger Subgraphen), Mining raum-zeitbezogener Daten (Sequential Pattern Mining, Trajectory Mining); NLP und Text Mining: Relationship-Extraktion, Word Sense Disambiguation, Named Entity Recognition; Sentiment Analyse; Parallelisierung und Verteilung: Partitionierungstechniken, datenparallele Verarbeitung

### Medienformen und technische Anforderungen bei Lehr- und Abschlussleistungen in elektronischer Form

Vorlesung mit Präsentationen und Tafel, Handouts,

### Literatur

Köppen, Saake, Sattler: Data Warehouse Technologien: Technische Grundlagen, mitp-Verlag, 2012.  
 Kumar, Steinbach, Tan: Introduction to Data Mining, Addison Wesley, 2005.  
 Lehner, Sattler: Web-Scale Data Management for the Cloud, Springer, 2013.  
 Rahm, Saake, Sattler: Verteiltes und Paralleles Datenmanagement, Springer, 2015.

### Detailangaben zum Abschluss

### Link zum Moodle-Kurs

<https://moodle2.tu-ilmenau.de/course/view.php?id=3482>

### verwendet in folgenden Studiengängen:



Master Informatik 2013  
Master Informatik 2021  
Master Ingenieurinformatik 2014  
Master Ingenieurinformatik 2021  
Master Mathematik und Wirtschaftsmathematik 2022  
Master Medieningenieurwissenschaften 2023  
Master Medientechnologie 2017  
Master Wirtschaftsinformatik 2021

## Modul: Distributed Data Management

Modulabschluss: Prüfungsleistung schriftlich 90 min Art der Notengebung: Gestufte Noten  
Sprache: Englisch Pflichtkennz.: Wahlmodul Turnus: Sommersemester

Modulnummer: 200138 Prüfungsnummer: 2200833

Modulverantwortlich: Prof. Dr. Kai-Uwe Sattler

Leistungspunkte: 5 Workload (h): 150 Anteil Selbststudium (h): 116 SWS: 3.0  
Fakultät für Informatik und Automatisierung Fachgebiet: 2254

SWS nach Fach- semester	1.FS			2.FS			3.FS			4.FS			5.FS			6.FS			7.FS			8.FS			9.FS			10.FS					
	V	S	P	V	S	P	V	S	P	V	S	P	V	S	P	V	S	P	V	S	P	V	S	P	V	S	P	V	S	P			
				2	1	0																											

### Lernergebnisse / Kompetenzen

Nachdem Studierende diese Veranstaltung besucht haben, kennen sie die Prinzipien und Verfahren verteilter und paralleler Datenmanagementlösungen. Sie verstehen die Prinzipien dieser Techniken und können darauf aufbauend selbst Lösungen entwickeln. Die Studierenden können Techniken zur Anfrageverarbeitung, Replikation und Konsistenzsicherung erklären und hinsichtlich ihrer Vor- und Nachteile für verschiedene Einsatzzwecke bewerten.

Sie sind in der Lage, verteilte und parallele Datenbanken zu entwerfen und aktuelle Datenbanktechnologien verteilter und paralleler Systeme zu bewerten und anzuwenden.

Mit den Übungen können die Studierenden eigene Lösungen zu gestellten Aufgaben präsentieren, sich an themenspezifischen Diskussionen beteiligen und sind bereit, Fragen zu beantworten.

### Vorkenntnisse

Vorlesung Datenbanksysteme, Transaktionale Informationssysteme

### Inhalt

Einführung und Motivation; Grundlagen verteilter Datenbanken: Architektur und Datenverteilung, verteilte Anfrageverarbeitung, Replikationsverfahren; Parallele Datenbanksysteme: Architektur und Datenverteilung, parallele Anfrageverarbeitung, Shared-Disk-Systeme; Web-Scale Data Management: SaaS und Multi Tenancy, Virtualisierungstechniken, Konsistenzmodelle, QoS, Partitionierung, Replikation, DHTs, MapReduce

### Medienformen und technische Anforderungen bei Lehr- und Abschlussleistungen in elektronischer Form

Vorlesung mit Präsentationen und Tafel, Handouts, Moodle

### Literatur

Rahm, Saake, Sattler: Verteiltes und Paralleles Datenmanagement: Von verteilten Datenbanken zu Big Data und Cloud, Springer Vieweg, 2015

Lehner, Sattler: Web-Scale Data Management for the Cloud, Springer, 2013

M. Tamer Özsu, P. Valduriez: Principles of Distributed Database Systems, 3. Auflage, Springer, 2011

### Detailangaben zum Abschluss

### Link zum Moodle-Kurs

### verwendet in folgenden Studiengängen:

Master Informatik 2013

Master Informatik 2021

Master Ingenieurinformatik 2021  
Master Research in Computer and Systems Engineering 2021  
Master Research in Computer & Systems Engineering 2016  
Master Wirtschaftsinformatik 2021

## Modul: Distributed Systems

Modulabschluss: Prüfungsleistung mündlich 30 min      Art der Notengebung: Gestufte Noten  
 Sprache: Englisch      Pflichtkennz.: Wahlmodul      Turnus: Sommersemester

Modulnummer: 201172      Prüfungsnummer: 2200869

Modulverantwortlich: Prof. Dr. Boris Koldehofe

Leistungspunkte: 5	Workload (h): 150	Anteil Selbststudium (h): 105	SWS: 4.0																			
Fakultät für Informatik und Automatisierung			Fachgebiet: 2255																			
SWS nach	1.FS	2.FS	3.FS	4.FS	5.FS	6.FS	7.FS	8.FS	9.FS	10.FS												
Fach-	V	S	P	V	S	P	V	S	P	V	S	P	V	S	P	V	S	P	V	S	P	
semester																						
			3	1	0																	

### Lernergebnisse / Kompetenzen

At the end of the course, the students can independently reproduce, explain, and relate central problems and approaches of distributed systems and corresponding algorithms.

They show a deep understanding and a broad knowledge of fundamental distributed algorithms and programming paradigms that enable them to explain their properties and to demonstrate, analyze, and prove their behavior taking various criteria into account.

Their detailed knowledge allows the students to interpret models and abstractions of distributed systems. They can self-dependently select appropriate mechanisms to deal with communication delays and failures. The student can compare the suitability of algorithms for specific distributed systems scenarios.

They can explain the limitations of distributed systems concepts for different system properties, e.g., for synchronous and asynchronous systems or in the context of different failure models.

The students can relate findings of distributed systems principles to applicable and exemplary knowledge of current developments, e.g., blockchains, in-network computing, or data management.

### Vorkenntnisse

Pre-Knowledge on fundamental aspects in computing science obtained for instance in a BSc-Program computing science, in particular

- Data structures and algorithms, Complexity Analysis
- Basic concepts of Programming Languages
- Basic knowledge on Computer Networks, Computer Architecture or Operating System Principles

### Inhalt

Distributed systems: definition, classes, architecture

Models and abstractions for correctness, time and failures in distributed systems

Basic distributed systems services: IPC, Naming, Clocks

Reasoning about state in distributed systems: global state

Coordination problems and distributed algorithms: transaction processing, replication

Fundamental distributed algorithms: reliable broadcast, consensus

### Medienformen und technische Anforderungen bei Lehr- und Abschlussleistungen in elektronischer Form

Slides

Lecture Recording

Exercise Assignments & Solutions

Quizzes

Blackboard Discussion

### Literatur

G. F. Coulouris, J. Dillimore, T. Kindberg. Distributed Systems: Concepts And Design. 5th Ed. 2017. ISBN 978-9332575226.

M. van Steen, A. S. Tanenbaum. Distributed Systems. Ed. 3.01. 2017. ISBN 978-1543057386.

P. Bernstein, V. Hadzilacos, N. Goodman. Concurrency Control and Recovery in Database Systems. Ed. 4.3. 1987. ISBN 0-201-10715-5.

C. Cachin, V. Hadzilacos, N. Goodman. Introduction to Reliable and Secure Distributed Programming. Ed. 2. 2011. ISBN 978-3-642-15259-7.

K. Birman. Reliable Distributed Systems: Technologies, Web Services, and Applications. Ed. 1. 2006. ISBN

9780387276014.

Detailangaben zum Abschluss

Link zum Moodle-Kurs

<https://moodle2.tu-ilmeneau.de/course/view.php?id=4713>

verwendet in folgenden Studiengängen:

Master Informatik 2021

Master Ingenieurinformatik 2021

Master Research in Computer and Systems Engineering 2021

Master Research in Computer & Systems Engineering 2016

## Modul: Grundlagen der 3D-Bildverarbeitung

Modulabschluss: mehrere Teilleistungen      Art der Notengebung: Generierte Noten  
 Sprache: Deutsch      Pflichtkennz.: Wahlmodul      Turnus: Sommersemester

Modulnummer: 200239      Prüfungsnummer: 230480

Modulverantwortlich: Prof. Dr. Gunther Notni

Leistungspunkte: 5      Workload (h): 150      Anteil Selbststudium (h): 105      SWS: 4.0  
 Fakultät für Maschinenbau      Fachgebiet: 2362

SWS nach Fach- semester	1.FS			2.FS			3.FS			4.FS			5.FS			6.FS			7.FS			8.FS			9.FS			10.FS								
	V	S	P	V	S	P	V	S	P	V	S	P	V	S	P	V	S	P	V	S	P	V	S	P	V	S	P	V	S	P	V	S	P			
				2	1	1																														

Lernergebnisse / Kompetenzen

**Fachkompetenz:**

Der Hörer hat einen umfassenden Überblick zu technischen Verfahren der Erfassung von 3D-Daten. Dabei kennt er sowohl die systemtechnischen Aspekte von 3D-Sensoren als auch die Methoden / Verfahren zur Ermittlung räumlicher Information aus unterschiedlichen Daten der digitalen Bildgebung. Durch zahlreiche Praxisbeispiele, die in Vorlesung und Übungen diskutiert wurden, haben die Studierenden sich grundlegendes Wissen angeeignet.

**Methodenkompetenz:**

Im Ergebnis ist der Hörer in der Lage, Probleme der 3D-Erfassung zu analysieren und zu klassifizieren sowie wichtige Schritte der Problemlösung abzuleiten. Mit den vermittelten Kompetenzen ist der Hörer befähigt, in konkreten Anwendungen der 3D-Erfassung entwickelnd tätig zu werden.

Vorkenntnisse

gute Kenntnisse in Physik, Mathematik aber auch Informations- technik, Wissen aus Vorlesungen zu "Grundlagen der Bildverarbeitung und Mustererkennung (Bildverarbeitung 1)", "Grundlagen der Bildverarbeitung für Ingenieure" hilfreich

Inhalt

**Grundlagen der 3D-Bildverarbeitung**

Die Veranstaltung "Grundlagen der 3D-Bildverarbeitung" widmet sich technischen Ansätzen zur Gewinnung von Tiefeninformationen, den dabei erforderlichen Datenverarbeitungsaspekten und Anwendungen. Der Schwerpunkt liegt auf inkohärent optischen Ansätzen zur 3D-Datenerfassung, den zugehörigen systemtechnischen Realisierungen und notwendigen Methoden / Verfahren. Mögliche Anwendungsgebiete dieser Techniken sind sehr vielfältig, z.B. computergrafische Modellierungen dreidimensionaler Objekte (Reverse Engineering), Abstandsmessungen in der Fahrzeugsteuerung, Oberflächeninspektionen oder Prüfungen auf Maßhaltigkeit in der Qualitätssicherung, Lageschätzungen oder Hindernislokalisierung in der Robotik bzw. der Sicherheitstechnik. Verfahren zur Gestaltsrekonstruktion beinhalten in starkem Maße Elemente und Techniken der klassischen Bildverarbeitung. Genauso sind zur Erfüllung von Erkennungsaufgaben mit Bildverarbeitung heutzutage zunehmend 3D-Aspekte zu berücksichtigen, die dargestellt werden.

Die Verarbeitungsaspekte zur Gewinnung der 3D-Information werden in der Vorlesung ansatzbezogen diskutiert. Die ausführliche Darstellung des klassischen Verfahrens der Stereo- und Multikamera-Vision wird durch aktuelle Ansätze, wie die Weißlichtinterferometrie, die Fokusvariation oder das Time of Flight-Prinzip ergänzt. Die Veranstaltung schließt im Grundlagenteil wichtige systemtechnische, optische und geometrische Gesetzmäßigkeiten von Bildaufnahmeprozessen sowie Grundzüge der projektiven Geometrie ein. Die Veranstaltung ist begleitet von rechnerischen Übungen bzw. Exkursionen und Praxisversuchen, in denen Vorlesungsinhalte nachbereitet und vertieft diskutiert werden sollen.

**Vorlesungsinhalte**

- Einleitung

- Historische und wahrnehmungsphysiologische Aspekte der 3D-Erfassung
- Überblick zu technischen Grundansätzen zur 3D-Erfassung
- Grundlagen
  - Algebraische Beschreibung von geometrischen Transformationen, Abbildungen und Messanordnungen
  - Optische Grundlagen
  - Modellierung und Kalibrierung von Messkameras (Tsai-Modellierung)
- Binokularer / polynokularer inkohärent optischer Ansatz zur 3D-Erfassung
  - Grundlagen der Stereobildverarbeitung (Korrespondenzsuche in Bildern: Constraints und Algorithmen)
  - Polynokulare Messanordnungen / Photogrammetrie
  - Verfahren der Musterprojektion (Streifenmuster, statistische Muster, Musterfolgen, Farbmuster)
- Prinzipien und Randbedingungen der praktischen Anwendung
- Monokular inkohärent optische Verfahren zur 3D-Erfassung
  - Depth from -Motion, -Shading, -Texture, -Fokus
  - Tiefenerfassung mit dem Laufzeitverfahren (Time-of-flight-Prinzip)
  - Randbedingungen der praktischen Anwendung
- Anwendung der Sensoren in der Multisensor-Koordinatenmesstechnik
- Praxisrelevante weitere Aspekte der 3D-Erfassung
  - Prozesskette der Auswertung von 3D-Daten
  - Abnahme- und Überwachung von 3D-Sensorsystemen
  - Kalibrierverfahren für 3D-Sensoren

#### Medienformen und technische Anforderungen bei Lehr- und Abschlussleistungen in elektronischer Form

Tafel, Beamer (Bilder, Grafiken, Animationen und Live-Vorführung von Algorithmen)  
elektronisches Vorlesungsskript "Grundlagen der 3D-Bildverarbeitung", Übungs- / Praktikumsunterlagen

Einschreibung:

Bitte für das Fach unter folgendem Link einschreiben:

Einschreibung der Fächer für das Fachgebiet Qualitätssicherung und industrielle Bildverarbeitung

#### Literatur

- R. Hartley, A. Zisserman: Multiple View Geometry in computer vision. Cambridge University Press, 2010, ISBN 987-0-521-54051-3
- G. Hauske, Systemtheorie der visuellen Wahrnehmung. Shaker Verlag 2003, ISBN 978-3832212933
- R. Klette, A. Koschan, K. Schlüns: Computer Vision - Räumliche Information aus digitalen Bildern. Vieweg Verlag, Braunschweig/Wiesbaden, 1996, ISBN 3-528-06625-3
- W. Richter: Grundlagen der Technischen Optik, Vorlesungsskripte, Technische Universität Ilmenau, Institut für Lichttechnik und Technische Optik, Fachgebiet Technische Optik
- R. Zhang et.al.: Shape from Shading: A Survey. IEEE TRANSACTIONS ON PATTERN ANALYSIS AND MACHINE INTELLIGENCE, Vol. 21, Nr. 8, S. 690-706, 1999
- O. Schreer: Stereoanalyse und Bildsynthese, Springer, 2005, ISBN 3-540-23439-X
- Middlebury Stereo Vision Page: Taxonomy and comparison of many two-frame stereo correspondence algorithms. <http://vision.middlebury.edu/stereo/>
- sowie die Vorlesungsunterlagen zu den Fächern Grundlagen der Bildverarbeitung und Mustererkennung bzw. Grundlagen der Farbbildverarbeitung

#### Detailangaben zum Abschluss

Das Modul Grundlagen der 3D-Bildverarbeitung mit der Prüfungsnummer 230480 schließt mit folgenden Leistungen ab:

- schriftliche Prüfungsleistung über 60 Minuten mit einer Wichtung von 100% (Prüfungsnummer: 2300670)

- alternative Studienleistung mit einer Wichtung von 0% (Prüfungsnummer: 2300671)

Details zum Abschluss Teilleistung 2:  
Hausaufgaben in der Vorlesungszeit

[Link zum Moodle-Kurs](#)

verwendet in folgenden Studiengängen:

Diplom Elektrotechnik und Informationstechnik 2021  
Master Elektrotechnik und Informationstechnik 2021  
Master Informatik 2013  
Master Informatik 2021  
Master Ingenieurinformatik 2021  
Master Maschinenbau 2017  
Master Maschinenbau 2022  
Master Mechatronik 2022  
Master Medieningenieurwissenschaften 2023  
Master Medientechnologie 2017  
Master Optische Systemtechnik 2022  
Master Optische Systemtechnik/Optronik 2017



## Modul: IT-Sicherheitsmanagement

Modulabschluss: Prüfungsleistung schriftlich 60 min Art der Notengebung: Gestufte Noten  
 Sprache: Deutsch Pflichtkenn.: Wahlmodul Turnus: Sommersemester

Modulnummer: 200805 Prüfungsnummer: 2500562

Modulverantwortlich: Prof. Dr. Dirk Stelzer

Leistungspunkte: 5 Workload (h): 150 Anteil Selbststudium (h): 116 SWS: 3.0  
 Fakultät für Wirtschaftswissenschaften und Medien Fachgebiet: 2533

SWS nach Fach- semester	1.FS			2.FS			3.FS			4.FS			5.FS			6.FS			7.FS			8.FS			9.FS			10.FS								
	V	S	P	V	S	P	V	S	P	V	S	P	V	S	P	V	S	P	V	S	P	V	S	P	V	S	P	V	S	P	V	S	P			
				2	1	0																														

### Lernergebnisse / Kompetenzen

- Nachdem Studierende die Vorlesung besucht haben,
- kennen sie relevante Gefahren und Maßnahmen für die IT-Sicherheit,
  - kennen sie wesentliche Bestandteile von Managementsystemen für Informationssicherheit,
  - können sie Sicherheitskonzepte entwickeln,
  - wissen sie, aus welchen Elementen ein IT-Notfallplan besteht,
  - kennen sie die wichtigsten Bestimmungen des Datenschutzes und deren Konsequenzen für die betriebliche Praxis,
  - wissen sie, wie IT-Sicherheitsprodukte zertifiziert werden können,
  - kennen sie wesentliche Inhalte des IT-Sicherheitsgesetzes und wissen, welche Konsequenzen für Unternehmen damit verbunden sind und
  - sie können Grundlagen der IT-Forensik erklären.

Mithilfe von Anwendungsbeispielen, Fallbeispielen und rechnergestützten Gruppenarbeiten während der Übung haben die Studierenden die Inhalte der Vorlesung vertieft und die können die in der Vorlesung vermittelten Instrumente und Methoden anwenden. Dies versetzt sie in die Lage, die Beiträge ihrer Kommilitonen besser zu würdigen und zu kritisieren.

### Vorkenntnisse

Grundlagen des Informationsmanagements

### Inhalt

- Grundlagen des IT-Sicherheitsmanagements
- Managementsysteme für Informationssicherheit
- Entwicklung von Sicherheitskonzepten
- IT-Notfallmanagement
- IT-Sicherheitskriterien und Produktzertifizierung
- IT-Forensik
- EU Cybersecurity Act und IT-Sicherheitsgesetz
- Datenschutz

### Medienformen und technische Anforderungen bei Lehr- und Abschlussleistungen in elektronischer Form

Vortrag, Präsentation und Interaktives Tafelbild

Skripte der Vorlesung und Begleitmaterial der Übungen sind auf der Webseite des Fachgebiets Informations- und Wissensmanagement bzw. in moodle abrufbar.

In den Übungen wenden die Studierenden in der Vorlesung vermittelte Instrumente und Methoden an und diskutieren ausgewählte Forschungsthemen des IT-Sicherheitsmanagements.

Einsatz eines moodle-Kurses zur Organisation der gesamten Lehrveranstaltung sowie zur Kontrolle des Lernfortschritts

Moodle-Kursraum: <https://moodle2.tu-ilmenau.de/course/info.php?id=1081>

### Literatur

Matt Bishop: Computer Security. Art and Science. Boston et al. 2003.

Claudia Eckert: IT-Sicherheit. Konzepte - Verfahren - Protokolle. 8. Aufl., München 2013.  
Dieter Gollmann: Computer Security. 2. Aufl., Chichester 2006.

#### Detailangaben zum Abschluss

Im Rahmen der Übungen (Praxisprojekte in Zusammenarbeiten mit Unternehmen und Behörden) können Bonuspunkte erreicht werden.

#### Link zum Moodle-Kurs

<https://moodle2.tu-ilmenau.de/course/view.php?id=1081>

#### verwendet in folgenden Studiengängen:

Master Informatik 2013

Master Informatik 2021

Master Wirtschaftsinformatik 2021

## Modul: Leistungsbewertung technischer Systeme

Modulabschluss: Prüfungsleistung mündlich 25 min Art der Notengebung: Gestufte Noten  
 Sprache: Deutsch Pflichtkennz.: Wahlmodul Turnus: Sommersemester

Modulnummer: 200014 Prüfungsnummer: 2200647

Modulverantwortlich: Prof. Dr. Armin Zimmermann

Leistungspunkte: 5	Workload (h): 150	Anteil Selbststudium (h): 105	SWS: 4.0							
Fakultät für Informatik und Automatisierung			Fachgebiet: 2236							
SWS nach	1.FS	2.FS	3.FS	4.FS	5.FS	6.FS	7.FS	8.FS	9.FS	10.FS
Fach-	V S P	V S P	V S P	V S P	V S P	V S P	V S P	V S P	V S P	V S P
semester		2 2 0								

### Lernergebnisse / Kompetenzen

Die Studierenden verstehen detailliert Hintergrund und Funktionsweise von Verfahren der Modellierung und quantitativen Bewertung technischer Systeme. Die Studierenden sind fähig, quantitative Aspekte technischer Systeme beim Entwurf zu untersuchen und zu bewerten. Die Studenten haben Kenntnisse in Anwendungsgebieten der Leistungsbewertung. Methodenkompetenz: Die Studierenden sind in der Lage, Methoden des quantitativen Systementwurfs, der Modellierung und Bewertung auf konkrete Problemstellungen anzuwenden. Die Studierenden sind in der Lage, passende Modelle und Werkzeuge auszuwählen und einzusetzen. Sozialkompetenz: Die Studierenden sind in der Lage, praktische Problemstellungen der Leistungsbewertung in der Gruppe zu lösen und zu präsentieren. In der Übung wurde zu jeder Aufgabe ein vergleichbares Beispiel vorgerechnet bzw. in der gemeinsamen Diskussion erarbeitet. Dabei erkannten die Studierenden unterschiedliche Herangehensweisen. Sie können in kleinen Teams eigenverantwortlich eine Lösung für gegebene Aufgabenstellungen entwickeln. Dabei berücksichtigen sie verschiedene Vorschläge und Einflussfaktoren, diskutieren Lösungsideen und setzen sie gemeinsam um. Bei der Besprechung der Aufgabe können sie Anmerkungen und konstruktive Kritik nehmen und geben.

