

# Modulhandbuch

---

## Master

# Research in Computer & Systems Engineering

---

**Studienordnungsversion: 2021**

**gültig für das Wintersemester 2022/23**

Erstellt am: 20. Dezember 2022

aus der POS Datenbank der TU Ilmenau

Herausgeber: Der Präsident der Technischen Universität Ilmenau

URN: urn:nbn:de:gbv:ilm1-mhb-28546



## Modul: Advanced Database Systems

Modulabschluss: Prüfungsleistung schriftlich 60 min Art der Notengebung: Gestufte Noten  
 Sprache: Englisch Pflichtkenn.: Pflichtmodul Turnus: Wintersemester

Modulnummer: 200037 Prüfungsnummer: 2200680

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 dem Besuch dieser Veranstaltung verstehen die Studierenden die fortgeschrittenen Prinzipien von Datenbanksystemen. Sie kennen die Schritte des Entwurfs von Datenbanken und können die relationale Entwurfstheorie erläutern. Die Studierenden sind in der Lage, gegebene praktische Problemstellungen zu analysieren, im ER-Modell zu modellieren und in einer relationalen Datenbank abzubilden. Weiterhin können sie deklarative Anfragen in Relationenalgebra und SQL formulieren sowie Integritätsbedingungen definieren. Die Studierenden kennen die Aufgaben und Prinzipien der einzelnen DBMS-Komponenten sowie deren Zusammenwirken. Sie können verschiedene Techniken zur Speicherung und Verwaltung großer Datenbestände sowie zur Verarbeitung von Anfragen und Transaktionen erklären und bewerten.

Durch die Übungen können die Studierenden eigene Lösungen zu gestellten Aufgaben präsentieren, sich an themenspezifischen Diskussionen beteiligen und sind in der Lage, Fragen zu beantworten.

### Vorkenntnisse

Foundations of Computer Science and particularly Data Management

### Inhalt

Introduction; Conceptual Modeling: Entity-Relationship Model, Mapping ER Schemas to Relations; Relational Database Theory: Functional Dependencies, Normal Forms, Relational Model and Relational Algebra; SQL and Database Programming; Storage and File Structures: Indexing, B-Trees; Query Processing: Query Operators, Query Optimization; Transaction Processing & Recovery, Serializability, Locking, Locking, Recovery Strategies

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

Vorlesung mit Präsentation und Tafel, Handouts, Moodle

### Literatur

Garcia-Molina, Ullman, Widom: Database Systems - The Complete Book, Pearson/Prentice Hall, 2009

### Detailangaben zum Abschluss

alternative Abschlussform aufgrund verordneter Coronamaßnahmen inkl. technischer Voraussetzungen

### verwendet in folgenden Studiengängen:

Master Research in Computer & Systems Engineering 2021

## Modul: Control Engineering

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

Modulnummer: 200007      Prüfungsnummer: 2200637

Modulverantwortlich: Prof. Dr. Pu Li

Leistungspunkte: 5      Workload (h): 150      Anteil Selbststudium (h): 105      SWS: 4.0  
 Fakultät für Informatik und Automatisierung      Fachgebiet: 2212

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

Die Studierenden können

- die Grundlagen, Problemstellungen und Methoden der Regelungs- und Systemtechnik/technische Kybernetik klassifizieren,
- Systembeschreibungen ableiten,
- Methoden zur Systemanalyse anwenden,
- die Stabilität sowie einschleifige Regelkreise für industrielle Prozesse analysieren.

Die Studierenden haben in der Vorlesung die Theorie, Modelle und Methoden zu den genannten Sachverhalten erfahren. In den Übungen wurden sie durch Beispiele angesprochen.

The students are able to

- classify the fundamentals, problems, and methods of control and systems engineering/technical cybernetics,
- derive system descriptions,
- apply methods of system analysis, and
- analyze stability and single control loops of industrial processes.

The students have learned learn the theory, models, and methods of the corresponding subjects in the lectures. In the exercises, they had been activated to solve example tasks.