### Vorkenntnisse

Bachelor-Abschluss im Studiengang Ingenieurinformatik / Informatik bzw. weitgehend äquivalentem Studiengang

### Inhalt

Modellierung und Leistungsbewertung diskreter technischer Systeme  
 Grundlagen (Stochastische Grundlagen, Stochastische Prozesse)  
 Modelle (Markov-Ketten, stochastische Petri-Netze, farbige stochastische Petri-Netze)  
 Bewertungsverfahren (numerische Analyse, Simulation, Beschleunigungsverfahren)  
 Ausgewählte Anwendungsgebiete, Bewertung zuverlässiger Systeme

### Medienformen und technische Anforderungen bei Lehr- und Abschlusleistungen in elektronischer Form

Folien und Aufgabenzettel: Verfügbar über die Webseite der Lehrveranstaltung  
 Ergänzende Informationen als Tafelanschrieb  
 Aufzeichnung der Vorlesung 2020 als Video

### Literatur

Jain: The Art of Computer System Performance Evaluation  
 Law/Kelton: Simulation Modeling and Analysis  
 Cassandras/Lafortune: Introduction to Discrete Event Systems  
 Bolch, Greiner, de Meer, Trivedi: Queueing Networks and Markov Chains  
 Zimmermann: Stochastic Discrete Event Systems  
 Murata: Petri Nets: Properties, Analysis and Applications  
 Ajmone Marsan: Stochastic Petri Nets: An Elementary Introduction

### Detailangaben zum Abschluss

### Link zum Moodle-Kurs

<https://moodle2.tu-ilmenau.de/course/view.php?id=2468>

verwendet in folgenden Studiengängen:

Master Informatik 2013  
Master Informatik 2021  
Master Ingenieurinformatik 2021  
Master Mathematik und Wirtschaftsmathematik 2022  
Master Wirtschaftsinformatik 2021

## Modul: Lernen in kognitiven Systemen

Modulabschluss: mehrere Teilleistungen      Art der Notengebung: Generierte Noten  
 Sprache: Deutsch      Pflichtkenn.: Wahlmodul      Turnus: Sommersemester

Modulnummer: 200085      Prüfungsnummer: 220455

Modulverantwortlich: Prof. Dr. Horst-Michael Groß

Leistungspunkte: 5      Workload (h): 150      Anteil Selbststudium (h): 105      SWS: 4.0  
 Fakultät für Informatik und Automatisierung      Fachgebiet: 2233

SWS nach Fach- semester	1.FS			2.FS			3.FS			4.FS			5.FS			6.FS			7.FS			8.FS			9.FS			10.FS								
	V	S	P	V	S	P	V	S	P	V	S	P	V	S	P	V	S	P	V	S	P	V	S	P	V	S	P	V	S	P	V	S	P			
				2	1	1																														

### Lernergebnisse / Kompetenzen

Im Wahlmodul "Lernen in Kognitiven Systemen" haben die Studierenden aufbauend auf den Modulen "Neuroinformatik und Maschinelles Lernen" und "Deep Learning für Computer Vision" die konzeptionellen, methodischen und algorithmischen Grundlagen des Maschinellen Lernens zum Erwerb komplexer Verhaltensleistungen in kognitiven Systemen (Autonome Systeme, Roboter, Prozesssteuerungen, Spiele) durch Lernen aus Erfahrungen verstanden. Sie verfügen über Kenntnisse zur grundsätzlichen Herangehensweise dieser Form des Wissenserwerbs und zur Generierung von handlungsorientiertem Wissen aus Beobachtungen und Erfahrungen. Die Studierenden haben sich die wesentlichen Konzepte, Lösungsansätze sowie Modellierungs- und Implementierungstechniken beim Einsatz von Verfahren des Reinforcement Learnings und dessen Spielarten angeeignet. Sie sind in der Lage, praxisorientierte Fragestellungen aus dem o. g. Problemkreis zu analysieren, durch Anwendung des behandelten Methodenspektrums auf Fragestellungen aus den behandelten Bereichen neue Lösungskonzepte zu entwerfen und algorithmisch umzusetzen sowie bestehende Lösungen zu bewerten. Vor- und Nachteile der Komponenten und Verfahren im Kontext praktischer Anwendungen sind den Studierenden bekannt. Nach intensiven Diskussionen während der Übungen und zur Auswertung der Python-Implementierung (Teilleistung 2) können die Studierenden Leistungen ihrer Mitkommilitonen richtig einschätzen und würdigen. Sie berücksichtigen Kritik, beherzigen Anmerkungen und nehmen Hinweise an.

### Vorkenntnisse

Pflichtmodul "Neuroinformatik und Maschinelles Lernen", Wahlmodul "Deep Learning für Computer Vision"

### Inhalt

Das Modul vermittelt das erforderliche Methodenspektrum aus theoretischen Grundkenntnissen und praktischen Fähigkeiten zum Verständnis, zur Implementierung und zur Anwendung neuronaler und probabilistischer Techniken des Erwerbs von Handlungswissen durch Lernen aus evaluativ bewerteten Erfahrungsbeispielen. Sie vermittelt sowohl Faktenwissen, begriffliches und algorithmisches Wissen aus folgenden Themenkomplexen:

- Begriffliche Grundlagen: Verhalten; Agent; Zweck und Bedeutung von Lernprozessen; Stability-Plasticity Dilemma; Exploration-Exploitation Dilemma
- Reinforcement Learning (RL): Grundidee des RL; General RL-Task; Schwache und starke RL-Verfahren, RL als Markov Decision Process (MDP); Basiskomponenten eines RL-Agenten; Value/Action-Value Iteration und das Bellman'sche Optimalitätsprinzip; Q-Learning, Boltzmann-Aktionsauswahl; SARSA-Learning; On-policy und off-policy Verfahren; Eligibility Traces; RL und teilweise Beobachtbarkeit; Lösungsansätze zur Behandlung von POMDP
  - Neuronale Umsetzung von RL-Agenten: Value Approximation am Beispiel TD-Gammon; NFQ-Verfahren; ADHDP-Verfahren; Grundidee von Policy Search Algorithmen
  - Deep Reinforcement Learning (DRL) als Form des End-to-End Learnings: Atari Deep RL; AlphaGo; DeepControl
- Learning Classifier Systems (LCS)
- Multi-Agenten Systeme (MAS); Motivation und Arten von Multi-Agentensystemen; Konzepte zur Koordinierung von Agenten; Koordination mittels W-Lernen
- Exemplarische Software-Implementierungen von RL-Verfahren für Navigationsaufgaben, Spiele,

## Prozesssteuerungen (Teilleistung 2)

Im Rahmen der Teilleistung 2 sollen in C++ oder Python eigene Plugins zur Anwendung des Reinforcement Learnings am Beispiel der Roboternavigation im Simulator erstellt und experimentell untersucht werden.

Medienformen und technische Anforderungen bei Lehr- und Abschlussleistungen in elektronischer Form

Präsenzvorlesung mit Powerpoint, Arbeitsblätter zur Vorlesung, Übungsaufgaben, Videos, Python Apps, studentische Demo-Programme, e-Learning mittels "Jupyter Notebook"

### Literatur

- Sutton, R., Barto, A. Reinforcement Learning - An Introduction. MIT Press 1998 / 2018 <http://incompleteideas.net/book/RLbook2018.pdf> )
- Alpaydin, Ethem. Maschinelles Lernen, Oldenbourg Verlag, 2008 - Bishop, Chr. Neural Networks for Patter Recognition, Oxford Press 1997

### Detailangaben zum Abschluss

**Das Modul Lernen in kognitiven Systemen mit der Prüfungsnummer 220455 schließt mit folgenden Leistungen ab:**

- schriftliche Prüfungsleistung über 90 Minuten mit einer Wichtung von 100% (Prüfungsnummer: 2200743)
- alternative semesterbegleitende Studienleistung mit einer Wichtung von 0% (Prüfungsnummer: 2200744)

Details zum Abschluss Teilleistung 2:

eigene C++ oder Python-Implementierungen und Übungsaufgaben

### Link zum Moodle-Kurs

verwendet in folgenden Studiengängen:

Master Biomedizinische Technik 2021

Master Informatik 2013

Master Informatik 2021

Master Ingenieurinformatik 2021

Master Technische Kybernetik und Systemtheorie 2021

## Modul: Logik in der Informatik

Modulabschluss: Prüfungsleistung mündlich 20 min Art der Notengebung: Gestufte Noten  
 Sprache: Deutsch Pflichtkennz.: Wahlmodul Turnus: Sommersemester

Modulnummer: 200052 Prüfungsnummer: 2200697

Modulverantwortlich: Prof. Dr. Dietrich Kuske

Leistungspunkte: 5 Workload (h): 150 Anteil Selbststudium (h): 116 SWS: 3.0  
 Fakultät für Informatik und Automatisierung Fachgebiet: 2241

SWS nach Fach- semester	1.FS			2.FS			3.FS			4.FS			5.FS			6.FS			7.FS			8.FS			9.FS			10.FS								
	V	S	P	V	S	P	V	S	P	V	S	P	V	S	P	V	S	P	V	S	P	V	S	P	V	S	P	V	S	P	V	S	P			
				3	0	0																														

### Lernergebnisse / Kompetenzen

Die Studierenden kennen Beispiele typischer Sätze & Methoden der algorithmischen Modelltheorie. Sie können diese anwenden, beweisen und fundierte Vermutungen über Erweiterungen aufstellen und begründen. Die Studierenden können kritische Fragen zum behandelten Stoff, Probleme bei der Erarbeitung des Wissens bzw. bei der Lösung der Aufgaben klar formulieren und in Diskussionen mit Kommilitonen und Lehrenden vertreten.

### Vorkenntnisse

Prädikatenlogik (vgl. z. B. Modul "Logik und Logikprogrammierung")  
 Komplexitätstheorie

### Inhalt

- Ehrenfeucht-Fräissé-Spiele, Lokalität der Prädikatenlogik 1. Stufe, Nicht-Ausdrückbarkeits-Beweise
- Deskriptive Modelltheorie (Zusammenhang zwischen logischen Ausdrucksmitteln & Komplexität)
- zufällige Strukturen

### Medienformen und technische Anforderungen bei Lehr- und Abschlussleistungen in elektronischer Form

Tafel

### Literatur

- Ebbinghaus, Flum, "Finite Model Theory"
- Libkin, "Elements of Finite Model Theory"

### Detailangaben zum Abschluss

### Link zum Moodle-Kurs

<https://moodle2.tu-ilmenau.de/course/view.php?id=4128>

### verwendet in folgenden Studiengängen:

- Master Informatik 2013
- Master Informatik 2021

## Modul: Parallel Computing

Modulabschluss: mehrere Teilleistungen

Art der Notengebung: Generierte Noten

Sprache: Deutsch/Englisch

Pflichtkennz.: Wahlmodul

Turnus: Sommersemester

Modulnummer: 200003

Prüfungsnummer: 220424

Modulverantwortlich: Prof. Dr. Patrick Mäder

Leistungspunkte: 5	Workload (h): 150	Anteil Selbststudium (h): 105	SWS: 4.0																								
Fakultät für Informatik und Automatisierung			Fachgebiet: 2252																								
SWS nach	1.FS	2.FS	3.FS	4.FS	5.FS	6.FS	7.FS	8.FS	9.FS	10.FS																	
Fach-	V	S	P	V	S	P	V	S	P	V	S	P	V	S	P	V	S	P	V	S	P	V	S	P	V	S	P
semester				2	2	0																					

### Lernergebnisse / Kompetenzen

Professional Competence mostly gained in lectures and evaluated in the oral exam:

- Students have knowledge about the fundamental concepts and terminology of parallel systems.
- Students have knowledge about different taxonomies to classify parallel hardware and the advantages and disadvantages per class.
  - Students know different methodologies for decomposing, agglomerating, and mapping a given problem into a set of parallel executable tasks.
  - Students know and can apply different synchronization techniques for parallel programs.
- Students have knowledge about different metrics for evaluating parallelization success and are informed about best practices and problems when profiling parallel software.

Methodological Competence mostly gained in seminars and evaluated in the aPI (assignments):

- Students gained the ability to implement parallel programs on different hardware platforms including the ability to analyze and decompose a given problem for parallel computing.
- Students are able to independently develop individual parallel implementations to a given problem and are able to judge and compare the quality and success in terms of parallelization.
- Students gained the ability to evaluate and troubleshoot parallel programs.
- Students gained the ability to use development tools and computational resources (e.g., cloud computing instances) for programming parallel programs.

Social Competence gained through lectures and seminars:

- Students can discuss advantages and disadvantages of different deep learning approaches among each other and with their lecturers.

### Vorkenntnisse

- basic programming skills in C are beneficial

### Inhalt

The goal of this master-level course is giving a structured introduction into the concepts of parallel programming. Students will learn fundamental concepts of parallelization and will be able to judge the correctness, performance and construction of parallel programs using different parallelization paradigms (e.g. task parallelization, data parallelization) and mechanisms (e.g. threads, task, locks, communication



channels). The course also provides an introduction to the concepts of programming and practical aspects of programming massively parallel systems and cloud computing applications (using Amazon AWS). At the end of the course, students shall be able to design and implement working parallel programs, using shared memory programming on CPU (using pThreads and OpenMP) and GPU (using Cuda) as well as distributed memory programming (using MPI) models. The concepts conveyed in lectures are deepened by practical programming exercises.

The following topics will be covered through lecture and seminar:

- Fundamentals of parallel algorithms
  - Decomposition, Communication, Agglomeration, and Mapping of parallel tasks
  - Styles of parallel programs
- Shared-memory programming
  - Processes, threads, and synchronisation
    - pThreads
    - OpenMP
  - Hardware architecture for parallel computing
    - Shared and distributed memory
    - Flynn's Taxonomy
    - Cache Coherence
    - Interconnection networks und routing
  - Distributed-memory programming
    - Message passing programming
      - MPI
- Analytical program models
  - Amdahl's law, etc.
  - Metrics
  - Profiling
- Parallel algorithms
- Programming massivly parallel systems
  - GPU und CUDA Programmierung
  - OpenCL
  - Warehouse-scale computing

#### Medienformen und technische Anforderungen bei Lehr- und Abschlussleistungen in elektronischer Form

- Lecture and seminar slide decks
- Assignments managed via Moodle
- Additional material, e.g., papers, source code excerpts, etc., and development tools
- All material will be shared via Moodle, accesible [HERE]

#### Technical Requirements

- personal computer required for all seminars and assignments
- ... with access to moodle.tu-ilmenau.de
- ... with access to colab.google.com

#### Literatur

- Introduction to Parallel Computing: Zbigniew J. Czech, Cambridge University Press (2017)
- Introduction to Parallel Computing (Second Edition): Ananth Grama, Anshul Gupta, George Karypis, Vipin Kumar, Addison Wesley (2003), ISBN 0-201-64865-2
  - Programming Massively Parallel Processors: A Hands-on Approach, D.B. Kirk and W.W. Hwu, Morgan Kaufmann, 2. Ed. (2012)
  - Parallelism in Matrix Computations, E. Gallopoulos, B. Philippe, A.H. Sameh, Springer (2015)
  - Parallel Programming, T. Rauber and G. Runger, Springer (2013)

#### Detailangaben zum Abschluss

Das Modul Parallel Computing mit der Prüfungsnummer 220424 schließt mit folgenden Leistungen ab:

- akternativie semesterbegleitende Prüfungsleistung mit einer Wichtung von 60% (Prüfungsnummer: 2200630)
- alternative semesterbegleitende Prüfungsleistung mit einer Wichtung von 40% (Prüfungsnummer: 2200631)

Details zum Abschluss Teilleistung 1:

- or multiple written tests consisting of multiple-choice and free-form questions evaluating the professional competence in the course's topics
  - preferably conducted digitally via Moodle and on the student's device
  - final results may be scaled or individual questions may be excluded depending on best performing percentile of students
  - students must register via thoska for this exam, typically within the 3rd and 4th week of the semester

Details zum Abschluss Teilleistung 2:

- one or multiple assignments to be solved individually at home and turned-in via Moodle at a defined due date announced with the task
  - assignments are may be accompanied by either a short physical, oral presentation and discusion in front of the peer group OR a short video presentation; students will be informed about the selected form upon announcing assignment topics
  - result determined as average across the evaluated solutions to the assignments
  - students must register via thoska for this exam, typically within the 3rd and 4th week of the semester

#### Link zum Moodle-Kurs

acesible [HERE]

verwendet in folgenden Studiengängen:

Master Informatik 2013  
 Master Informatik 2021  
 Master Ingenieurinformatik 2021  
 Master Maschinenbau 2017  
 Master Mathematik und Wirtschaftsmathematik 2022  
 Master Wirtschaftsinformatik 2021

## Modul: Schutz von Kommunikationsinfrastrukturen

Modulabschluss: Prüfungsleistung mündlich 20 min Art der Notengebung: Gestufte Noten  
 Sprache: Deutsch Pflichtkenn.: Wahlmodul Turnus: Sommersemester

Modulnummer: 200045 Prüfungsnummer: 2200690

Modulverantwortlich: Prof. Dr. Günter Schäfer

Leistungspunkte: 5	Workload (h): 150	Anteil Selbststudium (h): 116	SWS: 3.0							
Fakultät für Informatik und Automatisierung			Fachgebiet: 2253							
SWS nach	1.FS	2.FS	3.FS	4.FS	5.FS	6.FS	7.FS	8.FS	9.FS	10.FS
Fach-	V S P	V S P	V S P	V S P	V S P	V S P	V S P	V S P	V S P	V S P
semester		3 0 0								

### Lernergebnisse / Kompetenzen

- . Fachkompetenz: Die Studierenden verfügen über Kenntnisse zu Risiken und Bedrohungen sowie Maßnahmen zum Schutz von Kommunikationsinfrastrukturen. Sie kennen die speziellen Techniken und Gefahren von Sabotageangriffen und können die spezifischen Risiken bei der Einführung neuer Gegenmaßnahmen gegen Sabotageangriffe analysieren und bewerten.
- . Methodenkompetenz: Die Studierenden können bewerten, ob ein Systementwurf bzw. eine -implementierung, sicherheitsgerecht ist, und wie eine Angriffserkennung und Reaktion auf Angriffe durchgeführt werden kann.
- . Systemkompetenz: Die Studierenden verstehen das grundsätzliche Zusammenwirken der Maßnahmen zum Schutz von Kommunikationsinfrastrukturen.
- . Die Studierenden besitzen die grundlegende Fähigkeit, sich in die Perspektive eines Angreifers zu versetzen und aus diesem Blickwinkel heraus Schwachstellen in Protokollen und Systemen zu erkennen. Dabei haben sie gelernt, unterschiedliche Motivationen zu berücksichtigen und begreifen die Notwendigkeit, sich für schützenswerte Werte durch Implementierung entsprechender Gegenmaßnahmen einzusetzen. Auf der Grundlage der behandelten Beispielangriffe können die Studierenden potentiell gesellschaftsbedrohende Angriffe auf essentielle Infrastrukturen antizipieren und im gemeinsamen Diskurs Gegenmaßnahmen und Lösungsvorschläge entwickeln.

### Vorkenntnisse

Bachelorstudium Informatik, Semester 1-4

Der vorherige Besuch der Vorlesung "Network Security" im Bachelorstudium ist hilfreich, stellt jedoch keine notwendige Voraussetzung dar.

### Inhalt

Die Lehrveranstaltung behandelt Risiken und Bedrohungen sowie Maßnahmen zum Schutz von Kommunikationsinfrastrukturen. Aufbauend auf einer grundlegenden Klassifikation und einer Abgrenzung zum Inhalt der Grundlagenvorlesung Network Security werden insbesondere die Bereiche Schutz der Verfügbarkeit von Diensten und Systemen, sicherheitsgerechter Systementwurf und -implementierung, Angriffserkennung und Reaktion auf Angriffe, sowie Herausforderungen der Netzsicherheit in Umgebungen mit besonderen Randbedingungen (Adhoc Netze, Sensornetze etc.) thematisiert. 1. Introduction & Motivation 2. Denial of Service Attacks and Countermeasures 3. Protection of IP Packet Transport, Routing and DNS 4. Security Aware System Design and Implementation 5. Intrusion Detection and Response 6. Security in Sensor Networks (Challenges in Constraint Environments)

### Medienformen und technische Anforderungen bei Lehr- und Abschlussleistungen in elektronischer Form

Folien, Skripte

<https://moodle2.tu-ilmenau.de/course/view.php?id=4782>

### Literatur

- E. Amoroso. Fundamentals of Computer Security Technology. Prentice Hall. 1994.

- E. Amoroso. Intrusion Detection. Intrusion.Net Books, 1999.
- Brent Chapman and Elizabeth Zwicky. Building Internet Firewalls Second Edition. O'Reilly, 2000.
- C. Eckert. IT-Sicherheit: Konzepte, Verfahren, Protokolle. zweite Auflage, Oldenbourg Verlag, 2003.
- Simson Garfinkel and Gene Spafford. Practical Internet & Unix Security, O'Reilly, 1996.
- M.G. Graff, K.R. van Wyck. Secure Coding. O'Reilly, 2003
- S. Northcutt, J. Novak. Network Intrusion Detection - An Analyst's Handbook. second edition, New Riders, 2001.
- G. Schäfer; M.Rossberg. Netzsicherheit. dpunkt.verlag, 676 Seiten, 49,90 Euro, Juli 2014.
- J. Viega, G. McGraw. Building Secure Software. Addison-Wesley, 2003.

#### Detailangaben zum Abschluss

#### Link zum Moodle-Kurs

<https://moodle.tu-ilmenau.de/course/view.php?id=237>

#### verwendet in folgenden Studiengängen:

Master Informatik 2013  
Master Informatik 2021  
Master Ingenieurinformatik 2021  
Master Wirtschaftsinformatik 2021

## Modul: Security Engineering

Modulabschluss: Prüfungsleistung mündlich 20 min      Art der Notengebung: Gestufte Noten  
 Sprache: Deutsch      Pflichtkennz.: Wahlmodul      Turnus: Sommersemester

Modulnummer: 200035      Prüfungsnummer: 2200678

Modulverantwortlich: Prof. Dr. Kai-Uwe Sattler

Leistungspunkte: 5      Workload (h): 150      Anteil Selbststudium (h): 105      SWS: 4.0  
 Fakultät für Informatik und Automatisierung      Fachgebiet: 2255

SWS nach Fach- semester	1.FS			2.FS			3.FS			4.FS			5.FS			6.FS			7.FS			8.FS			9.FS			10.FS								
	V	S	P	V	S	P	V	S	P	V	S	P	V	S	P	V	S	P	V	S	P	V	S	P	V	S	P	V	S	P	V	S	P			
				2	2	0																														

### Lernergebnisse / Kompetenzen

Students are able to understand and discuss the methodical steps of model-based security engineering. They can describe well-known, fundamental formal models as well as revise and refine them for a selected application scenario. They can apply analysis paradigms to design and implement algorithms for validating scenario-specific security properties. They can describe the purpose of security model specification languages, compare different languages for specific application scenarios and apply them to a given model. They can discuss security requirements for a complex scenario, derive a formal security model from them, and implement this model in a security architecture during the final workshop.

Students can discuss open questions and argue for different solution approaches. They can give constructive criticism while preparing workshop assignment. They can cooperatively develop ideas and manage tasks and responsibilities during a complex final workshop. They can present and defend their results.

### Vorkenntnisse

Betriebssysteme aus dem SG Bachelor Informatik, WP-Modul "Systemsicherheit" aus dem SG Bachelor Informatik

### Inhalt

This module is an advanced class on systems security. It focuses on methodological engineering of security properties of IT systems based on formal security models. In an early stage of the engineering process formal security models are used for the precise and unambiguous representation of security policies which then are analyzed by static model checking and simulative model execution. Successful models afterwards are transformed via specification languages into executable code which finally is integrated into a system's TCB. The class is organized in lectures and workshops; while theoretical knowledge is imparted in traditional lectures and exercises, practical skills are trained in a total of five workshops. Course topics are:

- Requirements Engineering
- Model Engineering
  - advanced security models (take-grant model, schematic protection model, typed-access-matrix model, role-based access control (RBAC), attribute-based access control (ABAC))
    - model composition
    - model analysis
- Specification Engineering
  - specification languages
  - workshop on language design
  - workshop on language implementation and compiler
- TCB Engineering
  - TCBs
  - security architectures
- Security Engineering

- workshop: a complete security engineering project

Medienformen und technische Anforderungen bei Lehr- und Abschlussleistungen in elektronischer Form

Lecture and discussions using beamer and whiteboard, home assignments, workshops, books and articles

#### Literatur

TAM Model:

R. Sandhu: The Typed Access Matrix Model

Proceedings of the 1992 IEEE Symposium on Security and Privacy (S&P '92), 1992, 122-136. IEEE Computer Society. ISBN 0-8186-2825-1. ACM Digital Library

Role Mining:

H. Lu, J. Vaidya, V. Atluri: An optimization framework for role mining

Journal of Computer Security (JCS), 2014, 22, 1-31. IOS Press 2014.

H. Lu, Y. Hong, Y. Yang, L. Duan, N. Badar: Towards user-oriented RBAC model

Journal of Computer Security (JCS), 2015, 23, 107-129. IOS Press 2015.

B. Mitra, S. Sural, V. Atluri, J. Vaidya: The generalized temporal role mining problem

Journal of Computer Security (JCS), 2015, 23, 31-58. IOS Press 2015.

Model Analysis:

Jaeger, T. & Tidswell, J. E.: Practical Safety in Flexible Access Control Models

ACM Transactions on Information Systems Security (TISSEC), 2001, 4, 158-190

SELinux:

Frank Mayer, Karl Macmillan, David Caplan: SELinux by Example. Prentice Hall 2007, 425 Seiten.

#### Detailangaben zum Abschluss

#### Link zum Moodle-Kurs

<https://moodle2.tu-ilmenau.de/course/view.php?id=3478>

#### verwendet in folgenden Studiengängen:

Master Informatik 2013

Master Informatik 2021

Master Wirtschaftsinformatik 2021

## Modul: Security in Embedded Systems

Modulabschluss: Prüfungsleistung schriftlich 90 min      Art der Notengebung: Gestufte Noten  
 Sprache: Englisch      Pflichtkennz.: Wahlmodul      Turnus: Wintersemester

Modulnummer: 200134      Prüfungsnummer: 2200828

Modulverantwortlich: Prof. Daniel Ziener

Leistungspunkte: 5      Workload (h): 150      Anteil Selbststudium (h): 105      SWS: 4.0  
 Fakultät für Informatik und Automatisierung      Fachgebiet: 2231

SWS nach Fach- semester	1.FS			2.FS			3.FS			4.FS			5.FS			6.FS			7.FS			8.FS			9.FS			10.FS								
	V	S	P	V	S	P	V	S	P	V	S	P	V	S	P	V	S	P	V	S	P	V	S	P	V	S	P	V	S	P	V	S	P			
	2	2	0																																	

### Lernergebnisse / Kompetenzen

#### Learning Goals

- The students have knowledge about types of attacks.
- The students have knowledge about detection of attacks.
- The students have knowledge about prevention of attacks.
- The students have knowledge about countermeasures against attacks.

#### Expertise

- . The students can show the influence of attacks and the corresponding countermeasures on the dependability of embedded systems
- . The students can describe the different countermeasures of attacks
- . The students can summarize different security facilities and measures for embedded systems
- . The students can show the overhead (area, time) of security facilities
- . The students can classify different types of attack on embedded systems

#### Social Competence

- . The students can develop concepts in groups with subsequent implementations

#### Autonomy

- . The students can acquire new knowledge from specific literature and associate this knowledge with other classes.

### Vorkenntnisse

computer engineering, basic knowledge in embedded systems

### Inhalt

#### Background:

Due to increasing networking of embedded systems, the protection of such systems against attacks on stored or processed data as well as implementation details is an increasingly important but also challenging task. The protection of embedded systems against known as well as new sophisticated attack possibilities is the subject of this lecture. It shows what attacks exist, what countermeasures can be taken and how to design secure embedded systems.

#### Course coverage:

- Attack scenarios
  - Examples of attack scenarios
  - Attacks on cryptographic algorithms and their implementations
- Code injection attacks
  - Different type of code injection attacks
  - Countermeasures
- Invasive physical attacks

- Microprobing
- Prevention and detection of single event effects
- Reverse engineering
- IP Protection
- Watermarking
- Non-invasive logical attacks
  - Phishing
  - Forged authenticity
  - Countermeasures
- Non-invasive physical attacks
  - Eavesdropping
  - Side-channel attacks
- Case study: Security in automotive applications

#### Medienformen und technische Anforderungen bei Lehr- und Abschlussleistungen in elektronischer Form

Slides (presentation+download), exercises (download), examples

Technische Anforderungen bei alternativen Lehrleistungen in elektronischer Form:  
 Internetzugang, Mikrofon+Lautsprecher oder Headset, Webex Meeting  
 (bei Abschlussleistung: zusätzlich Kamera)

#### Literatur

- Catherine H. Gebotys, Security in Embedded Devices. Springer 2010.
- Benoit Badrignans et al., Security Trends for FPGAs. Springer 2011.
- Daniel Ziener, Techniques for Increasing Security and Reliability of IP Cores Embedded in FPGA and ASIC Designs. Dr. Hut 2010.

#### Detaillangaben zum Abschluss

#### Link zum Moodle-Kurs

<https://moodle.tu-ilmeneau.de/course/view.php?id=275>

#### verwendet in folgenden Studiengängen:

Master Informatik 2013  
 Master Informatik 2021  
 Master Ingenieurinformatik 2021  
 Master Research in Computer and Systems Engineering 2016  
 Master Research in Computer and Systems Engineering 2021  
 Master Research in Computer & Systems Engineering 2016



## Modul: Virtual and Augmented Reality (VR/AR)

Modulabschluss: Prüfungsleistung alternativ

Art der Notengebung: Gestufte Noten

Sprache: Englisch

Pflichtkennz.: Wahlmodul

Turnus: Sommersemester

Modulnummer: 200843

Prüfungsnummer: 2500604

Modulverantwortlich: Prof. Dr. Wolfgang Broll

Leistungspunkte: 5	Workload (h): 150	Anteil Selbststudium (h): 105	SWS: 4.0																								
Fakultät für Wirtschaftswissenschaften und Medien			Fachgebiet: 2557																								
SWS nach	1.FS	2.FS	3.FS	4.FS	5.FS	6.FS	7.FS	8.FS	9.FS	10.FS																	
Fach-	V	S	P	V	S	P	V	S	P	V	S	P	V	S	P	V	S	P	V	S	P	V	S	P	V	S	P
semester				2	1	1																					

### Lernergebnisse / Kompetenzen

Through the lecture the students understand the structure and the essential components of VR and AR applications. They know the techniques required for this and can remind them if necessary. Through the seminar they have practical experience in the conception of a VR/AR applications and can implement them as part of the practical course within an application context. Through the group work in the seminar as well as in the practical lab course, the students can correctly assess and appreciate the achievements of their fellow students. They take criticism, heed remarks and accept suggestions.

### Vorkenntnisse

Bachelor level knowledge of computer graphics, programming (e.g. course AuP), VR/AR and games (e.g. course VWDS)

### Inhalt

Virtual Reality (VR) and Augmented Reality (AR) are two technologies which become more and more important today, in particular with the availability of consumer VR displays and the introduction of AR SDKs on all major mobile platforms. This course covers the required knowledge to understand and create VR and AR applications considering their large variety regarding hardware and software.

The course investigates into special VR and AR output devices such as HMD and CAVE, 3D interaction techniques including navigation in VR, selection and manipulation as well as usability aspects. It also deals in detail with real-time aspects. Finally, AR, its different visualization concepts, geometric and photometric registration, as well as the tracking methods underlying AR, such as marker tracking and SLAM. Furthermore, the principle of Mediated Reality is discussed and Diminished Reality is explained in detail.

In the seminar and the practical lab course the students will develop their own small VR or AR application in small groups.

### Medienformen und technische Anforderungen bei Lehr- und Abschlussleistungen in elektronischer Form

Enrollment starts 27.03.2023 at 10am on Moodle.

### Literatur

Virtual and Augmented Reality, Dörner et al. (eds), Springer, 2021

### Detailangaben zum Abschluss

Grading is based on idea / creativity (20%), playability (55%), documentation / presentation (15%), and communication and teamwork (10%).

### Link zum Moodle-Kurs

VR/AR (tu-ilmenau.de)

### verwendet in folgenden Studiengängen:

Master Informatik 2013

Master Informatik 2021

Master Medieningenieurwissenschaften 2023



## Modul: Advanced Computer Architectures

Modulabschluss: Prüfungsleistung mündlich 30 min Art der Notengebung: Gestufte Noten  
 Sprache: Englisch Pflichtkennz.: Wahlmodul Turnus: Wintersemester

Modulnummer: 201198 Prüfungsnummer: 2200876

Modulverantwortlich: Dr. Bernd Däne

Leistungspunkte: 5 Workload (h): 150 Anteil Selbststudium (h): 116 SWS: 3.0  
 Fakultät für Informatik und Automatisierung Fachgebiet: 2231

SWS nach Fach- semester	1.FS			2.FS			3.FS			4.FS			5.FS			6.FS			7.FS			8.FS			9.FS			10.FS					
	V	S	P	V	S	P	V	S	P	V	S	P	V	S	P	V	S	P	V	S	P	V	S	P	V	S	P	V	S	P	V	S	P
							3	0	0																								

### Lernergebnisse / Kompetenzen

Learning outcomes and competencies from the lecture:

**Technical competence:** Students understand in detail common features, distinguishing criteria, areas of application, structure and operation of microcontrollers and digital signal processors. The students know structure and function mode of selected typical representatives. Students understand the functions of software tools used in typical development processes for microcontrollers and digital signal processors.

Students understand in detail general characteristics, advantages and disadvantages, significance, structure, function and possible applications of the special and innovative computer architectures covered. The students recognize the mode of operation of selected individual functions on the basis of exemplary demonstrations.

**Methodological competence:** The students are able to analyze the properties and possible applications of microcontrollers and digital signal processors and to assess their suitability for different tasks. Students are able to plan and implement the use of microcontrollers and digital signal processors using manufacturer information. Students should be able to analyze special and innovative computer architectures, evaluate their possible applications, and recognize their classification within the computer architectures covered.

**System competence:** Students recognize the relationship between architecture and application in the field of microcontrollers and digital signal processors. Students understand the importance of microcontrollers and digital signal processors in the context of the realization of embedded systems.

Students should be able to recognize the diversity and evolution of computer architectures as part of overall technological advancement.

**Social competence:** Students are able to follow a lecture in a concentrated and attentive manner and to avoid interruptions. They recognize the appropriate times to ask questions.

In addition to lecture, source-based independent study is used as another form of learning.

Learning outcomes and competencies from independent study:

**Professional competence:** Students have expanded their knowledge of the subject matter covered using source material. They have acquired further individual knowledge and have deepened the knowledge they have acquired in the lecture.

**Methodological competence:** The students are able to find suitable and reliable information in the literature and on the Internet. They are able to classify the information they find and link it to the knowledge they have already acquired. They are also able to recognize the necessity of a study of sources based on a concrete task or question and to carry this out appropriately.

**System competence:** Students have deepened their understanding of the classification and significance of the individual architectures discussed within the overall view of computer architectures.

**Social competence:** The students have a balance between independent, concentrated work and the exchange with others.

## Vorkenntnisse

Basic knowledge of computer architectures and computer engineering from related Bachelor courses.

## Inhalt

Topics of the lecture:

1. Introduction
2. Microcontrollers and Digital Signal Processors
3. Vector Computers 4. Processing in Memory
5. Other Aspects of Control Flow Architectures
6. Dataflow Architectures
7. Neurocomputers
8. Optical Computers
9. Quantum Computing

## Medienformen und technische Anforderungen bei Lehr- und Abschlussleistungen in elektronischer Form

- blackboard/whiteboard
- slides (video projection)

## Literatur

Online sources for further information (in case of special interest) will be provided in the Moodle course.  
Reading literature is not required in this course.

## Detailangaben zum Abschluss

## Link zum Moodle-Kurs

<https://moodle.tu-ilmeneau.de/course/view.php?id=279>  
(Key: 1234)

## verwendet in folgenden Studiengängen:

Master Informatik 2021  
Master Ingenieurinformatik 2021  
Master Research in Computer and Systems Engineering 2021

## Modul: Advanced Distributed Systems

Modulabschluss: Prüfungsleistung mündlich 30 min Art der Notengebung: Gestufte Noten

Sprache: Englisch

Pflichtkenn.: Wahlmodul

Turnus: Wintersemester

Modulnummer: 201197

Prüfungsnummer: 2200875

Modulverantwortlich: Prof. Dr. Boris Koldehofe

Leistungspunkte: 5	Workload (h): 150	Anteil Selbststudium (h): 105	SWS: 4.0							
Fakultät für Informatik und Automatisierung			Fachgebiet: 2255							
SWS nach	1.FS	2.FS	3.FS	4.FS	5.FS	6.FS	7.FS	8.FS	9.FS	10.FS
Fach-	V S P	V S P	V S P	V S P	V S P	V S P	V S P	V S P	V S P	V S P
semester			3 1 0							

### Lernergebnisse / Kompetenzen

At the end of the course, students can reproduce and explain concepts for dealing with dynamic and large-scale distributed systems. Students show a deep understanding of system concepts to ensure performance, robustness, and security of distributed applications. Students can explain the properties of specific concepts for autoscaling and securing distributed applications and demonstrate, analyze, and prove their behavior. Students are able to interpret and use different models and abstractions of advanced distributed systems and select appropriate mechanisms for dealing with highly heterogeneous components from the continuum of resources comprising IoT devices, edge resources, cloud resources, and network components. The student can compare the suitability of algorithms and mechanisms for specific advanced distributed systems applications, reason about their limitations, and can relate the findings to particular use cases, e.g., the Internet of Things and scalable data analysis.

### Vorkenntnisse

Pre-knowledge on fundamental aspects of computer science obtained for instance in a BSc program, in particular data structures and algorithms, basic concepts of programming languages, basic knowledge on computer networks, computer architecture or distributed and operating system principles.

### Inhalt

Nowadays, distributed systems are highly dynamic and often integrate many heterogeneous resources for computing communication and storage over a continuum of cloud data centers, edge data centers, user devices, sensors, and network components. In this course, students will study the principles behind current distributed technologies and modern architectures that support building highly scalable and robust distributed applications. The goal of the course is to develop an understanding of the principles behind advanced distributed systems technologies and programming concepts to build scalable, robust, and secure distributed systems applications. In particular, the lecture will cover the following topics:

- 1) Modern technologies and architectural concepts of distributed systems covering principles behind cloud, edge, fog, serverless and in-network computing
- 2) Systematic study of autoscaling concepts for distributed systems
- 3) Accelerating the performance of distributed systems with hardware accelerators and new system concepts, e.g., P4, DPDK, and RDMA
- 4) Advanced distributed programming concepts supporting scalable and robust distributed systems, e.g., asynchronous communication, distributed ledgers, distributed machine learning
- 5) Advanced security and privacy mechanisms, e.g., differential privacy, attribute-based encryption, distributed authentication and authorization architectures and federated learning

### Medienformen und technische Anforderungen bei Lehr- und Abschlussleistungen in elektronischer Form

Slides

Lecture Recording

Exercise Assignments &amp; Solutions

Quizzes

Blackboard Discussion

### Literatur

The literature list provides pointers for complementary reading only and will be updated before the start of the course:

- Frank Fitzek, Fabrizio Granelli, Patrick Seeling. Computing in Communication Networks: From Theory to Practice. Academic Press. 2020. ISBN ? 978-0128204887
  - Thomas Ertl. Cloud Computing: Concepts, Technology, and Architecture. Pearson 2023. ISBN 978-0138052256.
  - G. F. Coulouris, J. Dillimore, T. Kindberg. Distributed Systems: Concepts And Design. 5th Ed. 2017. ISBN 978-9332575226.
- M. van Steen, A. S. Tanenbaum. Distributed Systems. Ed. 3.01. 2017. ISBN 978-1543057386.

Detailangaben zum Abschluss

Link zum Moodle-Kurs

<https://moodle.tu-ilmenau.de/course/view.php?id=804>

verwendet in folgenden Studiengängen:

Master Informatik 2021

Master Ingenieurinformatik 2021

Master Research in Computer and Systems Engineering 2021

## Modul: Beweiskomplexität

Modulabschluss: Prüfungsleistung mündlich 30 min Art der Notengebung: Gestufte Noten  
 Sprache: Deutsch Pflichtkenn.: Wahlmodul Turnus: Wintersemester

Modulnummer: 201114 Prüfungsnummer: 2200862

Modulverantwortlich: Prof. Dr. Christoph Berkholtz

Leistungspunkte: 5 Workload (h): 150 Anteil Selbststudium (h): 105 SWS: 4.0  
 Fakultät für Informatik und Automatisierung Fachgebiet: 2242

SWS nach Fach- semester	1.FS			2.FS			3.FS			4.FS			5.FS			6.FS			7.FS			8.FS			9.FS			10.FS					
	V	S	P	V	S	P	V	S	P	V	S	P	V	S	P	V	S	P	V	S	P	V	S	P	V	S	P	V	S	P	V	S	P
							3	1	0																								

### Lernergebnisse / Kompetenzen

Die Studierenden kennen grundlegende Resultate und Methoden der Beweiskomplexität und können Beweissysteme hinsichtlich ihrer Effizienz vergleichen. Sie wissen, wie Grenzen von Algorithmen mit Hilfe der Beweiskomplexität bewiesen werden können und sind in der Lage, die Vor- und Nachteile verschiedener algorithmischer Strategien zu beurteilen.

### Vorkenntnisse

Aussagenlogik, Komplexitätstheorie und lineare Algebra aus den Bachelor-Grundvorlesungen

### Inhalt

Die Beweiskomplexitätstheorie entstand aus der Frage heraus, ob die Klasse NP aller Entscheidungsprobleme mit Beweisen polynomieller Länge unter Komplement abgeschlossen ist: während bspw. jede erfüllende Belegung einer SAT-Instanz einen leicht zu überprüfenden Nachweis ihrer Erfüllbarkeit liefert, wird vermutet, dass es für unerfüllbare SAT-Instanzen im Allgemeinen keine kurzen Beweise ihrer Unerfüllbarkeit gibt.

In der Beweiskomplexität wird die Frage, was sich effizient beweisen lässt, für konkrete Beweissysteme untersucht. Diese Systeme weisen häufig einen engen Zusammenhang zu Algorithmen für NP-schwere Probleme auf. Bekanntestes Beispiel ist der Resolutionskalkül, welcher die Grundlage für nahezu alle modernen SAT-Solver bildet.

Die Lehrveranstaltung gibt eine Einführung in die Konzepte und Methoden der Beweiskomplexität und ihrer Anwendung in der Analyse von Algorithmen für NP-schwere Probleme. Neben dem Resolutionskalkül werden auch algebraische und semi-algebraische Beweissysteme und die entsprechenden Algorithmen vorgestellt. Beispielsweise:

- Polynomial Calculus und Buchberger's Gröbnerbasis-Algorithmus
- Cutting Planes und das Schnittebenenverfahren
- Sum-of-Squares und semidefinite Optimierung

### Medienformen und technische Anforderungen bei Lehr- und Abschlussleistungen in elektronischer Form

Tafelvortrag, Beamerpräsentation, Skript, Übungsblätter

### Literatur

Samuel R. Buss and Jakob Nordström: Proof Complexity and SAT Solving.  
 In: Handbook of Satisfiability (2nd ed., 2021), Chapter 7.  
<https://doi.org/10.3233/FAIA200990>

Jan Krajíček: Proof Complexity. Cambridge University Press (2019).  
<https://doi.org/10.1017/9781108242066>

### Detailangaben zum Abschluss

Link zum Moodle-Kurs

<https://moodle2.tu-ilmenau.de/enrol/index.php?id=4274>

verwendet in folgenden Studiengängen:

Master Informatik 2021



## Modul: Cellular Communication Systems

Modulabschluss: mehrere Teilleistungen

Art der Notengebung: Generierte Noten

Sprache: Englisch

Pflichtkennz.: Wahlmodul

Turnus: Wintersemester

Modulnummer: 200070

Prüfungsnummer: 220447

Modulverantwortlich: Prof. Dr. Andreas Mitschele-Thiel

Leistungspunkte: 5	Workload (h): 150	Anteil Selbststudium (h): 105	SWS: 4.0																								
Fakultät für Informatik und Automatisierung			Fachgebiet: 2235																								
SWS nach	1.FS	2.FS	3.FS	4.FS	5.FS	6.FS	7.FS	8.FS	9.FS	10.FS																	
Fach-	V	S	P	V	S	P	V	S	P	V	S	P	V	S	P	V	S	P	V	S	P	V	S	P	V	S	P
semester																											

### Lernergebnisse / Kompetenzen

#### Technical competence:

After completion of the lectures, students will have knowledge and understanding of the structure and operation of modern cellular mobile communication systems, in particular GSM, GPRS/EDGE, UMTS, LTE and 5G and their protocols.