Vorkenntnisse

Grundlagen der Mathematik, Physik, Elektrotechnik, Maschinenbau

Inhalt

Modeling of linear processes:

- Modeling with differential equations
- Linearization of nonlinear systems
- State space model

Laplace transformation:

- Laplace transformation of typical functions
- Properties of Laplace transformation
- Transfer function

Analysis of control systems in time domain:

- Dynamics of different plants
- Responses due to typical input signals

- Functions of typical controller

Stability analysis

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

Video on Demand, Moodle-Kurs, Webex-Veranstaltungen, Folien, Skripte

Literatur

R. C. Dorf, R. H. Bishop. Modern Control Systems. Pearson. 2005

K. Ogata. Modern control engineering. Pearson. 2010

Detailangaben zum Abschluss

alternative Abschlussform aufgrund verordneter Coronamaßnahmen inkl. technischer Voraussetzungen

elektronische Abschlussleistung in Distanz (Klausur) nach §6a PStO-AB (Take-Home-Exam)

Dauer: 120 Minuten

Technische Voraussetzung: Word/Latex, ggf. Scanner und Drucker, exam-moodle

verwendet in folgenden Studiengängen:

Master Research in Computer & Systems Engineering 2021

## Modul: Software & Systems Engineering

Modulabschluss: mehrere Teilleistungen

Art der Notengebung: Generierte Noten

Sprache: Englisch

Pflichtkenn.: Pflichtmodul

Turnus: Wintersemester

Modulnummer: 200055

Prüfungsnummer: 220443

Modulverantwortlich: Prof. Dr. Armin Zimmermann

Leistungspunkte: 5	Workload (h): 150	Anteil Selbststudium (h): 116	SWS: 3.0																					
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
semester	2	1	0																					

### Lernergebnisse / Kompetenzen

After the lectures, students understand advanced problems and solution approaches for the design of complex software systems. They know how to acquire and handle functional and non-functional requirements and are able to draw design decisions from them. The exercises and home works teach the students to choose and apply the right model-based design and evaluation method for application problems and their non-functional properties. Students can independently understand advanced topics in systems and software engineering from background literature and are able to solve problems and document results.

### Vorkenntnisse

Bachelor in Computer Science, Computer Engineering or equivalent

### Inhalt

Introduction to advanced topics in Software Engineering and Systems Engineering.

Introduction and Overview of Topics

Systems Engineering

Selected Topics in Software Engineering

Selected Topics in Model-Based Systems Engineering (Performance Evaluation)

RCSE students have priority for the available slots

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

Available on the moodle course page: <https://moodle2.tu-ilmenau.de/course/view.php?id=677>

Presentation slides

Literature notes

Lecture recordings

Exercise moodle: <https://moodle2.tu-ilmenau.de/course/view.php?id=4487>

Home work tasks

### Literatur

Sommerville: Software Engineering

M. Ajmone Marsan, G. Balbo, G. Conte, S. Donatelli and G. Franceschinis: Modelling with Generalized Stochastic Petri Nets

INCOSE Systems Engineering Handbook

Blanchard, Fabrycky: Systems Engineering and Analysis

Cassandras/Lafortune: Introduction to Discrete Event Systems

### Detailangaben zum Abschluss

Das Modul Software & Systems Engineering mit der Prüfungsnummer 220443 schließt mit folgenden Leistungen ab:

- schriftliche Prüfungsleistung über 90 Minuten mit einer Wichtung von 70% (Prüfungsnummer: 2200701)
- alternative semesterbegleitende Prüfungsleistung mit einer Wichtung von 30% (Prüfungsnummer: 2200702)

Details zum Abschluss Teilleistung 2:  
Assessments of Home work tasks

alternative Abschlussform aufgrund verordneter Coronamaßnahmen inkl. technischer Voraussetzungen

Written exam (Klausur) according to Corona measures §6a PStO-AB

If there are only few students (especially in the summer semester exam), the exam can be changed to oral examination

verwendet in folgenden Studiengängen:

Master Medientechnologie 2017

Master Research in Computer & Systems Engineering 2021

## Modul: Advanced Mobile Communication Networks

Modulabschluss: Prüfungsleistung schriftlich 90 min Art der Notengebung: Gestufte Noten  
 Sprache: Englisch Pflichtkenn.: Pflichtmodul 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	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 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