#### Methodological competence:

Students are able to understand complex issues of cellular mobile communication systems, to deepen this understanding independently and to develop their own solutions based on this.

#### Systems Competency:

Through a combination of lecture and individual work, students will subsequently understand the interaction of the components and individual functions of the system and be able to assess the impact of design decisions on the system as a whole.

#### Social Competence:

Students are able to independently solve and showcase problems of cellular mobile communication systems. By developing their own proposed solutions for selected topics individually, as well as presenting and discussing them in the group, they have learned to take other students' opinions into account and to critically question them. They were able to acquire the knowledge required for solving the tasks from available sources independently or in cooperation with others, became aware of the approach for problem solution through the presentation of the different possibilities and are able to appreciate the achievements of others accordingly.

### Vorkenntnisse

Communication protocols and networks, basics of mobile communication networks

### Inhalt

- Review of mobile communication basics
- Overview on GSM and GPRS
- UMTS architecture (mobility management, connection and session management, wideband CDMA, management of radio resources)
- UMTS radio access network
- High-Speed Packet Access (HSPA)
- Long-Term Evolution (LTE)
- System Architecture Evolution (SAE)
- Self-organization in LTE

### Medienformen und technische Anforderungen bei Lehr- und Abschlussleistungen in elektronischer Form

Presentations with beamer, presentation slides

### Literatur

- Kaaranen, Ahtiainen, Laitinen, Naghian, Niemi. UMTS Networks - Architecture, Mobility and Services. Wiley, 2001
- Holma, Toskala. WCDMA for UMTS. revised edition, Wiley, 2002
- Dahlmann, Parkvall, Sköld. 4G: LTE/LTE-Advanced for Mobile Broadband, AP, 2011
- Stefania Sesia, Issam Toufik, Matthew Baker. LTE - The UMTS Long Term Evolution: From Theory to Practice

### Detailangaben zum Abschluss

Das Modul Cellular Communication Systems mit der Prüfungsnummer 220447 schließt mit folgenden Leistungen ab:

- alternative semesterbegleitende Prüfungsleistung mit einer Wichtung von 40% (Prüfungsnummer: 2200720)
- mündliche Prüfungsleistung 20 Minuten mit einer Wichtung von 60% (Prüfungsnummer: 2200721)

#### Details zum Abschluss Teilleistung 1:

The course consists of two parts: In the first part of the semester, lectures on the material are given. In the second part, individual studies (semester-long research projects that include a term paper and a presentation) help to improve understanding of the material.

### Link zum Moodle-Kurs

<https://moodle.tu-ilmenau.de/course/view.php?id=372>

### verwendet in folgenden Studiengängen:

Master Communications and Signal Processing 2021  
Master Informatik 2013  
Master Informatik 2021  
Master Research in Computer and Systems Engineering 2021  
Master Research in Computer & Systems Engineering 2016

## Modul: Constraint Satisfaction

Modulabschluss: Prüfungsleistung mündlich 30 min      Art der Notengebung: Gestufte Noten  
 Sprache: Deutsch      Pflichtkennz.: Wahlmodul      Turnus: Wintersemester

Modulnummer: 201196      Prüfungsnummer: 2200874

Modulverantwortlich: Prof. Dr. Christoph Berkholtz

Leistungspunkte: 5      Workload (h): 150      Anteil Selbststudium (h): 116      SWS: 3.0  
 Fakultät für Informatik und Automatisierung      Fachgebiet: 2242

SWS nach Fach- semester	1.FS			2.FS			3.FS			4.FS			5.FS			6.FS			7.FS			8.FS			9.FS			10.FS								
	V	S	P	V	S	P	V	S	P	V	S	P	V	S	P	V	S	P	V	S	P	V	S	P	V	S	P	V	S	P	V	S	P			

### Lernergebnisse / Kompetenzen

- Die Studierenden kennen grundlegende Designkonzepte, um eigenständig Verfahren zur Lösung von Constraint Satisfaction Problemen zu entwickeln.
- Die Studierenden sind in der Lage, CSP-Algorithmen anforderungsgerecht zu entwickeln und Methoden auf neue Probleme strategieorientiert anzuwenden.
- Die Studierenden kennen grundlegende Begriffe und Methoden Komplexitätsanalyse von CSP-Klassen und sind in der Lage, selbstständig Reduktionen zu entwickeln. Sie sind mit gängigen Komplexitätshypothesen vertraut, um CSP-Klassen einordnen und bewerten zu können.
- Die Studierenden können die Komplexität von Constraint Satisfaction Problemen unter Berücksichtigung unterschiedlicher Beurteilungsmaßstäbe untersuchen, in Beziehung setzen und bewerten.
- Die Studierenden sind in der Lage, aktuelle Forschungsergebnisse im Bereich Constraint Satisfaction durchdacht einzuordnen, methodisch nachzuvollziehen und strategieorientiert anzuwenden.

### Vorkenntnisse

### Inhalt

Das Constraint Satisfaction Problem (CSP) umfasst eine große Klasse von Suchproblemen, deren Ziel es ist, eine Lösung zu finden, die alle vorgegebenen Nebenbedingungen (Constraints) erfüllt. Durch seine Allgemeinheit haben das CSP und seine Lösungsmethoden (constraint solving) Anwendungen in vielfältigen Bereichen der Informatik, beispielsweise beim Planen und Scheduling, der kombinatorischen Optimierung, dem automatischen Schließen und der Anfrageauswertung in Datenbanken.

Dieses Modul widmet sich der Theorie des Constraint Satisfaction Problems. Im algorithmischen Teil werden sowohl generelle Lösungsmethoden, wie Constraint Propagation und Suchstrategien, als auch spezialisierte Techniken, welche die Struktur spezifischer Constraints und des Constraintnetzwerks ausnutzen, betrachtet. Komplementiert wird der algorithmische Teil durch eine detaillierte Komplexitätsbetrachtung des CSPs. Die Kernfrage ist hierbei: Welche Arten von CSPs lassen sich effizient lösen und für welche Klassen von CSP-Instanzen ist dies (unter gewissen Komplexitätsannahmen) nicht möglich?

### Medienformen und technische Anforderungen bei Lehr- und Abschlussleistungen in elektronischer Form

### Literatur

Die Vorlesung folgt einem eigenen Skript. Als Einstieg und Hintergrund des algorithmischen Teils ist zu empfehlen:

Rina Dechter:  
 Constraint processing. Elsevier Morgan Kaufmann 2003

Krzysztof R. Apt:  
 Principles of constraint programming. Cambridge University Press 2003

### Detailangaben zum Abschluss

### Link zum Moodle-Kurs

<https://moodle.tu-ilmenau.de/course/view.php?id=44>

verwendet in folgenden Studiengängen:

Master Informatik 2021

## Modul: Deep Learning

Modulabschluss: mehrere Teilleistungen      Art der Notengebung: Generierte Noten  
 Sprache: Englisch      Pflichtkenn.: Wahlmodul      Turnus: ganzjährig

Modulnummer: 200131      Prüfungsnummer: 220488

Modulverantwortlich: Prof. Dr. Patrick Mäder

Leistungspunkte: 5      Workload (h): 150      Anteil Selbststudium (h): 105      SWS: 4.0  
 Fakultät für Informatik und Automatisierung      Fachgebiet: 2252

SWS nach Fach- semester	1.FS			2.FS			3.FS			4.FS			5.FS			6.FS			7.FS			8.FS			9.FS			10.FS		
	V	S	P	V	S	P	V	S	P	V	S	P	V	S	P	V	S	P	V	S	P	V	S	P	V	S	P	V	S	P
							2	2	0																					

### Lernergebnisse / Kompetenzen

Professional competence gained through lectures and examined through written exam:

- Students have knowledge about theoretical foundations of deep neural networks.
- Students have knowledge about CNN architectures and their applications.
- Students have knowledge about architectures for sequence modeling and their applications.

Methodological competence gained through seminars and examined through aPI (assignments):

- Students gained the ability to implement and apply a variety of deep learning algorithms.
- Students gained the ability to evaluate and troubleshoot deep learning models.
- Students gained the ability to use computational resources for training and application of deep learning models.

Social competence gained through lectures and seminars:

- Students gained insights in ethical aspects of machine learning (e.g., bias, autonomous driving) through discussions in lectures and seminars.
- Students can discuss advantages and disadvantages of different deep learning approaches among each other and with their lecturers and gained professionalism in mastering discussions beyond their mother tongue.
- Students learn to discuss and solve a scientific problem in a team of peers

### Vorkenntnisse

- basic programming skills in Python
- basic understanding of machine learning preferable

### Inhalt

Deep learning has recently revolutionized a variety of application like speech recognition, image classification, and language translation mostly driven by large tech companies, but increasingly also small and medium-sized companies aim to apply deep learning techniques for solving an ever increasing variety of problems. This course will give you detailed insight into deep learning, introducing you to the fundamentals as well as to the latest tools and methods in this rapidly emerging field.

Deep learning thereby refers to a subset of machine learning algorithms that analyze data in succeeding stages, each operating on a different representation of the analyzed data. Specific to deep learning is the ability to automatically learn these representations rather than relying on domain expert for defining them manually. The course will teach you the theoretical foundations of deep neural networks, which will provide you with the understanding necessary for adapting and successfully applying deep learning in your own to implement, parametrize and apply a variety of deep learning (CNNs) as well as recurrent neural networks (RNNs) and transformers for image, text, and time series analysis. You will further become familiar with advanced data science tools and in using computational resources to train and apply deep learning models.

### Medienformen und technische Anforderungen bei Lehr- und Abschlussleistungen in elektronischer Form

- Presentations
- Assignments including code stubs
- Jupyter cloud services (personal computer required)
- All material will be shared via Moodle, accessible [HERE]

#### Technical Requirements

- personal computer required for all seminars and assignments
- ... with access to moodle.tu-ilmenau.de
- ... with access to colab.google.com

#### Literatur

- Deep Learning: Ian Goodfellow, Yoshua Bengio, and Aaron Courville, MIT Press (2016)
- Pattern Recognition and Machine Learning: Christopher M. Bishop, Springer (2006)
- Hands-On Machine Learning with Scikit-Learn and TensorFlow: Aurélien Géron, O'Reilly Media (2017)

#### Detailangaben zum Abschluss

Das Modul Deep Learning mit der Prüfungsnummer 220488 schließt mit folgenden Leistungen ab:

- alternative semesterbegleitende Prüfungsleistung mit einer Wichtung von 50% (Prüfungsnummer: 2200822)
- alternative semesterbegleitende Prüfungsleistung mit einer Wichtung von 50% (Prüfungsnummer: 2200823)

Details zum Abschluss Teilleistung 1:

- multiple coding assignments evaluating methodological and practical competence in the taught concepts - to be individually solved at home with due date and submission via Moodle
- result determined as average across the evaluated solutions to the assignments
- students must register via thoska for this exam, typically within the 3rd and 4th week of the semester

Details zum Abschluss Teilleistung 2:

- one or multiple written tests consisting of multiple-choice and free-form questions evaluating the professional competence in the course's topics
- preferably conducted digitally via Moodle and on the student's device
- final results may be scaled or individual questions may be excluded depending on best performing percentile of students
- students must register via thoska for this exam, typically within the 3rd and 4th week of the semester

#### Link zum Moodle-Kurs

accessible [HERE]

#### verwendet in folgenden Studiengängen:

Diplom Elektrotechnik und Informationstechnik 2017  
 Diplom Elektrotechnik und Informationstechnik 2021  
 Master Communications and Signal Processing 2021  
 Master Elektrotechnik und Informationstechnik 2021  
 Master Fahrzeugtechnik 2014  
 Master Fahrzeugtechnik 2022  
 Master Informatik 2013  
 Master Informatik 2021  
 Master Ingenieurinformatik 2021  
 Master Mathematik und Wirtschaftsmathematik 2022  
 Master Medieningenieurwissenschaften 2023  
 Master Medientechnologie 2017  
 Master Research in Computer and Systems Engineering 2021  
 Master Research in Computer & Systems Engineering 2016  
 Master Technische Physik 2023  
 Master Wirtschaftsinformatik 2021

## Modul: Forschungsprojekt

Modulabschluss: Prüfungsleistung alternativ

Art der Notengebung: Gestufte Noten

Sprache: Deutsch/Englisch

Pflichtkenn.: Wahlmodul

Turnus: ganzjährig

Modulnummer: 200739

Prüfungsnummer: 2200846

Modulverantwortlich: Silke Eberhardt-Schmidt

Leistungspunkte: 5	Workload (h): 150	Anteil Selbststudium (h): 150	SWS: 0.0																								
Fakultät für Informatik und Automatisierung			Fachgebiet: 2200																								
SWS nach	1.FS	2.FS	3.FS	4.FS	5.FS	6.FS	7.FS	8.FS	9.FS	10.FS																	
Fach-	V	S	P	V	S	P	V	S	P	V	S	P	V	S	P	V	S	P	V	S	P	V	S	P	V	S	P
semester	150 h			o. 150 h																							

### Lernergebnisse / Kompetenzen

Im Rahmen eines Projektes mit einer definierten Aufgabe und Zielsetzung sind die Studierenden in der Lage, neue Lösungen in der Informatik oder Ingenieurinformatik zu entwickeln. Sie können in der Projektarbeit ihre Kenntnisse und ihren Sachverstand aus dem Studium zur Lösung der Aufgabe in Anlehnung gezielt einsetzen. Die Studierenden sind in der Lage, komplexe Zusammenhänge zu analysieren, Lösungsalternativen zu entwickeln und zu bewerten, und diese mit Techniken der Ingenieurinformatik umzusetzen und zu überprüfen. Darüber hinaus sind Studierende fähig, Ergebnisse wissenschaftlich vorzustellen und diese zu diskutieren. Sie sind fähig, Kritik anzunehmen und Hinweise zu beachten.

### Vorkenntnisse

### Inhalt

- Bearbeitung eines Projektes aus dem Themenbereich der Informatik oder Ingenieurinformatik unter Betreuung, beispielsweise innerhalb eines laufenden Forschungsprojektes der Fachgebiete
- Dokumentation der Arbeit (Konzeption eines Arbeitsplanes, Literaturrecherche, Stand der Technik)
- Wissenschaftliche Tätigkeiten (z. B. Anforderungsanalyse, Entwurf, Implementierung, Validierung und Testen, Modellierung, Simulation, Auswertung)
- Auswertung und Diskussion der Ergebnisse
- Verfassen einer schriftlichen Projektarbeit
- Vorstellung der Ergebnisse mit anschließender Diskussion

### Medienformen und technische Anforderungen bei Lehr- und Abschlussleistungen in elektronischer Form

### Literatur

Themenspezifische Literatur wird zu Beginn der Arbeit vom Betreuer benannt bzw. ist selbstständig zu recherchieren. Empfohlen wird außerdem Literatur zu wissenschaftlichem Arbeiten, Literaturrecherche (beispielsweise Angebote der Bibliothek) und Präsentationstechniken.

### Detailangaben zum Abschluss

- Projektbericht (schriftliche Arbeit)
- Je nach Aufgabenstellung: Softwareentwurf, Implementierung, Simulationsergebnisse etc.
- Präsentation mit Diskussion

### Link zum Moodle-Kurs

### verwendet in folgenden Studiengängen:

Master Informatik 2021

Master Ingenieurinformatik 2021

## Modul: Mensch-Maschine-Interaktion

Modulabschluss: mehrere Teilleistungen

Art der Notengebung: Generierte Noten

Sprache: Deutsch

Pflichtkenn.: Wahlmodul

Turnus: Wintersemester

Modulnummer: 200086

Prüfungsnummer: 220456

Modulverantwortlich: Prof. Dr. Horst-Michael Groß

Leistungspunkte: 5	Workload (h): 150	Anteil Selbststudium (h): 105	SWS: 4.0							
Fakultät für Informatik und Automatisierung			Fachgebiet: 2233							
SWS nach	1.FS	2.FS	3.FS	4.FS	5.FS	6.FS	7.FS	8.FS	9.FS	10.FS
Fach-	V S P	V S P	V S P	V S P	V S P	V S P	V S P	V S P	V S P	V S P
semester			2 1 1							

### Lernergebnisse / Kompetenzen

Im Modul "Mensch-Maschine-Interaktion" haben sich die Studierenden die Begrifflichkeiten und das Methodenspektrum der Mensch-Maschine Interaktion unter Realwelt-Bedingungen angeeignet. Sie beherrschen wichtige Basisoperationen zur (vorrangig visuellen) Wahrnehmung von Menschen und zur Erkennung von deren Intentionen und Zuständen und kennen Techniken zur nutzeradaptiven Dialogführung. Die Studierenden sind in der Lage, Fragestellungen aus dem o. g. Problembereichen zu analysieren, durch Anwendung des behandelten Methodenspektrums Lösungskonzepte für unterschiedliche Fragestellungen der Service- und Assistenzrobotik zu entwerfen und umzusetzen, sowie bestehende Lösungskonzepte zu bewerten. Vor- und Nachteile der Komponenten und Verfahren im Kontext praktischer Anwendungen sind den Studierenden bekannt. Nach intensiven Diskussionen während der Übungen und zur Auswertung der Python-Implementierung können die Studierenden Leistungen ihrer Mitkommilitonen richtig einschätzen und würdigen. Sie berücksichtigen Kritik, beherzigen Anmerkungen und nehmen Hinweise an.

### Vorkenntnisse

Pflichtmodul "Neuroinformatik und Maschinelles Lernen" und Wahlmodul "Deep Learning für Computer Vision"

### Inhalt

Das Modul vermittelt das erforderliche Methodenspektrum aus theoretischen Grundkenntnissen und praktischen Fähigkeiten zum Verständnis, zur Implementierung und zur Anwendung von Verfahren der Interaktion zwischen Mensch und Maschine (mit Fokus auf vision-basierten Verfahren sowie dem Einsatz auf Robotersystemen) sowie zur erforderlichen Informations- und Wissensverarbeitung. Sie ergänzt das parallel laufende Modul "Robotvision", das sich um Aspekte der Roboternavigation kümmert, um wichtige Erkennungsverfahren der Mensch-Roboter Interaktion (HRI). Das Modul vermittelt das dazu notwendige Faktenwissen sowie begriffliches, methodisches und algorithmisches Wissen aus den folgenden Kernbereichen:

#### A - Ausgewählte Basisoperationen für viele Erkennungsverfahren

- Basisoperationen der MMI im Rahmen eines Mustererkennungsprozesses
- Leistungsbewertung von Klassifikatoren: Gütemaße; Crossvalidation-Technik; Bewertung von binären Klassifikatoren, Gütemaß ROC/Precision Recall Kurven, usw.
  - Bildaufbereitung und Bildanalyse: Beleuchtungs-/ Histogrammausgleich; AuflösungsPyramiden; Lineare Subspace Methoden (HKA / PCA); Gabor-Wavelet-Funktionen (Gaborfilter) zur effizienten Bildbeschreibung;
  - Bewegungsanalyse in Videosequenzen
  - Techniken zur Repräsentation von Zeit: Dynamic Time Warping, Hidden Markov Modelle (HMMs)
  - Bayes Filtering als probabilistische Zustandsschätzer: Grundidee, Markov-Annahme, Grundprinzip des rekursiven Bayes-Filters, Bewegungs- und Sensormodell, Arten der Beliefrepräsentation in Bayes Filtern; Partikel Filter

#### B - Wichtige Verfahren zur Erkennung von Nutzerzustand & Nutzerintention

- Vision-basierte Nutzerdetektion, Nutzertracking, Nutzeridentifikation
- Zeigeposen- und Gestenerkennung
- Erkennung von Mimik (Emotionen, Stress) und Interaktionsinteresse + aktuelle Entwicklungen
- Multimodale Dialogsysteme: Bestandteile von Dialogsystemen; Besonderheiten multimodaler Dialogsysteme



## C - Anwendungsbeispiele für Assistenzfunktionen in öffentlicher & privater Umgebung

- Soziale Assistenzroboter für die Gesundheitsassistenten
- Robotische Bewegungsassistenten am Beispiel Reha

## D - Gastvorlesung zur sprachbasierten MMI und zu Hidden Markov Modellen sowie deren Einsatz in der Spracherkennung, Unterschriftserkennung und Gestenerkennung

Im Rahmen der Teilleistung 2 werden ausgewählte methodische und algorithmische Grundlagen der MMI durch die Studierenden selbst softwaretechnisch umgesetzt und durch kleine Programmbeispiele vertieft. Neben den Programmbeispielen werden etische, soziale und rechtliche Aspekte beim Einsatz von Techniken der videobasierten Mensch-Maschine-Interaktion im Allgemeinen sowie wesentliche datenschutzrechtliche Randbedingungen diskutiert. Als Programmiersprache wird Python verwendet. Für Verfahren des Maschinellen Lernens wird die scikit-Learn Toolbox verwendet.

### Medienformen und technische Anforderungen bei Lehr- und Abschlussleistungen in elektronischer Form

Präsenzvorlesung mit Powerpoint, Arbeitsblätter zur Vorlesung, Übungsaufgaben, Videos, Python Apps, e-Learning mittels "Jupyter Notebook", Moodle-Kurs

Link zum Moodle-Kurs

<https://moodle2.tu-ilmeneau.de/course/view.php?id=3745>

### Literatur

- Schenk, J, Rigoll, G. Mensch-Maschine-Kommunikation: Grundlagen von sprach- und bildbasierten Benutzerschnittstellen, Springer 2010
- Li, S und Jain, A.: Handbook of Face Recognition, 2004
- Bishop, Ch.: Pattern Recognition and Machine Learning, Springer 2006
- Guyon, I., Gunn, S., Nikravesh, M., Zadeh, L.: Feature Extraction: Foundations and Applications, Studies in fuzziness and soft computing 207, Springer, 2006
- Maltoni, D., et al.: Biometric Fusion, Handbook of Fingerprint Recognition, Kapitel 7, Springer, 2009

### Detailangaben zum Abschluss

**Das Modul Mensch-Maschine-Interaktion mit der Prüfungsnummer 220456 schließt mit folgenden Leistungen ab:**

- schriftliche Prüfungsleistung über 90 Minuten mit einer Wichtung von 100% (Prüfungsnummer: 2200745)
- alternative semesterbegleitende Studienleistung mit einer Wichtung von 0% (Prüfungsnummer: 2200746)

Details zum Abschluss Teilleistung 2:

eigene Python-Implementierungen von vorgegebenen Algorithmen und Übungsaufgaben

Link zum Moodle-Kurs

verwendet in folgenden Studiengängen:

Master Biomedizinische Technik 2021  
Master Informatik 2013  
Master Informatik 2021  
Master Ingenieurinformatik 2021  
Master Maschinenbau 2017  
Master Maschinenbau 2022  
Master Mechatronik 2017  
Master Mechatronik 2022  
Master Medieningenieurwissenschaften 2023  
Master Medientechnologie 2017  
Master Optische Systemtechnik/Optronik 2017  
Master Technische Kybernetik und Systemtheorie 2021

## Modul: Modellgetriebene Softwareentwicklung

Modulabschluss: mehrere Teilleistungen

Art der Notengebung: Generierte Noten

Sprache: Deutsch

Pflichtkenn.: Wahlmodul

Turnus: Wintersemester

Modulnummer: 200017

Prüfungsnummer: 220432

Modulverantwortlich: Dr. Ralph Maschotta

Leistungspunkte: 5	Workload (h): 150	Anteil Selbststudium (h): 94	SWS: 5.0																		
Fakultät für Informatik und Automatisierung			Fachgebiet: 2236																		
SWS nach	1.FS	2.FS	3.FS	4.FS	5.FS	6.FS	7.FS	8.FS	9.FS	10.FS											
Fach-	V	S	P	V	S	P	V	S	P	V	S	P	V	S	P	V	S	P	V	S	P
semester																					
			2	1	2																

### Lernergebnisse / Kompetenzen

Die Studierenden haben Wissen und Fähigkeiten in der Erstellung domänenspezifischer Sprachen (DSL) erworben und können Editoren dafür entwickeln. Sie verstehen Modelltransformationen (M2M & M2T) und können sie im Entwicklungsprozess modellgetriebener Softwareentwicklung erfolgreich einsetzen. Sie haben Kenntnisse von Metameta-Modellen (ECORE, EMOF) für die UML und konnten die grundlegenden OMG Standardspezifikationen erlernen. Zur praktischen Übung konnten die theoretischen Inhalte in einem begleitenden Praktikum eingesetzt werden. Danach waren die Studierenden in der Lage, in kleinen Teams eigene Lösungen für Problemstellungen aus dem Bereich der Vorlesung zu entwickeln. Sie können Herangehensweisen und Lösungswege diskutieren, konstruktive Kritik geben und ihre Lösungen vorstellen.

### Vorkenntnisse

Besuch der Lehrveranstaltung OOM

Alternativ: Kenntnisse der UML und des Meta-Modells der UML sowie Grundlagen der objektorientierten Programmierung

### Inhalt

Die modellgetriebene Softwareentwicklung (Model-Driven Architecture (MDA)) ist der Object Management Group (OMG)-Ansatz zur modellgetriebenen und generativen Soft- und Hardwareentwicklung und gilt als nächster Schritt in der Evolution der Softwareentwicklung. Ziel der modellgetriebenen Softwareentwicklung ist es, die Lücke zwischen Modell und Quelltext zu schließen und den Automatisierungsgrad der Entwicklung zu erhöhen. Dies erfolgt durch eine automatische Generierung von Quellcode aus Domänenspezifischen Modellen, die auf definierten Domänenspezifischen Sprachen (DSL) beruhen. Im Ergebnis sollen die Fehlerquellen während der Entwicklung reduziert werden und die Software schneller, effizienter, kostengünstiger und qualitativ hochwertiger erstellt werden.

Für die Anwendung dieses Ansatzes sind verschiedene Kenntnisse und Fähigkeiten notwendig:

- Kenntnisse in einer Programmiersprache, in der Zielsprache und in der Modellierungssprache
- Es müssen unterschiedliche Modellierungstechniken beherrscht werden
- Eine Kerntechnologie der MDA sind die Transformationstechnologien
- Es existieren viele verschiedene Werkzeuge und recht komplexe Toolchains, die beherrscht werden müssen

Im Rahmen dieser Lehrveranstaltung sollen diese notwendigen Kenntnisse und Fähigkeiten vermittelt werden. Im Seminar sollen mit Hilfe des Eclipse Modeling Projects (EMP) und des Eclipse Sirius Projects praktische Aufgabenstellungen gelöst werden. Hierbei soll ein eigener Editor für eine eigene Domänenspezifische Sprache erstellt werden.

### Medienformen und technische Anforderungen bei Lehr- und Abschlussleistungen in elektronischer Form

Präsentationsfolien, alle Unterlagen im Web verfügbar.

Tafel, Beamer und PC Raum für aPL.

### Literatur

- [1] V. Gruhn, D. Pieper, and C. Röttgers, MDA@: Effektives Software-Engineering mit UML2® und Eclipse (TM) (Xpert.press) (German Edition). Dordrecht: Springer, 2007.

- [2] D. Steinberg, F. Budinsky, M. Paternostro, and E. Merks, EMF: Eclipse modeling framework, 2nd ed. Upper Saddle River, NJ: Addison-Wesley, 2011.

- [3] R. C. Gronback, Eclipse modeling project: A domain-specific language toolkit. Upper Saddle River, N.J: Addison-Wesley, 2009.

- [4] Object Management Group, MDA - The Architecture Of Choice For A Changing World. [Online] Available: <http://www.omg.org/mda/>.

- [5] Object Management Group, OMG Specifications. [Online] Available: <http://www.omg.org/spec/>.

#### Detailangaben zum Abschluss

**Das Modul Modellgetriebene Softwareentwicklung mit der Prüfungsnummer 220432 schließt mit folgenden Leistungen ab:**

- alternative semesterbegleitende Prüfungsleistung mit einer Wichtung von 40% (Prüfungsnummer: 2200652)
- schriftliche Prüfungsleistung über 90 Minuten mit einer Wichtung von 60% (Prüfungsnummer: 2200653)

Details zum Abschluss Teilleistung 1:

praktische Ausarbeitung mit Dokument; ist organisatorisch vor der sPL abzuschließen

Details zum Abschluss Teilleistung 2:

schriftliche Prüfung, keine Hilfsmittel; Planung als Ausnahme im 2. PZR, damit Projekt vorher abgeschlossen werden kann

#### Link zum Moodle-Kurs

<https://moodle.tu-ilmeneau.de/course/view.php?id=571>

#### verwendet in folgenden Studiengängen:

Master Informatik 2013

Master Informatik 2021

Master Ingenieurinformatik 2014

Master Ingenieurinformatik 2021

Master Mechatronik 2017

Master Mechatronik 2022

Master Optische Systemtechnik/Optronik 2017

Master Wirtschaftsinformatik 2021

## Modul: Robotvision

Modulabschluss: mehrere Teilleistungen

Art der Notengebung: Generierte Noten

Sprache: Deutsch

Pflichtkenn.: Wahlmodul

Turnus: Wintersemester

Modulnummer: 200087

Prüfungsnummer: 220457

Modulverantwortlich: Prof. Dr. Horst-Michael Groß

Leistungspunkte: 5	Workload (h): 150	Anteil Selbststudium (h): 105	SWS: 4.0																								
Fakultät für Informatik und Automatisierung			Fachgebiet: 2233																								
SWS nach	1.FS	2.FS	3.FS	4.FS	5.FS	6.FS	7.FS	8.FS	9.FS	10.FS																	
Fach-	V	S	P	V	S	P	V	S	P	V	S	P	V	S	P	V	S	P	V	S	P	V	S	P	V	S	P
semester																											
				2	1	1																					

### Lernergebnisse / Kompetenzen

Im Modul "Robotvision" haben die Studierenden die Begrifflichkeiten und das Methodenspektrum des Maschinellen Sehens mit Fokus in der mobilen Robotik kennen gelernt. Sie haben das Paradigma der handlungsorientierten Wahrnehmung - insbesondere zur visuellen Roboternavigation in natürlicher Umwelt verstanden. Sie beherrschen wichtige Basisoperationen für die visuelle Wahrnehmung der Umgebung (Tiefe, Bewegung, Hindernisse, Freiraum, Räumlichkeiten, eigene Position in der Welt) und können Handlungskonsequenzen aus der visuellen Wahrnehmung der Umgebung ableiten. Sie haben Techniken der vision-basierten Umgebungswahrnehmung und der lokalen und globalen Navigation von Kognitiven Robotern in komplexer realer Einsatzumgebung kennen gelernt.

Die Studierenden sind in der Lage, Fragestellungen aus dem o. g. Problemkreisen zu analysieren, durch Anwendung des behandelten Methodenspektrums Lösungskonzepte für unterschiedliche Fragestellungen der Service- und Assistenzrobotik zu entwerfen und umzusetzen, sowie bestehende Lösungskonzepte zu bewerten. Vor- und Nachteile der Komponenten und Verfahren im Kontext praktischer Anwendungen sind den Studierenden bekannt. Nach intensiven Diskussionen während der Übungen und zur Auswertung des Praktikums (Teilleistung 2) können die Studierenden Leistungen ihrer Mitkommilitonen richtig einschätzen und würdigen. Sie berücksichtigen Kritik, beherzigen Anmerkungen und nehmen Hinweise an.

### Vorkenntnisse

Kognitive Robotik

### Inhalt

Das Modul vermittelt das erforderliche Methodenspektrum aus theoretischen Grundkenntnissen und praktischen Fähigkeiten zum Verständnis, zur Implementierung und zur Anwendung von Verfahren der vision-basierten Roboternavigation und Objektmanipulation sowie zur erforderlichen Informations- und Wissensverarbeitung. Es vermittelt sowohl Faktenwissen, begriffliches und algorithmisches Wissen aus folgenden Themenkomplexen:

- Basisoperationen d. Roboternavigation
  - Neuronale Basisoperationen der visuo-motorischen Verarbeitung - der neuronale Instruktionssatz: funktionelle und topografische Abbildungen (u.a. log-polare Abbildung), Auflösungs-pyramiden, neuronale Felddynamik, ortsvariante Informationsverarbeitung, geschichtete Repräsentationen
    - Basisoperationen & Technologien für die visuelle Umgebungswahrnehmung:
      - Detektoren & Deskriptoren für Interest-Points in 2D-Bildern
      - Bewegungssehen und optischer Fluss
      - Tiefenwahrnehmung, Tiefenkameras (RGB-D Kameras)
      - Detektoren & Deskriptoren für Tiefenbilder (3D-Bilder)
      - Visuelle Odometrie
  - Vision-basierte Roboternavigation
    - Hindernisvermeidung (u.a. flussbasiert, Untergrund-Segmentierung)
    - Mapping und Selbstlokalisierung
    - Visuelles SLAM (Simultaneous Localization and Map Building inkl. ORB-SLAM und RTAB-Map)
- Semantisches Szenenverständnis
- Vision-basierte Objektmanipulation

- Exemplarische Software-Implementierungen von Basisoperationen

Im Rahmen des Praktikums werden die behandelten methodischen und algorithmischen Grundlagen der vision-basierten Roboternavigation durch die Studierenden selbst softwaretechnisch umgesetzt und im Rahmen eines vorgefertigten Robotersimulations-Frameworks implementiert (Teilleistung 2).

#### Medienformen und technische Anforderungen bei Lehr- und Abschlussleistungen in elektronischer Form

Präsenzvorlesung mit Powerpoint, Arbeitsblätter zur Vorlesung, Übungsaufgaben, Videos, Python Apps, e-Learning mittels "Jupyter Notebook", Moodle-Kurs

#### Literatur

- Hertzberg, J., Lingemann, K., Nüchter, A.: Mobile Roboter, Springer 2012
- Siegwart, R., Nourbakhsh, I. R., Scaramuzza, D.: Introduction to Autonomous Mobile Robots. MIT Press 2004
- Jähne, B. Digitale Bildverarbeitung. Springer Verlag 2005
- Bradsky, G., Kaehler, A. Learning OpenCV: Computer Vision with OpenCV Library
- Siciliano, B., Khatib, O. Springer Handbook of Robotics, Springer 2016
- Thrun, S., Burgard, W., Fox, D.: Probabilistic Robotics, MIT Press 2005

#### Detailangaben zum Abschluss

**Das Modul Robotvision mit der Prüfungsnummer 220457 schließt mit folgenden Leistungen ab:**

- schriftliche Prüfungsleistung über 90 Minuten mit einer Wichtung von 100% (Prüfungsnummer: 2200747)
- Studienleistung mit einer Wichtung von 0% (Prüfungsnummer: 2200748)

Details zum Abschluss Teilleistung 2:

Erfolgreiche Implementierung von zwei vorgegebenen Navigationsalgorithmen im vorhandenen Navigationsframe Simulator

#### Link zum Moodle-Kurs

<https://moodle.tu-ilmeneau.de/course/view.php?id=27>

#### verwendet in folgenden Studiengängen:

Master Biomedizinische Technik 2021  
 Master Informatik 2013  
 Master Informatik 2021  
 Master Ingenieurinformatik 2021  
 Master Mechatronik 2017  
 Master Mechatronik 2022  
 Master Optische Systemtechnik/Optronik 2017  
 Master Technische Kybernetik und Systemtheorie 2021

## Modul: Spezielle Aspekte Integrierter Hard- und Softwaresysteme

Modulabschluss: Prüfungsleistung mündlich 20 min Art der Notengebung: Gestufte Noten

Sprache: Deutsch/Englisch

Pflichtkenn.: Wahlmodul

Turnus: Wintersemester

Modulnummer: 200076

Prüfungsnummer: 2200730

Modulverantwortlich: Prof. Dr. Andreas Mitschele-Thiel

Leistungspunkte: 5	Workload (h): 150	Anteil Selbststudium (h): 105	SWS: 4.0																			
Fakultät für Informatik und Automatisierung			Fachgebiet: 2235																			
SWS nach	1.FS	2.FS	3.FS	4.FS	5.FS	6.FS	7.FS	8.FS	9.FS	10.FS												
Fach-	V	S	P	V	S	P	V	S	P	V	S	P	V	S	P	V	S	P	V	S	P	
semester																						

### Lernergebnisse / Kompetenzen

**Fachkompetenz:** Die Studierenden verfügen nach Abschluß der Lehrveranstaltung über ein grundlegendes Systemwissen und Vorgehensstrategien, das es ihnen erlaubt, zentrale Entscheidungen bezüglich Verifikation, Validierung und Test von gemischten Hard- und Softwaresystemen zu treffen.

**Methodenkompetenz:** Die Studierenden sind nach Abschluss der Lehrveranstaltung in der Lage, aus einer Auswahl an Validierungstechniken die für ihr Problem geeignetste auszuwählen, geeignete Methoden zur funktionalen und temporalen sowie strukturellen Validierung auszuwählen und anzuwenden und damit gezielt die nötigen Entwurfs- und Testentscheidungen im Entwicklungs- und Implementierungsprozess komplexer HW/SW-Systeme treffen zu können.

**Systemkompetenz:** Die Kombination von Vorlesung und Übung befähigt die Studierenden zu einer Systemsicht, d.h. der Abstraktion von unzähligen Details des Validierungsprozesses, um so das System als Ganzes verifizierbar und testbar zu gestalten und zu entwickeln.

**Sozialkompetenz:** Die Studierenden sind in der Lage, Problemstellungen der Entwicklung integrierter HW/SW-Systeme bezüglich Validierung und Testbarkeit selbständig zu lösen und darzustellen. Durch praktische Übungen in Kleingruppen haben Sie gelernt, Meinungen anderer Studierender zu beachten und diese kritisch zu hinterfragen. Das für die Lösung der Aufgaben benötigte Wissen erarbeiteten sie sich selbständig bzw. in Zusammenarbeit mit anderen aus verfügbaren Quellen. Sie wurden sich durch die Präsentation der verschiedenen Möglichkeiten der Herangehensweise bei der Problemlösung bewusst und sind in der Lage die Leistungen Anderer entsprechend zu würdigen.

### Vorkenntnisse

Inhalte der Veranstaltung Schaltsysteme

### Inhalt

Auswahl von Themen zum fortgeschrittenen Stand des Gebietes Integrierte Hard- und Softwaresysteme, wie z. B.:

- Validierung, Verifikation und Test
- Testverfahren
- Fehlerabdeckung
- Boundary Scan
- Built in self Test
- Fehlerdiagnose

Medienformen und technische Anforderungen bei Lehr- und Abschlussleistungen in elektronischer Form

kurzfristig unter Lehrmaterial auf den WEB-Seiten der beteiligten Fachgebiete abrufbare pdf-Dateien

Moodle-Link: <https://moodle2.tu-ilmenau.de/course/view.php?id=2288>

### Literatur

Literaturangaben individuell zu den behandelten Themen in der Vorlesung bzw. im bereitgestellten Lehrmaterial

### Detailangaben zum Abschluss

### Link zum Moodle-Kurs

verwendet in folgenden Studiengängen:

Master Informatik 2013

Master Informatik 2021

Master Ingenieurinformatik 2021

## Modul: Systemtechnik und Systemtheorie der Bildverarbeitung

Modulabschluss: mehrere Teilleistungen Art der Notengebung: Generierte Noten  
 Sprache: Deutsch Pflichtkennz.: Wahlmodul Turnus: Wintersemester

Modulnummer: 200241 Prüfungsnummer: 230482

Modulverantwortlich: Prof. Dr. Gunther Notni

Leistungspunkte: 5 Workload (h): 150 Anteil Selbststudium (h): 94 SWS: 5.0  
 Fakultät für Maschinenbau Fachgebiet: 2362

SWS nach Fach- semester	1.FS			2.FS			3.FS			4.FS			5.FS			6.FS			7.FS			8.FS			9.FS			10.FS					
	V	S	P	V	S	P	V	S	P	V	S	P	V	S	P	V	S	P	V	S	P	V	S	P	V	S	P	V	S	P	V	S	P
							2	1	2																								

### Lernergebnisse / Kompetenzen

Der Hörer hat einen umfassenden Überblick zu systemtechnischen und -theoretischen Aspekten der Bildverarbeitung. Wichtiges Hilfsmittel der Wissensvermittlung sind zahlreiche Praxisbeispiele in Vorlesung und Übungen. Zusammen mit dem Dozenten kann der Hörer diese analysieren und diskutieren.

#### Fachkompetenz:

Die Studierenden beherrschen die Grundbegriffe der Systemtechnik der Bildverarbeitung, können Kamera- und Beleuchtungssysteme bewerten und sind fähig, Aufgaben der Bildverarbeitung in unterschiedlichen Anwendungsszenarien zu analysieren. Sie sind in der Lage, Bildverarbeitungssysteme zu konzipieren, auszulegen, Lösungen zum praktischen Einsatz zu entwerfen und die Eigenschaften der Systeme und von Einzelkomponenten zu bewerten.

Nach dem zugehörigen Seminar und den praktischen Anwendungen sind die in der Vorlesung erworbenen Kenntnisse in vier Versuchen mit den Inhalten: Charakterisierung von Kamerasystemen (EMVA-Standard 1288) und Methoden der 3D-Datenerfassung, gefestigt.

#### Methodenkompetenz:

Im Ergebnis ist der Hörer in der Lage, Probleme der Bildverarbeitung zu analysieren und zu klassifizieren sowie wichtige Schritte der Problemlösung abzuleiten. Mit den vermittelten Kompetenzen ist der Hörer befähigt, in konkreten Anwendungen der Bildverarbeitung entwickelnd tätig zu werden.

#### Sozialkompetenz:

Sie haben gelernt, Aufgaben der industriellen Bildverarbeitung im Team im Rahmen von Praktikumsgruppen (3-4 Studenten) zu lösen, die Leistungen ihrer Mitkommilitonen anzuerkennen und Meinungen anderer zu berücksichtigen.

### Vorkenntnisse

Naturwissenschaftliche und ingenieurwissenschaftliche Fächer des Grundstudiums

### Inhalt

Systemtechnik und Systemtheorie der Bildverarbeitung  
 Die Vorlesung Systemtechnik und Systemtheorie der Bildverarbeitung vermittelt vertiefendes Wissen im systemtechnischen und systemtheoretischen Bereich der Bildverarbeitung.

#### Inhaltliche Schwerpunkte bilden:

Gewinnung digitaler Bildsignale,  
 Bildsensoren Detektoren vom Röntgen bis FIR-Spektralbereich, elektronische und optische Systemkomponenten der Bildverarbeitung



Konzepte von Abbildungs- und Beleuchtungssystemen  
Methoden der Bildsignalverarbeitung sowie der Systemtheorie  
Applikationen (Robotik, Qualitätssicherung, Prüftechnik, Mensch-Maschine Kommunikation)  
Aufbau und Auslegung von Bildverarbeitungssystemen in industriellen Anwendungen;

Die Vorlesung wird durch Praktikumsversuche unterstützt und gibt den Studierenden die Möglichkeit einer praktischen Erprobung der vermittelten Inhalte.

Medienformen und technische Anforderungen bei Lehr- und Abschlussleistungen in elektronischer Form

Beamer, Tafel, Live-Vorführung von Algorithmen, elektronisches Vorlesungsskript

Bitte unter dem Link für das Fach einschreiben.

Einschreibung der Fächer für das Fachgebiet Qualitätssicherung und industrielle Bildverarbeitung

Literatur

Pedrotti u.a.: Optik für Ingenieure, Springer Verlag, 2008

R.Dohlus "Lichtquellen", De Gruyter 2015

R.D. Fiete "Modelling the Imaging Chain of Digital Cameras", SPIE Press (2010)

Th. Luhmann "Nahbereichsphotogrammetrie" 4.Auflage 2019

M. Sackewitz (Hrsg.), Handbuch zur Industriellen Bildverarbeitung (2017) Fraunhofer IRB Verlag

B. Jähne "Digitale Bildverarbeitung", Springer Verlag 2012

J. Beyerer, F.P. Leon, Ch. Frese.: Automatische Sichtprüfung, Springer Vieweg 2012

Detailangaben zum Abschluss

**Das Modul Systemtechnik und Systemtheorie der Bildverarbeitung mit der Prüfungsnummer 230482 schließt mit folgenden Leistungen ab:**

- mündliche Prüfungsleistung über 30 Minuten mit einer Wichtung von 100% (Prüfungsnummer: 2300674)
- Studienleistung mit einer Wichtung von 0% (Prüfungsnummer: 2300675)

Details zum Abschluss Teilleistung 2:

Praktika gemäß Testatkarte in der Vorlesungszeit

Link zum Moodle-Kurs

Einschreibung Kurs Systemtechnik und Systemtheorie der Bildverarbeitung

verwendet in folgenden Studiengängen:

Master Informatik 2013

Master Informatik 2021

Master Ingenieurinformatik 2021

Master Mechatronik 2022

Master Medieningenieurwissenschaften 2023

Master Medientechnologie 2017

## Modul: Algebra

Modulabschluss: Prüfungsleistung mündlich 30 min Art der Notengebung: Gestufte Noten  
 Sprache: Deutsch Pflichtkennz.: Wahlmodul Turnus: Wintersemester

Modulnummer: 200381 Prüfungsnummer: 2400728

Modulverantwortlich: Prof. Dr. Matthias Kriesell

Leistungspunkte: 5 Workload (h): 150 Anteil Selbststudium (h): 105 SWS: 4.0  
 Fakultät für Mathematik und Naturwissenschaften Fachgebiet: 2411

SWS nach Fach- semester	1.FS			2.FS			3.FS			4.FS			5.FS			6.FS			7.FS			8.FS			9.FS			10.FS								
	V	S	P	V	S	P	V	S	P	V	S	P	V	S	P	V	S	P	V	S	P	V	S	P	V	S	P	V	S	P	V	S	P			
	3	1	0																																	

### Lernergebnisse / Kompetenzen

Nach der Vorlesung kennen die Studierenden die grundlegenden Begriffe der Theorie der Gruppen, Ringe und Körper, können sie beschreiben und zusammenfassen. Sie sind fähig, fachtypische Beweise zu analysieren. Nach den Übungen sind die Studierenden in der Lage, die in der Vorlesung erworbenen Kenntnisse, insbesondere Beweistechniken, auf typische Beispiele anzuwenden

### Vorkenntnisse

Lineare Algebra 1 und Lineare Algebra 2

### Inhalt

I. Gruppen (Homomorphiesätze, Charakterisierung endlicher abelscher Gruppen, Sylowsätze) II. Ringe (Klassen von Ringen, Polynomringe in beliebig vielen Veränderlichen, allgemeiner Chinesischer Restsatz, Hilbertscher Basissatz) III. Körper (Algebraischer Abschluß, Grundzüge der Galoistheorie).

Die Inhalte können abhängig vom Dozenten variieren.

### Medienformen und technische Anforderungen bei Lehr- und Abschlussleistungen in elektronischer Form

Tafel

### Literatur

Die einschlägigen Lehrbücher von Fischer, Kowalsky, van der Waerden.

### Detailangaben zum Abschluss

### Link zum Moodle-Kurs

### verwendet in folgenden Studiengängen:

- Bachelor Informatik 2013
- Bachelor Informatik 2021
- Bachelor Mathematik 2021
- Bachelor Technische Kybernetik und Systemtheorie 2021
- Master Informatik 2021

## Modul: Codierungstheorie

Modulabschluss: Prüfungsleistung mündlich 30 min Art der Notengebung: Gestufte Noten  
 Sprache: Deutsch Pflichtkennz.: Wahlmodul Turnus: Wintersemester

Modulnummer: 200444 Prüfungsnummer: 2400796

Modulverantwortlich: Prof. Dr. Matthias Kriesell

Leistungspunkte: 5 Workload (h): 150 Anteil Selbststudium (h): 116 SWS: 3.0  
 Fakultät für Mathematik und Naturwissenschaften Fachgebiet: 2411

SWS nach Fach- semester	1.FS			2.FS			3.FS			4.FS			5.FS			6.FS			7.FS			8.FS			9.FS			10.FS								
	V	S	P	V	S	P	V	S	P	V	S	P	V	S	P	V	S	P	V	S	P	V	S	P	V	S	P	V	S	P	V	S	P			
	2	1	0																																	

### Lernergebnisse / Kompetenzen

Die Studierenden kennen die grundlegenden Begriffe und Aussagen der Codierungstheorie, sind in der Lage, diese zu beschreiben und zu erläutern. Sie sind mit typischen Beweismethoden vertraut und können diese anwenden. Im Ergebnis der Vorlesung wissen die Studierenden, welche praktischen Bedürfnisse Anlass zur Entwicklung der Codierungstheorie gegeben haben. Sie überblicken, gefördert durch die Übungen, typische präfixfreie und fehlererkennende Codes und wissen, wie diese in Zusammenhang mit den aus den Gebieten der Linearen Algebra und der Theorie der endlichen Körper bekannten Sachverhalten stehen.

### Vorkenntnisse

Elementare Algebra im Umfang einer Vorlesung Grundlagen und Diskrete Strukturen oder Lineare Algebra I

### Inhalt

I. Präfixfreie Codes (Codes und Codierungen, optimale Codierung, Huffman-Codierung, Entropie, Kraftsche Ungleichung) II. Fehlererkennende Codes (der Satz von Shannon, Lineare Codes, Prüfzeichencodes, Hadamard-Codes, Hamming-Codes, Golay-Codes, Reed-Muller-Codes, Reed-Solomon-Codes, Packungen und Überdeckungen im Hamming-Würfel) III. Entscheidungsbäume.

### Medienformen und technische Anforderungen bei Lehr- und Abschlussleistungen in elektronischer Form

Tafel, Folien

### Literatur

keine Literaturempfehlung möglich

### Detailangaben zum Abschluss

### Link zum Moodle-Kurs

### verwendet in folgenden Studiengängen:

- Bachelor Informatik 2013
- Bachelor Informatik 2021
- Master Informatik 2021

## Modul: Graphen & Algorithmen

Modulabschluss: Prüfungsleistung mündlich 30 min      Art der Notengebung: Gestufte Noten  
 Sprache: Deutsch      Pflichtkenn.: Wahlmodul      Turnus: Wintersemester

Modulnummer: 200408      Prüfungsnummer: 2400760

Modulverantwortlich: Prof. Dr. Matthias Kriesell

Leistungspunkte: 5      Workload (h): 150      Anteil Selbststudium (h): 116      SWS: 3.0  
 Fakultät für Mathematik und Naturwissenschaften      Fachgebiet: 2411

SWS nach Fach- semester	1.FS			2.FS			3.FS			4.FS			5.FS			6.FS			7.FS			8.FS			9.FS			10.FS					
	V	S	P	V	S	P	V	S	P	V	S	P	V	S	P	V	S	P	V	S	P	V	S	P	V	S	P	V	S	P			
	2	1	0																														

### Lernergebnisse / Kompetenzen

Die Studierenden kennen nach der Vorlesung typische Berechnungsprobleme und Algorithmen zu deren Lösung, wissen diese zu beschreiben. Sie haben dadurch auch grundlegende Kenntnisse der Theorie endlicher Graphen. Nach den Übungen sind sie fähig, die o. g. Kenntnisse zur Lösung einfacher anwendungsnahe Probleme einzusetzen, andererseits können sie die in der Vorlesung verwendeten Beweistechniken anwenden.

### Vorkenntnisse

Elementare Algebra im Umfang einer Vorlesung Grundlagen und diskrete Strukturen oder Lineare Algebra 1

### Inhalt

I. Bäume (Breiten- und Tiefensuchbäume, Matroidmethoden, Approximation optimaler Rundreisen, Baumweite, der Satz von Courcelle) II. Matchings (bipartiter Fall, allgemeine Faktorsätze) III. Flüsse (die Sätze von Ford-Fulkerson, Menger, Gutnikov) IV. Färbungen (Greedy-Färbung, die Sätze von Brooks und Vizing, Komplexität von Färbungsproblemen, der 4-Farben-Satz)

Die Inhalte können abhängig vom Dozenten variieren: Das Grundthema läßt hier ungeheuer viel Spielraum.

### Medienformen und technische Anforderungen bei Lehr- und Abschlussleistungen in elektronischer Form

Tafel

### Literatur

Die einschlägigen Lehrbücher von Diestel, Bondy/Murty, West.

### Detailangaben zum Abschluss

### Link zum Moodle-Kurs

### verwendet in folgenden Studiengängen:

- Bachelor Informatik 2013
- Bachelor Informatik 2021
- Bachelor Mathematik 2021
- Bachelor Technische Kybernetik und Systemtheorie 2021
- Master Informatik 2021

## Modul: Graphentheorie 1

Modulabschluss: Prüfungsleistung mündlich 30 min Art der Notengebung: Gestufte Noten  
 Sprache: Deutsch Pflichtkennz.: Wahlmodul Turnus: Wintersemester

Modulnummer: 200994 Prüfungsnummer: 2400846

Modulverantwortlich: Prof. Dr. Matthias Kriesell

Leistungspunkte: 5 Workload (h): 150 Anteil Selbststudium (h): 116 SWS: 3.0  
 Fakultät für Mathematik und Naturwissenschaften Fachgebiet: 2411

SWS nach Fach- semester	1.FS			2.FS			3.FS			4.FS			5.FS			6.FS			7.FS			8.FS			9.FS			10.FS					
	V	S	P	V	S	P	V	S	P	V	S	P	V	S	P	V	S	P	V	S	P	V	S	P	V	S	P	V	S	P			
	2	1	0																														

### Lernergebnisse / Kompetenzen

Die Studierenden haben vertiefte Kenntnisse der Graphentheorie. Sie sind nach der Vorlesung befähigt, aktuelle Forschungspaper auf dem Gebiet der Graphentheorie zu verstehen. Nach den Übungen können sie vornehmlich von der Fähigkeit zur Anwendung typischer graphentheoretischer Beweistechniken Gebrauch machen.

### Vorkenntnisse

Graphen & Algorithmen

### Inhalt

Ausgewählte Kapitel der Graphentheorie, in denen zugleich zahlreiche aktuelle Forschungsfragen aufgehen, die genügend Potential für Themen qualifizierender Arbeiten geben:

- I. Packungs- und Überdeckungssätze
- II. Minoren: Wohlquasiordnung von Wurzelbäumen
- III. Kritischer und minimaler mehrfacher Zusammenhang

Auch hier variiert der Inhalt je nach Dozent infolge der großen Breite des Grundthemas. Graphentheorie ist ein seit vielen Jahrzehnten sehr stark in Ilmenau vertretenes Forschungsgebiet.

### Medienformen und technische Anforderungen bei Lehr- und Abschlussleistungen in elektronischer Form

Tafel

### Literatur

Die einschlägigen Lehrbücher von Diestel, Bondy/Murty und West.

### Detailangaben zum Abschluss

### Link zum Moodle-Kurs

### verwendet in folgenden Studiengängen:

- Bachelor Informatik 2013
- Bachelor Informatik 2021
- Master Informatik 2021

## Modul: Graphentheorie 2

Modulabschluss: Prüfungsleistung mündlich 30 min Art der Notengebung: Gestufte Noten  
 Sprache: Deutsch Pflichtkennz.: Wahlmodul Turnus: Wintersemester

Modulnummer: 201001 Prüfungsnummer: 2400853

Modulverantwortlich: Prof. Dr. Matthias Kriesell

Leistungspunkte: 5 Workload (h): 150 Anteil Selbststudium (h): 116 SWS: 3.0  
 Fakultät für Mathematik und Naturwissenschaften Fachgebiet: 2411

SWS nach Fach- semester	1.FS			2.FS			3.FS			4.FS			5.FS			6.FS			7.FS			8.FS			9.FS			10.FS					
	V	S	P	V	S	P	V	S	P	V	S	P	V	S	P	V	S	P	V	S	P	V	S	P	V	S	P	V	S	P			
	2	1	0																														

### Lernergebnisse / Kompetenzen

Die Studierenden haben vertiefte Kenntnisse der Graphentheorie. Sie sind nach der Vorlesung befähigt, aktuelle Forschungspaper auf dem Gebiet der Graphentheorie zu verstehen. Nach den Übungen können sie vornehmlich von der Fähigkeit zur Anwendung typischer graphentheoretischer Beweistechniken Gebrauch machen.

### Vorkenntnisse

Graphentheorie 1

### Inhalt

Ausgewählte Kapitel der Graphentheorie, in denen zugleich zahlreiche aktuelle Forschungsfragen aufgehen, die genügend Potential für Themen qualifizierender Arbeiten geben:

IV. Minoren: Der Satz von Kuratowski

V. Der Satz von Turán

VI. Gradfolgen

VII. Minoren: Hadwigers Vermutung

VIII. Flußvermutungen.

Auch hier variiert der Inhalt je nach Dozent infolge der großen Breite des Grundthemas. Graphentheorie ist ein seit vielen Jahrzehnten sehr stark in Ilmenau vertretenes Forschungsgebiet.

### Medienformen und technische Anforderungen bei Lehr- und Abschlussleistungen in elektronischer Form

Tafel

### Literatur

Die einschlägigen Lehrbücher von Diestel, Bondy/Murty und West.

### Detaillangaben zum Abschluss

### Link zum Moodle-Kurs

### verwendet in folgenden Studiengängen:

Bachelor Informatik 2013

Bachelor Informatik 2021

Master Informatik 2021

## Modul: Kombinatorik 1

Modulabschluss: Prüfungsleistung mündlich 30 min Art der Notengebung: Gestufte Noten  
 Sprache: Deutsch Pflichtkennz.: Wahlmodul Turnus: Wintersemester

Modulnummer: 200995 Prüfungsnummer: 2400847

Modulverantwortlich: Prof. Dr. Matthias Kriesell

Leistungspunkte: 5 Workload (h): 150 Anteil Selbststudium (h): 116 SWS: 3.0  
 Fakultät für Mathematik und Naturwissenschaften Fachgebiet: 2411

SWS nach Fach- semester	1.FS			2.FS			3.FS			4.FS			5.FS			6.FS			7.FS			8.FS			9.FS			10.FS								
	V	S	P	V	S	P	V	S	P	V	S	P	V	S	P	V	S	P	V	S	P	V	S	P	V	S	P	V	S	P	V	S	P			
	2	1	0																																	

### Lernergebnisse / Kompetenzen

Nach der Vorlesung kennen die Studierenden die grundlegenden Begriffe und Methoden der Kombinatorik. Nach den Übungen können sie einerseits die o. g. Begriffe und Methoden anhand typischer Beispiele anwenden, andererseits können die Studierenden die aus der Vorlesung bekannten Beweistechniken in verwandten Fällen anwenden.

### Vorkenntnisse

Lineare Algebra 1/2

### Inhalt

Ausgewählte Kapitel der Kombinatorik: Kombinatorik von Mengensystemen (darunter Designs und projektive Geometrien)

### Medienformen und technische Anforderungen bei Lehr- und Abschlussleistungen in elektronischer Form

Tafel

### Literatur

Die einschlägigen Lehrbücher von Aigner, van Lint-Wilson, et al.

### Detailangaben zum Abschluss

### Link zum Moodle-Kurs

### verwendet in folgenden Studiengängen:

- Bachelor Informatik 2013
- Bachelor Informatik 2021
- Master Informatik 2021

## Modul: Kombinatorik 2

Modulabschluss: Prüfungsleistung mündlich 30 min Art der Notengebung: Gestufte Noten  
 Sprache: Deutsch Pflichtkennz.: Wahlmodul Turnus: Wintersemester

Modulnummer: 201002 Prüfungsnummer: 2400854

Modulverantwortlich: Prof. Dr. Matthias Kriesell

Leistungspunkte: 5 Workload (h): 150 Anteil Selbststudium (h): 116 SWS: 3.0  
 Fakultät für Mathematik und Naturwissenschaften Fachgebiet: 2411

SWS nach Fach- semester	1.FS			2.FS			3.FS			4.FS			5.FS			6.FS			7.FS			8.FS			9.FS			10.FS								
	V	S	P	V	S	P	V	S	P	V	S	P	V	S	P	V	S	P	V	S	P	V	S	P	V	S	P	V	S	P	V	S	P			
	2	1	0																																	

### Lernergebnisse / Kompetenzen

Nach der Vorlesung kennen die Studierenden die grundlegenden Begriffe und Methoden der Kombinatorik. Nach den Übungen können sie einerseits die o. g. Begriffe und Methoden anhand typischer Beispiele anwenden, andererseits können die Studierenden die aus der Vorlesung bekannten Beweistechniken in verwandten Fällen anwenden.

### Vorkenntnisse

Lineare Algebra 1/2

### Inhalt

Ausgewählte Kapitel der Kombinatorik: lateinische Quadrate, Schemata, Polyá-Theorie.

### Medienformen und technische Anforderungen bei Lehr- und Abschlussleistungen in elektronischer Form

Tafel

### Literatur

Die einschlägigen Lehrbücher von Aigner, van Lint-Wilson, et al.

### Detailangaben zum Abschluss

### Link zum Moodle-Kurs

### verwendet in folgenden Studiengängen:

- Bachelor Informatik 2013
- Bachelor Informatik 2021
- Master Informatik 2021



## Modul: Kombinatorische Optimierung 1

Modulabschluss: Prüfungsleistung mündlich 30 min      Art der Notengebung: Gestufte Noten  
 Sprache: Deutsch      Pflichtkennz.: Wahlmodul      Turnus: Wintersemester

Modulnummer: 200996      Prüfungsnummer: 2400848

Modulverantwortlich: Prof. Dr. Matthias Kriesell

Leistungspunkte: 5      Workload (h): 150      Anteil Selbststudium (h): 116      SWS: 3.0  
 Fakultät für Mathematik und Naturwissenschaften      Fachgebiet: 2411

SWS nach Fach- semester	1.FS			2.FS			3.FS			4.FS			5.FS			6.FS			7.FS			8.FS			9.FS			10.FS								
	V	S	P	V	S	P	V	S	P	V	S	P	V	S	P	V	S	P	V	S	P	V	S	P	V	S	P	V	S	P	V	S	P			
	2	1	0																																	

### Lernergebnisse / Kompetenzen

Nach der Vorlesung können die Studierenden typische Probleme der Kombinatorischen Optimierung und Verfahren zu deren Lösung benennen, wissen dieses zusammenzufassen. Sie sind anhand der in der Vorlesung vorgestellten Beispiele für Fragen der Berechnungskomplexität sensibilisiert und sind fähig, typische Probleme hinsichtlich ihrer Berechnungskomplexität einzuordnen. Nach den Übungen können die Studierenden einerseits die o. g. Kenntnisse und Methoden zur Lösung von Beispielaufgaben anwenden, andererseits können sie kombinatorische Sachverhalte beweisen.

### Vorkenntnisse

Lineare Algebra 1/2, Graphen & Algorithmen, Kombinatorische Optimierung 1.

### Inhalt

Grundlagen der Kombinatorischen Optimierung - Teil 1, Ausgewählte Probleme.

### Medienformen und technische Anforderungen bei Lehr- und Abschlussleistungen in elektronischer Form

Tafel

### Literatur

Das Lehrbuch von Korte/Vygen

### Detailangaben zum Abschluss

### Link zum Moodle-Kurs

### verwendet in folgenden Studiengängen:

- Bachelor Informatik 2013
- Bachelor Informatik 2021
- Master Informatik 2021

## Modul: Kombinatorische Optimierung 2

Modulabschluss: Prüfungsleistung mündlich 30 min      Art der Notengebung: Gestufte Noten  
 Sprache: Deutsch      Pflichtkennz.: Wahlmodul      Turnus: Wintersemester

Modulnummer: 201003      Prüfungsnummer: 2400855

Modulverantwortlich: Prof. Dr. Matthias Kriesell

Leistungspunkte: 5      Workload (h): 150      Anteil Selbststudium (h): 116      SWS: 3.0  
 Fakultät für Mathematik und Naturwissenschaften      Fachgebiet: 2411

SWS nach Fach- semester	1.FS			2.FS			3.FS			4.FS			5.FS			6.FS			7.FS			8.FS			9.FS			10.FS								
	V	S	P	V	S	P	V	S	P	V	S	P	V	S	P	V	S	P	V	S	P	V	S	P	V	S	P	V	S	P	V	S	P			
	2	1	0																																	

### Lernergebnisse / Kompetenzen

Nach der Vorlesung können die Studierenden typische Probleme der Kombinatorischen Optimierung und Verfahren zu deren Lösung benennen, wissen dieses zusammenzufassen. Sie sind anhand der in der Vorlesung vorgestellten Beispiele für Fragen der Berechnungskomplexität sensibilisiert und sind fähig, typische Probleme hinsichtlich ihrer Berechnungskomplexität einzuordnen. Nach den Übungen können die Studierenden einerseits die o. g. Kenntnisse und Methoden zur Lösung von Beispielaufgaben anwenden, andererseits können sie kombinatorische Sachverhalte beweisen.

### Vorkenntnisse

Lineare Algebra I/II sowie Graphen & Algorithmen

### Inhalt

Grundlagen der Kombinatorischen Optimierung - Teil 2, Ausgewählte Probleme.

### Medienformen und technische Anforderungen bei Lehr- und Abschlussleistungen in elektronischer Form

Tafel

### Literatur

Das Lehrbuch von Korte-Vygen

### Detailangaben zum Abschluss

### Link zum Moodle-Kurs

### verwendet in folgenden Studiengängen:

- Bachelor Informatik 2013
- Bachelor Informatik 2021
- Master Informatik 2021

## Modul: Large Networks & Random Graphs

Modulabschluss: Prüfungsleistung mündlich 30 min      Art der Notengebung: Gestufte Noten  
 Sprache: Deutsch/Englisch      Pflichtkenn.: Wahlmodul      Turnus: Wintersemester

Modulnummer: 200439      Prüfungsnummer: 2400791

Modulverantwortlich: Prof. Dr. Yury Person

Leistungspunkte: 5      Workload (h): 150      Anteil Selbststudium (h): 116      SWS: 3.0  
 Fakultät für Mathematik und Naturwissenschaften      Fachgebiet: 2417

SWS nach Fach- semester	1.FS			2.FS			3.FS			4.FS			5.FS			6.FS			7.FS			8.FS			9.FS			10.FS								
	V	S	P	V	S	P	V	S	P	V	S	P	V	S	P	V	S	P	V	S	P	V	S	P	V	S	P	V	S	P	V	S	P			
	2	1	0																																	

### Lernergebnisse / Kompetenzen

Die Studierenden kennen nach der Vorlesung verschiedene Modelle zufälliger Graphen, deren Anwendungsmöglichkeiten sowie Vor- und Nachteile. Sie sind u.a. durch die Übungen in der Lage, für ein Anwendungsproblem ein passendes Modell auszuwählen, dieses methodisch zu untersuchen und Algorithmen darauf anzuwenden und zu entwickeln. Sie sind ebenso befähigt, aktuelle Forschungsarbeiten zu lesen und die Ergebnisse zu präsentieren, zu besprechen und zu reflektieren.

### Vorkenntnisse

Lineare Algebra 1&2, Analysis 1&2, Diskrete Stochastik, Graphen & Algorithmen

### Inhalt

Klassische Modelle zufälliger Graphen ( $G(n,p)$ ,  $G(n,m)$ ,  $G(n,d)$ ; zufällige geometrische Graphen) und deren wichtigste Eigenschaften; Schwellenwerte für monotone Eigenschaften; Modelle für komplexe Netzwerke.

### Medienformen und technische Anforderungen bei Lehr- und Abschlussleistungen in elektronischer Form

Moodle, Folien bzw. PC Präsentationen, Tafel und Arbeitsblätter

### Literatur

- N. Alon, J. Spencer: The Probabilistic Method, 4th edition; Wiley, 2016.
  - B. Bollobás: Random Graphs, 2nd edition; Cambridge University Press, 2001.
  - A. Frieze, M. Karonski: Introduction to Random Graphs; Cambridge University Press, 2015.
  - A. Frieze, M. Karonski: Random Graphs and Networks: A First Course; Cambridge University Press, 2023.
  - S. Janson, T. Luczak, A. Rucinski: Random Graphs; Wiley, 2000.
- Aktuelle Forschungs publikationen.

### Detailangaben zum Abschluss

### Link zum Moodle-Kurs

### verwendet in folgenden Studiengängen:

- Bachelor Informatik 2013
- Bachelor Informatik 2021
- Master Informatik 2021
- Master Mathematik und Wirtschaftsmathematik 2022
- Master Technische Kybernetik und Systemtheorie 2021

## Modul: Mathematik der Data Science

Modulabschluss: Prüfungsleistung mündlich 30 min Art der Notengebung: Gestufte Noten  
 Sprache: Deutsch Pflichtkennz.: Wahlmodul Turnus: Wintersemester

Modulnummer: 200475 Prüfungsnummer: 2400827

Modulverantwortlich: Prof. Dr. Yury Person

Leistungspunkte: 5	Workload (h): 150	Anteil Selbststudium (h): 116	SWS: 3.0							
Fakultät für Mathematik und Naturwissenschaften			Fachgebiet: 2417							
SWS nach Fach- semester	1.FS	2.FS	3.FS	4.FS	5.FS	6.FS	7.FS	8.FS	9.FS	10.FS
	V S P	V S P	V S P	V S P	V S P	V S P	V S P	V S P	V S P	V S P
	2 1 0									

### Lernergebnisse / Kompetenzen

Die Studierenden haben nach der Vorlesung einen guten Überblick über die Grundlagen und Methoden der Data Science. Sie kennen Vor- und Nachteile der jeweiligen mathematischen Verfahren zur Datenanalyse von verschiedenen Problemen, sowie deren theoretische und experimentelle Grundlagen. Die Studierenden kennen verschiedene Datenmodelle und deren Anwendungsmöglichkeiten, sie sind nach den Übungen in der Lage, für ein Anwendungsproblem ein passendes Modell auszuwählen, dieses methodisch zu untersuchen, Algorithmen dafür zu entwickeln und darauf anzuwenden. Die Studierenden kennen Verbindungen der Data Science zu den einzelnen Gebieten der Mathematik und der Theoretischen Informatik und deren Relevanz. Sie sind in der Lage, aktuelle Forschungsarbeiten zu lesen und die Ergebnisse zu präsentieren. Sie beachten dabei Anmerkungen und können Kritik würdigen.

### Vorkenntnisse

Lineare Algebra und Analysis, (elementare) Stochastik

### Inhalt

Clustering, Compressed Sensing, Dimensionsreduktionstechniken, Machine Learning, Deep Learning, randomisierte Algorithmen, zufällige Matrizen und Modelle, Konzentrationsungleichungen

Medienformen und technische Anforderungen bei Lehr- und Abschlussleistungen in elektronischer Form

Tafel, Computerpräsentation, Aufgaben

### Literatur

A. S. Bandeira, Ten Lectures and Forty-Two Open Problems in the Mathematics of Data Science, Vorlesungsskript, 2016

A. Blum, J. Hopcroft und R. Kannan, Foundations of Data Science, Cambridge University Press 2020

I. Goodfellow, Y. Bengio und A. Courville, Deep Learning, MIT Press 2016

R. Vershynin, High-Dimensional Probability (An Introduction with Applications in Data Science), Cambridge University Press 2018

### Detailangaben zum Abschluss

### Link zum Moodle-Kurs

verwendet in folgenden Studiengängen:

Bachelor Informatik 2013

Bachelor Informatik 2021

Master Informatik 2021

Master Mathematik und Wirtschaftsmathematik 2022

## Modul: Zeitreihenanalyse

Modulabschluss: Prüfungsleistung mündlich 30 min      Art der Notengebung: Gestufte Noten  
 Sprache: Deutsch      Pflichtkenn.: Wahlmodul      Turnus: Wintersemester

Modulnummer: 200452      Prüfungsnummer: 2400804

Modulverantwortlich: Prof. Dr. Thomas Hotz

Leistungspunkte: 5      Workload (h): 150      Anteil Selbststudium (h): 116      SWS: 3.0  
 Fakultät für Mathematik und Naturwissenschaften      Fachgebiet: 2412

SWS nach Fach- semester	1.FS			2.FS			3.FS			4.FS			5.FS			6.FS			7.FS			8.FS			9.FS			10.FS					
	V	S	P	V	S	P	V	S	P	V	S	P	V	S	P	V	S	P	V	S	P	V	S	P	V	S	P	V	S	P			
	2	1	0																														

### Lernergebnisse / Kompetenzen

Die Studierenden sind nach der Vorlesung und den sie begleitenden Übungen in der Lage, Zeitreihendaten im Rahmen der behandelten Modellklassen zu modellieren, zu analysieren und vorherzusagen.

### Vorkenntnisse

Maßtheorie & Stochastik oder Stochastik, besser Stochastische Prozesse

### Inhalt

Stationäre Prozesse und ihre Vorhersage, Schätzung von Erwartungswert und Kovarianz, ARMA-Prozesse, Spektralanalyse, Zustandsraummodelle und Kalman-Filter, Finanzzeitreihen

### Medienformen und technische Anforderungen bei Lehr- und Abschlussleistungen in elektronischer Form

Tafel, Skript, Aufgaben, Software

### Literatur

Brockwell, P. J. and Davis, R. A. (2006). Time Series: Theory and Methods, 2nd edn, Springer-Verlag, New York.

Hannan, E. J. (1983). Time Series Analysis, Chapman and Hall International, London.

Durbin, J. and Koopman, S. J. (2001). Time Series Analysis by State Space Methods, Oxford University Press, Oxford.

Franke, J., Härdle, W. and Hafner, C. M. (2004). Statistics of Financial Markets, Springer-Verlag, Berlin.

### Detailangaben zum Abschluss

### Link zum Moodle-Kurs

### verwendet in folgenden Studiengängen:

- Bachelor Informatik 2013
- Bachelor Informatik 2021
- Bachelor Technische Kybernetik und Systemtheorie 2021
- Master Informatik 2021
- Master Mathematik und Wirtschaftsmathematik 2022
- Master Technische Kybernetik und Systemtheorie 2021

## Modul: Algebraische Kombinatorik

Modulabschluss: Prüfungsleistung mündlich 30 min Art der Notengebung: Gestufte Noten  
 Sprache: Deutsch Pflichtkenn.: Wahlmodul Turnus: Sommersemester

Modulnummer: 200437 Prüfungsnummer: 2400789

Modulverantwortlich: Prof. Dr. Yury Person

Leistungspunkte: 10 Workload (h): 300 Anteil Selbststudium (h): 232 SWS: 6.0  
 Fakultät für Mathematik und Naturwissenschaften Fachgebiet: 2417

SWS nach Fach- semester	1.FS			2.FS			3.FS			4.FS			5.FS			6.FS			7.FS			8.FS			9.FS			10.FS								
	V	S	P	V	S	P	V	S	P	V	S	P	V	S	P	V	S	P	V	S	P	V	S	P	V	S	P	V	S	P	V	S	P			
				4	2	0																														

### Lernergebnisse / Kompetenzen

Die Studierenden haben vertiefte Kenntnisse in den Anwendungen der algebraischen Methoden in Diskreter Mathematik.

Nach den Übungen sind die Studierenden befähigt, Aussagen der Diskreten Mathematik mit algebraischen Methoden zu analysieren und zu beweisen.

### Vorkenntnisse

Lineare Algebra 1 und 2, Analysis 1 und 2

### Inhalt

Methoden der Linearen Algebra, abzählende Kombinatorik, erzeugende Funktionen, symmetrische Funktionen, Polynommethode, algebraische Graphentheorie, Expandergraphen

Medienformen und technische Anforderungen bei Lehr- und Abschlussleistungen in elektronischer Form

Tafel, Aufgaben

### Literatur

M. Aigner: A Course in Enumeration; Springer, 2007

C. Godsil, G. Royle: Algebraic graph theory; Springer, 2001.

L. Guth: Polynomial methods in combinatorics; University Lecture Series 64 AMS, 2016

J. H van Lint, R. M Wilson: A Course in Combinatorics, Cambridge University Press, 2nd edition 2001.

R. P. Stanley: Enumerative Combinatorics, Volume 1, Cambridge University Press, 2nd edition 2011.

### Detailangaben zum Abschluss

### Link zum Moodle-Kurs

verwendet in folgenden Studiengängen:

Bachelor Informatik 2013

Bachelor Informatik 2021

Master Informatik 2021

## Modul: Angewandte Optimierung

Modulabschluss: Prüfungsleistung mündlich 30 min Art der Notengebung: Gestufte Noten  
 Sprache: Deutsch Pflichtkennz.: Wahlmodul Turnus: Sommersemester

Modulnummer: 200400 Prüfungsnummer: 2400751

Modulverantwortlich: Prof. Dr. Gabriele Eichfelder

Leistungspunkte: 5	Workload (h): 150	Anteil Selbststudium (h): 105	SWS: 4.0																		
Fakultät für Mathematik und Naturwissenschaften			Fachgebiet: 2415																		
SWS nach	1.FS	2.FS	3.FS	4.FS	5.FS	6.FS	7.FS	8.FS	9.FS	10.FS											
Fach-	V	S	P	V	S	P	V	S	P	V	S	P	V	S	P	V	S	P	V	S	P
semester																					
		2	2	0																	

### Lernergebnisse / Kompetenzen

Die Studierenden erkennen durch Vorlesung und Übung, dass elementare Ergebnisse aus der Linearen Algebra und der Analysis im Bereich der Optimierung Anwendung finden. Darüber hinaus sind sie in die Lage versetzt, die grundlegenden Ideen und Herangehensweisen in der linearen und nichtlinearen Optimierung darzustellen, zu klassifizieren, zu vergleichen und zu erklären. Anhand dieser Erkenntnisse gelingt es den Studierenden in den Übungen weitere theoretische Resultate abzuleiten und vorgegebene konkrete Optimierungsprobleme sowie Probleme aus Anwendungsfragestellungen mathematisch zu modellieren, zu bearbeiten und unter Zuhilfenahme von Software zu lösen. Dabei können sie verschiedene Lösungsstrategien erkennen, analysieren, vergleichen und die erhaltenen Ergebnisse bewerten. Insgesamt sind die Studierenden aufgrund der erworbenen Kompetenzen in die Lage versetzt, in ihrer weiteren akademischen oder beruflichen Laufbahn Optimierungsprobleme zu erkennen, zu modellieren und dies fachfremden Kollegen zu erklären bzw. zu motivieren, sowie schließlich Lösungsstrategien für diese Optimierungsprobleme, gegebenenfalls auch im Team zusammen mit anderen Spezialisten, zu konzipieren und umzusetzen. Sie können dabei Anmerkungen beachten und Kritik würdigen.

### Vorkenntnisse

Lineare Algebra und Grundlagen der Analysis

### Inhalt

Anwendungsprobleme und Modellierung, konvexe Mengen, konvexe Funktionen, Lösungsverhalten linearer Ungleichungssysteme, Dualität, Optimalitätskriterien der linearen Optimierung, Lösungsverfahren, Optimalitätsbedingungen der nichtlinearen Optimierung, Überblick zu Verfahren der restriktionsfreien nichtlinearen Optimierung und Ansätze zu Verfahren der restringierten nichtlinearen Optimierung

### Medienformen und technische Anforderungen bei Lehr- und Abschlusssleistungen in elektronischer Form

Tafel, Beamer, Computer

### Literatur

- A. Ben-Tal und A. Nemirovski, Lectures on modern convex optimization (MPS-SIAM Series on Optimization, 2001).
- M. Gerdt und F. Lempio, Mathematische Optimierungsverfahren des Operations Research (De Gruyter, Berlin, 2011).
- C. Geiger und C. Kanzow, Numerische Verfahren zur Lösung unrestringierter Optimierungsaufgaben (Springer, Berlin, 1999).
- C. Geiger und C. Kanzow, Theorie und Numerik restringierter Optimierungsaufgaben (Springer, Berlin, 2002).
- F. Jarre und J. Stoer, Optimierung (Springer, Berlin, 2004).
- R. Reemtsen, Lineare Optimierung (Shaker Verlag, Aachen, 2001).

### Detailangaben zum Abschluss

### Link zum Moodle-Kurs

<https://moodle2.tu-ilmenau.de/course/view.php?id=150>

verwendet in folgenden Studiengängen:

Bachelor Informatik 2013





## Modul: Geometrie

Modulabschluss: Prüfungsleistung mündlich 30 min Art der Notengebung: Gestufte Noten  
 Sprache: Deutsch Pflichtkennz.: Wahlmodul Turnus: Sommersemester

Modulnummer: 200456 Prüfungsnummer: 2400808

Modulverantwortlich: Prof. Dr. Thomas Hotz

Leistungspunkte: 5 Workload (h): 150 Anteil Selbststudium (h): 105 SWS: 4.0  
 Fakultät für Mathematik und Naturwissenschaften Fachgebiet: 2412

SWS nach Fach- semester	1.FS			2.FS			3.FS			4.FS			5.FS			6.FS			7.FS			8.FS			9.FS			10.FS								
	V	S	P	V	S	P	V	S	P	V	S	P	V	S	P	V	S	P	V	S	P	V	S	P	V	S	P	V	S	P	V	S	P			
				3	1	0																														

### Lernergebnisse / Kompetenzen

Die Studierenden haben einen Überblick über klassische und moderne Geometrien und können diese beschreiben, mit ihnen umgehen und sie in Beziehung setzen.

### Vorkenntnisse

Grundkenntnisse in Analysis und (insbesondere linearer) Algebra

### Inhalt

Euclidische Geometrie inkl. Axiomatik und Konstruktionsproblemen, nichteuclidische Geometrie, projektive Geometrie, metrische Geometrie

### Medienformen und technische Anforderungen bei Lehr- und Abschlussleistungen in elektronischer Form

Tafel, Skript, Aufgaben, Software, geometrische Objekte

In den Jahren, in denen das Modul nicht angeboten wird, werden bei Bedarf Lehrmaterialien zur Verfügung gestellt und Konsultationen angeboten.

### Literatur

Hartshorne, R. (2000). Geometry: Euclid and beyond. Springer, New York, NY.

Klein, Felix (1908). Elementarmathematik vom höheren Standpunkte aus; Teil I: Arithmetik, Algebra, Analysis. B. G. Teubner, Leipzig.

Richter-Gebert, J. (2011). Perspectives on Projective Geometry. Springer, Berlin.

Benz, W. (2012). Classical Geometries in Modern Contexts. 3. Aufl., Birkhäuser, Basel.

Scriba, C. J., Schreiber, P. (2010). 5000 Jahre Geometrie. 3. Aufl., Springer, Heidelberg.

### Detailangaben zum Abschluss

### Link zum Moodle-Kurs

<https://moodle2.tu-ilmenau.de/course/view.php?id=3554>

### verwendet in folgenden Studiengängen:

Bachelor Informatik 2013

Bachelor Informatik 2021

Bachelor Technische Physik 2023

Master Informatik 2021

Master Mathematik und Wirtschaftsmathematik 2022

## Modul: Multivariate Statistik

Modulabschluss: Prüfungsleistung mündlich 30 min      Art der Notengebung: Gestufte Noten  
 Sprache: Deutsch      Pflichtkennz.: Wahlmodul      Turnus: Sommersemester

Modulnummer: 200453      Prüfungsnummer: 2400805

Modulverantwortlich: Prof. Dr. Thomas Hotz

Leistungspunkte: 10      Workload (h): 300      Anteil Selbststudium (h): 232      SWS: 6.0  
 Fakultät für Mathematik und Naturwissenschaften      Fachgebiet: 2412

SWS nach Fach- semester	1.FS			2.FS			3.FS			4.FS			5.FS			6.FS			7.FS			8.FS			9.FS			10.FS								
	V	S	P	V	S	P	V	S	P	V	S	P	V	S	P	V	S	P	V	S	P	V	S	P	V	S	P	V	S	P	V	S	P			
				4	2	0																														

### Lernergebnisse / Kompetenzen

Die Studierenden sind in der Lage, erhobene Daten im Rahmen eines geeigneten statistischen Modells zu analysieren und sind ebenso in der Lage z.B. das Modell der linearen Regression, und die Qualität dieser Modellierung kritisch zu prüfen.

### Vorkenntnisse

Maßtheorie & Stochastik oder Stochastik

### Inhalt

Kovarianzanalyse, lineare und nichtlineare Regression, gemischte Effekte, verallgemeinerte lineare Modelle, Klassifikation, funktionale Datenanalyse

### Medienformen und technische Anforderungen bei Lehr- und Abschlussleistungen in elektronischer Form

Tafel, Skript, Aufgaben, Software

### Literatur

Mardia, K. V., Kent, J. T. and Bibby, J. M. (1982). *Multivariate analysis*, Academic Press, London.

Rao, C. R., Toutenburg, H., Shalabh and Heumann, C. (2008). *Linear Models and Generalizations - Least Squares and Alternatives*, 3rd edn, Springer, Berlin.

Sengupta, D. and Jammalamadaka, S. R. (2003). *Linear Models - An Integrated Approach*, number 6 in Series on Multivariate Analysis, World Scientific Publishing Co. Pte. Ltd., Singapore.

Weisberg, S. (1980). *Applied Linear Regression*, John Wiley & Sons, New York.

### Detailangaben zum Abschluss

### Link zum Moodle-Kurs

### verwendet in folgenden Studiengängen:

- Bachelor Informatik 2013
- Bachelor Informatik 2021
- Bachelor Technische Kybernetik und Systemtheorie 2021
- Master Informatik 2021
- Master Mathematik und Wirtschaftsmathematik 2022
- Master Technische Kybernetik und Systemtheorie 2021

## Modul: Numerik

Modulabschluss: Prüfungsleistung mündlich 30 min Art der Notengebung: Gestufte Noten  
 Sprache: Deutsch Pflichtkennz.: Wahlmodul Turnus: Sommersemester

Modulnummer: 201000 Prüfungsnummer: 2400852

Modulverantwortlich: Prof. Dr. Karl Worthmann

Leistungspunkte: 5 Workload (h): 150 Anteil Selbststudium (h): 105 SWS: 4.0  
 Fakultät für Mathematik und Naturwissenschaften Fachgebiet: 2413

SWS nach Fach- semester	1.FS			2.FS			3.FS			4.FS			5.FS			6.FS			7.FS			8.FS			9.FS			10.FS								
	V	S	P	V	S	P	V	S	P	V	S	P	V	S	P	V	S	P	V	S	P	V	S	P	V	S	P	V	S	P	V	S	P			
				3	1	0																														

### Lernergebnisse / Kompetenzen

Nach der Veranstaltung beherrschen die Studierenden ausgewählte grundlegende Begriffe/Konzepte, Resultate und Beweisideen der numerischen Mathematik. Sie sind in der Lage, die allgemeinen Resultate auf Spezialfälle anzuwenden.

Nach der Übung können die Studierenden die numerischen Verfahren auf konkrete (Anwendungs-) Beispiele, zum (Groß-) Teil mit Rechnerunterstützung, anwenden.

### Vorkenntnisse

### Inhalt

Numerische Grundkonzepte wie Kondition, Lineare Gleichungssysteme, Eigenwertprobleme, Interpolation, Numerische Integration, nichtlineare Gleichungssysteme, lineare und nichtlineare Ausgleichsrechnung.

### Medienformen und technische Anforderungen bei Lehr- und Abschlussleistungen in elektronischer Form

Tafel, Arbeitsblätter, Beamer

### Literatur

S. Kurz, M. Stoll und K. Worthmann: Angewandte Mathematik - Ein Lehrbuch für Lehramtsstudierende, Springer: Lehrbuch, 2018.

Andreas Meister und Thomas Sonar: Numerik - Eine lebendige und gut verständliche Einführung mit vielen Beispielen, Springer: Lehrbuch, 2019.

J.A. Trangenstein: Scientific Computing - Vol. I - Linear and Nonlinear Equations, Springer: Texts in computational science and engineering 18, 2017.

J.A. Trangenstein: Scientific Computing - Vol. II - Eigenvalues and Optimization, Springer: Texts in computational science and engineering 19, 2017.

J.A. Trangenstein: Scientific Computing - Vol. III - Approximation and Integration, Springer: Texts in computational science and engineering 20, 2017.

### Detailangaben zum Abschluss

### Link zum Moodle-Kurs

### verwendet in folgenden Studiengängen:

Bachelor Informatik 2013  
 Bachelor Informatik 2021  
 Bachelor Technische Physik 2023  
 Master Informatik 2021

## Modul: Numerik 1

Modulabschluss: Prüfungsleistung mündlich 30 min Art der Notengebung: Gestufte Noten  
 Sprache: Deutsch Pflichtkennz.: Wahlmodul Turnus: Sommersemester

Modulnummer: 200404 Prüfungsnummer: 2400755

Modulverantwortlich: Prof. Dr. Karl Worthmann

Leistungspunkte: 10 Workload (h): 300 Anteil Selbststudium (h): 210 SWS: 8.0  
 Fakultät für Mathematik und Naturwissenschaften Fachgebiet: 2413

SWS nach Fach- semester	1.FS			2.FS			3.FS			4.FS			5.FS			6.FS			7.FS			8.FS			9.FS			10.FS					
	V	S	P	V	S	P	V	S	P	V	S	P	V	S	P	V	S	P	V	S	P	V	S	P	V	S	P	V	S	P			
				5	3	0																											

### Lernergebnisse / Kompetenzen

Nach der Vorlesung beherrschen die Studierenden die grundlegenden Begriffe / Konzepte, Resultate und Beweisideen der numerischen Mathematik; Sie sind fähig, die allgemeinen Resultate auf Spezialfälle anzuwenden; sie können die numerischen Verfahren nach der Übung auf konkrete (Anwendungs-) Beispiele, zum (Groß-) Teil mit Rechnerunterstützung, anwenden.

### Vorkenntnisse

### Inhalt

Numerische Grundkonzepte wie Kondition, Lineare Gleichungssysteme: Kondition, direkte und indirekte Verfahren, Gradientenverfahren, Eigenwertprobleme, Interpolation: Lagrange-Polynome, (kubische) Splines, Numerische Integration, Extrapolation, nichtlineare Gleichungssysteme, lineare und nichtlineare Ausgleichsrechnung, gewöhnliche Differentialgleichungen: Einschrittverfahren, lineare Mehrschrittverfahren, Stabilität.

### Medienformen und technische Anforderungen bei Lehr- und Abschlussleistungen in elektronischer Form

Tafel, Arbeitsblätter

### Literatur

S. Kurz, M. Stoll und K. Worthmann: Angewandte Mathematik - Ein Lehrbuch für Lehramtsstudierende, Springer: Lehrbuch, 2018.  
 Andreas Meister und Thomas Sonar: Numerik - Eine lebendige und gut verständliche Einführung mit vielen Beispielen, Springer: Lehrbuch, 2019.  
 Claus-Dieter Munz und Thomas Westermann: Numerische Behandlung gewöhnlicher und partieller Differentialgleichungen - Ein anwendungsorientiertes Lehrbuch für Ingenieure, Springer, 4. Auflage, 2019.  
 Karl Strehmel, Helmut Podhaisky und Rüdiger Weiner: Numerik gewöhnlicher Differentialgleichungen - Nichtsteife, steife und differential-algebraische Gleichungen, Springer Spektrum: Studium, 2. Auflage, 2012.  
 J.A. Trangenstein: Scientific Computing - Vol. I - Linear and Nonlinear Equations, Springer: Texts in computational science and engineering 18, 2017.  
 J.A. Trangenstein: Scientific Computing - Vol. II - Eigenvalues and Optimization, Springer: Texts in computational science and engineering 19, 2017.  
 J.A. Trangenstein: Scientific Computing - Vol. III - Approximation and Integration, Springer: Texts in computational science and engineering 20, 2017.

### Detailangaben zum Abschluss

### Link zum Moodle-Kurs

verwendet in folgenden Studiengängen:

Bachelor Informatik 2013

Bachelor Informatik 2021  
Bachelor Mathematik 2021  
Master Informatik 2021

## Modul: Ordnungs- und Verbandstheorie

Modulabschluss: Prüfungsleistung mündlich 30 min      Art der Notengebung: Gestufte Noten  
 Sprache: Deutsch      Pflichtkennz.: Wahlmodul      Turnus: Sommersemester

Modulnummer: 200441      Prüfungsnummer: 2400793

Modulverantwortlich: Prof. Dr. Matthias Kriesell

Leistungspunkte: 5      Workload (h): 150      Anteil Selbststudium (h): 116      SWS: 3.0  
 Fakultät für Mathematik und Naturwissenschaften      Fachgebiet: 2411

SWS nach Fach- semester	1.FS			2.FS			3.FS			4.FS			5.FS			6.FS			7.FS			8.FS			9.FS			10.FS					
	V	S	P	V	S	P	V	S	P	V	S	P	V	S	P	V	S	P	V	S	P	V	S	P	V	S	P	V	S	P			
				2	1	0																											

### Lernergebnisse / Kompetenzen

Die Studierenden haben nach der Vorlesung Grundkenntnisse der Ordnungs- und Verbandstheorie. Sie sind mit typischen Beweismethoden der Ordnungstheorie vertraut. Nach den Übungen sind die Studierenden in der Lage, die in der Vorlesung erlernten Begriffe und Methoden auf konkrete Beispiele anzuwenden.

### Vorkenntnisse

Lineare Algebra 1/2, Algebra

### Inhalt

Ordnungen, Quasiordnungen, totale Ordnungen. Ordinal- und Kardinalzahlen, Supremums- und Infimumshalbverbände, Boolesche Verbände, Hüllenoperatoren, Topologien vs. Ordnungen.

### Medienformen und technische Anforderungen bei Lehr- und Abschlussleistungen in elektronischer Form

Tafel

### Literatur

Einschlägige Lehrbücher z. Bsp. von Erné.

### Detailangaben zum Abschluss

### Link zum Moodle-Kurs

### verwendet in folgenden Studiengängen:

- Bachelor Informatik 2013
- Bachelor Informatik 2021
- Master Informatik 2021

## Modul: Spieltheorie

Modulabschluss: Prüfungsleistung mündlich 30 min      Art der Notengebung: Gestufte Noten  
 Sprache: Deutsch      Pflichtkenn.: Wahlmodul      Turnus: Sommersemester

Modulnummer: 200443      Prüfungsnummer: 2400795

Modulverantwortlich: Prof. Dr. Matthias Kriesell

Leistungspunkte: 5      Workload (h): 150      Anteil Selbststudium (h): 116      SWS: 3.0  
 Fakultät für Mathematik und Naturwissenschaften      Fachgebiet: 2411

SWS nach Fach- semester	1.FS			2.FS			3.FS			4.FS			5.FS			6.FS			7.FS			8.FS			9.FS			10.FS								
	V	S	P	V	S	P	V	S	P	V	S	P	V	S	P	V	S	P	V	S	P	V	S	P	V	S	P	V	S	P	V	S	P			
				2	1	0																														

### Lernergebnisse / Kompetenzen

Die Studierenden besitzen nach der Vorlesung vertiefte Kenntnisse der Grundbegriffe der nichtkooperativen und der Grundbegriffe der kooperativen Spieltheorie. Sie kennen den Zusammenhang zwischen den abstrakten Konzepten der Spieltheorie und interaktiven Entscheidungsproblemen aus Ökonomie und Informatik, können diesen beschreiben und erläutern. Nach den Übungen sind die Studierenden fähig, einfache konkrete Beispiele mit spieltheoretischen Methoden zu beschreiben und zu analysieren..

### Vorkenntnisse

Analysis 1/2, Stochastik, (Lineare) Optimierung

### Inhalt

Die Spieltheorie ist ein noch junger Zweig der Mathematik, die ihren Ursprung 1944 in dem Buch „The Theory of Games and Economic Behavior“ von John von Neumann und Oskar Morgenstern hat, auch wenn die Wurzeln bis ins 19. Jahrhundert zurückreichen. Die Disziplin findet unter anderem ihre Anwendung in der Ökonomie, Soziologie, Politik, Biologie sowie Informatik, und es treten spieltheoretische Problemstellungen in nahezu jedem Lebensbereich auf. Ziel der Vorlesung ist es, die Teilnehmer mit den grundlegenden Konzepten und Lösungsansätzen der Spieltheorie vertraut zu machen. Der Schwerpunkt liegt dabei auf der nichtkooperativen Spieltheorie, es werden jedoch auch Elemente der kooperativen Spieltheorie behandelt. Inhalt: Normalformspiele, Spiele in extensiver Form, Spiele mit unvollkommener Information, Koalitionsspiele.

### Medienformen und technische Anforderungen bei Lehr- und Abschlussleistungen in elektronischer Form

Folien, Skript, Tafel

### Literatur

Die einschlägigen Lehrbücher von Osborne und Rubinstein, Myerson, sowie Nisan, Roughgarden, Tardos und Vazirani.

### Detailangaben zum Abschluss

### Link zum Moodle-Kurs

### verwendet in folgenden Studiengängen:

- Bachelor Informatik 2013
- Bachelor Informatik 2021
- Master Informatik 2021
- Master Mathematik und Wirtschaftsmathematik 2022
- Master Technische Kybernetik und Systemtheorie 2021
- Master Technische Physik 2023





Bachelor Fahrzeugtechnik 2021  
Bachelor Informatik 2021  
Master Electric Power and Control Systems Engineering 2021  
Bachelor Technische Kybernetik und Systemtheorie 2013  
Bachelor Ingenieurinformatik 2021  
Master Wirtschaftsingenieurwesen 2021 Vertiefung AT  
Master Ingenieurinformatik 2014  
Master Maschinenbau 2022  
Bachelor Werkstoffwissenschaft 2013  
Bachelor Mathematik 2021  
Master Biotechnische Chemie 2020  
Master Research in Computer and Systems Engineering 2016  
Master Medienwirtschaft 2018  
Bachelor Medieningenieurwissenschaften 2023  
Bachelor/Lehramt Polyvalenter Bachelor mit Lehramtsoption für berufsbildende Schulen - Elektrotechnik 2013  
Master Elektrotechnik und Informationstechnik 2014 Vertiefung AST  
Master Wirtschaftsingenieurwesen 2014 Vertiefung MB  
Master Technische Kybernetik und Systemtheorie 2014  
Master Biomedizinische Technik 2021  
Bachelor/Lehramt Polyvalenter Bachelor mit Lehramtsoption für berufsbildende Schulen - Elektrotechnik 2013  
Master Technische Physik 2013  
Master Wirtschaftsingenieurwesen 2021  
Master Medieningenieurwissenschaften 2023  
Master Biomedizinische Technik 2014  
Bachelor Maschinenbau 2021  
Bachelor Ingenieurinformatik 2013  
Master Research in Computer & Systems Engineering 2016  
Bachelor Biotechnische Chemie 2013  
Master Mathematik und Wirtschaftsmathematik 2022  
Bachelor Angewandte Medien- und Kommunikationswissenschaft 2021  
Master Wirtschaftsinformatik 2018  
Master Wirtschaftsinformatik 2014  
Bachelor/Lehramt Polyvalenter Bachelor mit Lehramtsoption für berufsbildende Schulen - Metalltechnik 2013  
Master Ingenieurinformatik 2021  
Master Mathematik und Wirtschaftsmathematik 2013 Vertiefung AM  
Bachelor Technische Physik 2013  
Master Medienwirtschaft 2021  
Master Wirtschaftsingenieurwesen 2018 Vertiefung MB  
Master Technische Kybernetik und Systemtheorie 2021  
Master Optische Systemtechnik/Optronik 2017  
Master Elektrotechnik und Informationstechnik 2021  
Master Wirtschaftsingenieurwesen 2014  
Master Research in Computer and Systems Engineering 2021  
Master Communications and Signal Processing 2021  
Bachelor/Lehramt Polyvalenter Bachelor mit Lehramtsoption für berufsbildende Schulen - Metalltechnik 2013  
Master Micro- and Nanotechnologies 2016  
Bachelor Medienwirtschaft 2021  
Diplom Elektrotechnik und Informationstechnik 2017  
Bachelor Wirtschaftsingenieurwesen 2015 Vertiefung MB  
Bachelor Mechatronik 2021  
Bachelor Elektrotechnik und Informationstechnik 2021  
Master Medien- und Kommunikationswissenschaft/Media and Communication Science 2013  
Bachelor Biotechnische Chemie 2021  
Master Elektrotechnik und Informationstechnik 2014 Vertiefung IKT  
Bachelor/Lehramt Polyvalenter Bachelor mit Lehramtsoption für berufsbildende Schulen - Elektrotechnik 2013  
Bachelor Informatik 2013  
Master Elektrotechnik und Informationstechnik 2014 Vertiefung ATE  
Bachelor Wirtschaftsingenieurwesen 2015 Vertiefung ET  
Master Maschinenbau 2017  
Master Wirtschaftsingenieurwesen 2021 Vertiefung ET  
Bachelor Elektrotechnik und Informationstechnik 2013  
Bachelor Wirtschaftsingenieurwesen 2021 Vertiefung MB

Master Wirtschaftsingenieurwesen 2018  
Bachelor Technische Kybernetik und Systemtheorie 2021  
Master Elektrochemie und Galvanotechnik 2021  
Master Medientechnologie 2017  
Bachelor Werkstoffwissenschaft 2021  
Master Wirtschaftsingenieurwesen 2013  
Bachelor Angewandte Medien- und Kommunikationswissenschaft 2014  
Bachelor Betriebswirtschaftslehre mit technischer Orientierung 2021  
Bachelor/Lehramt Polyvalenter Bachelor mit Lehramtsoption für berufsbildende Schulen - Metalltechnik 2013  
Master Technische Physik 2023  
Master Communications and Signal Processing 2013  
Bachelor Medientechnologie 2013  
Master Medienwirtschaft 2014  
Bachelor Biomedizinische Technik 2021  
Master Elektrotechnik und Informationstechnik 2014 Vertiefung EET  
Master Wirtschaftsingenieurwesen 2015 Vertiefung BT  
Master Wirtschaftsinformatik 2015  
Master Regenerative Energietechnik 2022  
Bachelor Optische Systemtechnik/Optronik 2013  
Master Wirtschaftsingenieurwesen 2018 Vertiefung BT  
Master Wirtschaftsingenieurwesen 2010  
Master Wirtschaftsingenieurwesen 2013 Vertiefung BT  
Master Mathematik und Wirtschaftsmathematik 2013 Vertiefung WM  
Bachelor Wirtschaftsingenieurwesen 2021 Vertiefung ET  
Master Wirtschaftsingenieurwesen 2015  
Master Wirtschaftsingenieurwesen 2021 Vertiefung BT  
Master Medienwirtschaft 2015  
Master Werkstoffwissenschaft 2021  
Master Informatik 2013  
Master Regenerative Energietechnik 2016  
Master International Business Economics 2021





## Lehrveranstaltung aus dem aktuellen Katalog

Fachabschluss: Studienleistung Art der Notengebung: Gestufte Noten  
 Sprache: Pflichtkennz.:Wahlmodul Turnus:ganzjährig

Fachnummer: 0000 Prüfungsnummer:90601

Fachverantwortlich:

Leistungspunkte: 0 Workload (h):0 Anteil Selbststudium (h):0 SWS:0.0  
 Fakultät für Informatik und Automatisierung Fachgebiet:22

SWS nach Fach- semester	1.FS			2.FS			3.FS			4.FS			5.FS			6.FS			7.FS			8.FS			9.FS			10.FS								
	V	S	P	V	S	P	V	S	P	V	S	P	V	S	P	V	S	P	V	S	P	V	S	P	V	S	P	V	S	P	V	S	P			

Lernergebnisse / Kompetenzen

Vorkenntnisse

Inhalt

Medienformen und technische Anforderungen bei Lehr- und Abschlussleistungen in elektronischer Form

Literatur

Detailangaben zum Abschluss

Link zum Moodle-Kurs

verwendet in folgenden Studiengängen:

- Diplom Maschinenbau 2017
- Diplom Maschinenbau 2021
- Bachelor Medienwirtschaft 2015
- Master Wirtschaftsingenieurwesen 2014 Vertiefung BT
- Master Elektrotechnik und Informationstechnik 2014 Vertiefung MNE
- Master Optische Systemtechnik 2022
- Master Wirtschaftsingenieurwesen 2021 Vertiefung MB
- Master Allgemeine Betriebswirtschaftslehre 2013
- Bachelor Medientechnologie 2021
- Master Wirtschaftsingenieurwesen 2015 Vertiefung MB
- Master Micro- and Nanotechnologies 2021
- Master Biotechnische Chemie 2023
- Master Informatik 2021
- Bachelor Mathematik 2013
- Bachelor Technische Physik 2023
- Diplom Elektrotechnik und Informationstechnik 2021
- Master Wirtschaftsinformatik 2021
- Master Media and Communication Science 2021
- Master Fahrzeugtechnik 2022
- Master Mechatronik 2022
- Master Wirtschaftsingenieurwesen 2011
- Bachelor Wirtschaftsinformatik 2021

Bachelor Fahrzeugtechnik 2021  
Bachelor Informatik 2021  
Master Electric Power and Control Systems Engineering 2021  
Bachelor Technische Kybernetik und Systemtheorie 2013  
Bachelor Ingenieurinformatik 2021  
Master Wirtschaftsingenieurwesen 2021 Vertiefung AT  
Master Ingenieurinformatik 2014  
Master Maschinenbau 2022  
Bachelor Werkstoffwissenschaft 2013  
Bachelor Mathematik 2021  
Master Biotechnische Chemie 2020  
Master Research in Computer and Systems Engineering 2016  
Master Medienwirtschaft 2018  
Bachelor Medieningenieurwissenschaften 2023  
Bachelor/Lehramt Polyvalenter Bachelor mit Lehramtsoption für berufsbildende Schulen - Elektrotechnik 2013  
Master Elektrotechnik und Informationstechnik 2014 Vertiefung AST  
Master Wirtschaftsingenieurwesen 2014 Vertiefung MB  
Master Technische Kybernetik und Systemtheorie 2014  
Master Biomedizinische Technik 2021  
Bachelor/Lehramt Polyvalenter Bachelor mit Lehramtsoption für berufsbildende Schulen - Elektrotechnik 2013  
Master Technische Physik 2013  
Master Wirtschaftsingenieurwesen 2021  
Master Medieningenieurwissenschaften 2023  
Master Biomedizinische Technik 2014  
Bachelor Maschinenbau 2021  
Bachelor Ingenieurinformatik 2013  
Master Research in Computer & Systems Engineering 2016  
Bachelor Biotechnische Chemie 2013  
Master Mathematik und Wirtschaftsmathematik 2022  
Bachelor Angewandte Medien- und Kommunikationswissenschaft 2021  
Master Wirtschaftsinformatik 2018  
Master Wirtschaftsinformatik 2014  
Bachelor/Lehramt Polyvalenter Bachelor mit Lehramtsoption für berufsbildende Schulen - Metalltechnik 2013  
Master Ingenieurinformatik 2021  
Master Mathematik und Wirtschaftsmathematik 2013 Vertiefung AM  
Bachelor Technische Physik 2013  
Master Medienwirtschaft 2021  
Master Wirtschaftsingenieurwesen 2018 Vertiefung MB  
Master Technische Kybernetik und Systemtheorie 2021  
Master Optische Systemtechnik/Optronik 2017  
Master Elektrotechnik und Informationstechnik 2021  
Master Wirtschaftsingenieurwesen 2014  
Master Research in Computer and Systems Engineering 2021  
Master Communications and Signal Processing 2021  
Bachelor/Lehramt Polyvalenter Bachelor mit Lehramtsoption für berufsbildende Schulen - Metalltechnik 2013  
Master Micro- and Nanotechnologies 2016  
Bachelor Medienwirtschaft 2021  
Diplom Elektrotechnik und Informationstechnik 2017  
Bachelor Wirtschaftsingenieurwesen 2015 Vertiefung MB  
Bachelor Mechatronik 2021  
Bachelor Elektrotechnik und Informationstechnik 2021  
Master Medien- und Kommunikationswissenschaft/Media and Communication Science 2013  
Bachelor Biotechnische Chemie 2021  
Master Elektrotechnik und Informationstechnik 2014 Vertiefung IKT  
Bachelor/Lehramt Polyvalenter Bachelor mit Lehramtsoption für berufsbildende Schulen - Elektrotechnik 2013  
Bachelor Informatik 2013  
Master Elektrotechnik und Informationstechnik 2014 Vertiefung ATE  
Bachelor Wirtschaftsingenieurwesen 2015 Vertiefung ET  
Master Maschinenbau 2017  
Master Wirtschaftsingenieurwesen 2021 Vertiefung ET  
Bachelor Elektrotechnik und Informationstechnik 2013  
Bachelor Wirtschaftsingenieurwesen 2021 Vertiefung MB

Master Wirtschaftsingenieurwesen 2018  
Bachelor Technische Kybernetik und Systemtheorie 2021  
Master Elektrochemie und Galvanotechnik 2021  
Master Medientechnologie 2017  
Bachelor Werkstoffwissenschaft 2021  
Master Wirtschaftsingenieurwesen 2013  
Bachelor Angewandte Medien- und Kommunikationswissenschaft 2014  
Bachelor Betriebswirtschaftslehre mit technischer Orientierung 2021  
Bachelor/Lehramt Polyvalenter Bachelor mit Lehramtsoption für berufsbildende Schulen - Metalltechnik 2013  
Master Technische Physik 2023  
Master Communications and Signal Processing 2013  
Bachelor Medientechnologie 2013  
Master Medienwirtschaft 2014  
Bachelor Biomedizinische Technik 2021  
Master Elektrotechnik und Informationstechnik 2014 Vertiefung EET  
Master Wirtschaftsingenieurwesen 2015 Vertiefung BT  
Master Wirtschaftsinformatik 2015  
Master Regenerative Energietechnik 2022  
Bachelor Optische Systemtechnik/Optronik 2013  
Master Wirtschaftsingenieurwesen 2018 Vertiefung BT  
Master Wirtschaftsingenieurwesen 2010  
Master Wirtschaftsingenieurwesen 2013 Vertiefung BT  
Master Mathematik und Wirtschaftsmathematik 2013 Vertiefung WM  
Bachelor Wirtschaftsingenieurwesen 2021 Vertiefung ET  
Master Wirtschaftsingenieurwesen 2015  
Master Wirtschaftsingenieurwesen 2021 Vertiefung BT  
Master Medienwirtschaft 2015  
Master Werkstoffwissenschaft 2021  
Master Informatik 2013  
Master Regenerative Energietechnik 2016  
Master International Business Economics 2021

## Masterarbeit mit Kolloquium

Fachabschluss: mehrere Teilleistungen      Art der Notengebung: Generierte Noten  
 Sprache: Deutsch/Englisch      Pflichtkennz.: Pflichtmodul      Turnus: ganzjährig

Fachnummer: 201029      Prüfungsnummer: 99000

Fachverantwortlich: Silke Eberhardt-Schmidt

Leistungspunkte: 30      Workload (h): 900      Anteil Selbststudium (h): 900      SWS: 0.0  
 Fakultät für Informatik und Automatisierung      Fachgebiet: 22

SWS nach Fach- semester	1.FS			2.FS			3.FS			4.FS			5.FS			6.FS			7.FS			8.FS			9.FS			10.FS								
	V	S	P	V	S	P	V	S	P	V	S	P	V	S	P	V	S	P	V	S	P	V	S	P	V	S	P	V	S	P	V	S	P			
	900 h																																			

### Lernergebnisse / Kompetenzen

Die Studierenden können eine vorgegebene umfangreiche Aufgabenstellung der Informatik in einem gesetzten Zeitrahmen selbständig mit wissenschaftlichen Methoden bearbeiten, die Ergebnisse für ein Fachpublikum klar und verständlich sowohl schriftlich als auch in einem Vortrag darstellen und in einer wissenschaftlichen Diskussion verteidigen. Sie können sich gründlich in ein für sie neues Thema einarbeiten, die konkrete Problemstellung analysieren und bestehende Lösungsansätze für verwandte Probleme beurteilen und erweitern. Sie können Anmerkungen Beachtung schenken und Kritik würdigen und sind in der Lage, ihre Arbeit kritisch zu hinterfragen.

### Vorkenntnisse

### Inhalt

- Selbstständige Bearbeitung eines fachspezifischen Themas unter Betreuung
- Wissenschaftliche Tätigkeiten (z. B. Literaturrecherche, Stand des Wissens, Analyse, Entwurf, Implementierung, Validierung, Modellierung, Simulation, Anwendung der Lösung auf konkretes Problem, Vergleich und Bewertung)
  - Auswertung und Diskussion der Ergebnisse
  - Verfassen einer schriftlichen Abschlussarbeit
  - Wissenschaftlich fundierter Vortrag mit anschließender Diskussion

### Medienformen und technische Anforderungen bei Lehr- und Abschlussleistungen in elektronischer Form

### Literatur

Themenspezifische Literatur wird vom Betreuer benannt und ist darüber hinaus selbstständig zu recherchieren. Empfohlen wird außerdem Literatur zu wissenschaftlichem Arbeiten, Literaturrecherche (beispielsweise Angebote der Bibliothek) und Präsentationstechniken.

### Detailangaben zum Abschluss

- alternative semesterbegleitende Prüfungsleistung mit einer Wichtung von 80% (Prüfungsnummer: 99001)
- Kolloquium Prüfungsleistung mit einer Wichtung von 20% (Prüfungsnummer: 99002)

Details zum Abschluss Teilleistung 1:  
 Selbstständige schriftliche wissenschaftliche Arbeit, Umfang 720 h innerhalb von 6 Monaten  
 Details zum Abschluss Teilleistung 2:  
 Vortrag 30 min + Diskussion von ca. 20-30 min

### Link zum Moodle-Kurs

### verwendet in folgenden Studiengängen:

Master Informatik 2021





## **Glossar und Abkürzungsverzeichnis:**

LP	Leistungspunkte
SWS	Semesterwochenstunden
FS	Fachsemester
V S P	Angabe verteilt auf Vorlesungen, Seminare, Praktika
N.N.	Nomen nominandum, Platzhalter für eine noch unbekannte Person (wikipedia)
Objekttypen lt. Inhaltsverzeichnis	K=Kompetenzfeld; M=Modul; P,L,U= Fach (Prüfung, Lehrveranstaltung, Unit)