Moodle-Link: <https://moodle2.tu-ilmenau.de/course/view.php?id=4428>

### Literatur

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

### Detailangaben zum Abschluss



alternative Abschlussform aufgrund verordneter Coronamaßnahmen inkl. technischer Voraussetzungen

verwendet in folgenden Studiengängen:

Master Communications and Signal Processing 2021

Master Informatik 2013

Master Informatik 2021

Master Ingenieurinformatik 2021

Master Research in Computer & Systems Engineering 2021

## Modul: Algorithms

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

Modulnummer: 200080 Prüfungsnummer: 2200734

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

The students know the basic principles of the design and the analysis of algorithms: correctness and running time. They know the Big-O notation and its use for analyzing running times. They know basic number theoretical algorithms (addition, multiplication, division, modular multiplication, modular exponentiation, greatest common divisor), they know basic primality tests and the RSA encryption scheme. The students know the divide-and-conquer paradigm with the master theorem (and its proof) and the most important examples like Karatsuba's algorithm, Strassen's algorithm, Mergesort, Quicksort, and the Fast Fourier Transform. They know basic techniques for orienting oneself in graphs and digraphs: BFS, DFS, Kosaraju's algorithm for strongly connected components. They know Dijkstra's algorithm for calculating shortest paths in graphs, and the data type priority queue with its most important implementation techniques "binary heap" and "d-ary heap". Out of the family of greedy algorithms they know Kruskal's algorithm and Prim's algorithm for the problem of a minimum spanning tree, including the correctness proof and the runtime analysis including the use of the union find data structure. As another greedy algorithm they know Huffman's algorithm for an optimal binary code. In the context of the dynamic programming paradigm the students know the principal approach as well as the specific algorithms for Edit distance, all-pairs shortest paths (Floyd-Warshall), single-source shortest paths with edge lengths (Bellman-Ford), knapsack problems and matrix chain multiplication. They know the basic definitions and facts from NP-completeness theory, in particular the implications one gets (if  $P \subsetneq NP$ ) from the fact that a search problem is NP-complete as well as central examples of NP-complete problems.

**Methodenkompetenz:** The students can formulate the relevant problems and can describe the algorithms that solve the problems. They are able to carry out the algorithms for example inputs, to prove correctness and analyze the running time. They are able to apply algorithm paradigms to create algorithms in situations similar to those treated in the course. They can explain the significance of the concept of NP-completeness and identify some selected NP-complete problems.

**Sozialkompetenz:** The international students, coming from different countries and different backgrounds, have experienced and trained working together despite of such differences. The lectures make it necessary to respect the right of all other students to a concentrated working atmosphere, while being open for discussion of the subject matter. The students can participate in the discussion of the material in an organized manner. The students can participate actively and interactively in the discussion of the exercise problems in the discussion sessions. They have also experienced the possibility of different approaches to an algorithmic problem within the rules of the game and the state of the art. The (voluntary) practice sessions further have improved the students' ability to explore and assess the significance of the theoretical results of the lecture.

### Vorkenntnisse

Basic Data Structures, Calculus, Discrete Structures

### Inhalt

Fibonacci numbers and their algorithms, Big-O notation, multiplication, division, modular addition and multiplication, fast exponentiation, (extended) Euclidean algorithm, primality testing by Fermat's test (with proof) and by Miller-Rabin (without proof), generating primes, cryptography and the RSA system (with correctness proof and runtime analysis). The divide-and-conquer scheme, Karatsuba multiplication, the master theorem (with proof), Mergesort, Quicksort, polynomial multiplication and Fast Fourier Transform. Graph representation. Exploring graphs and digraphs by BFS and (detailed) DFS. Acyclicity test (with proof), topological ordering. Strongly connected components by Kosaraju's algorithm (with proof). Shortest paths by Dijkstra's

algorithm (with proof), priority queues as auxiliary data structure. The greedy paradigm. Minimum spanning trees by Kruskal's algorithm (with union-find data structure) and the Prim/Jarnik algorithm (with correctness proof). Huffman encoding, with priority queue, correctness proof. The dynamic programming paradigm. Examples: edit distance, chain matrix multiplication, knapsack with and without repetition, shortest paths (Floyd-Warshall and Bellman-Ford). Polynomial search problems, class NP, NP-complete problems. Significance of the notion. Central examples: Satisfiability, Clique, vertex cover, traveling salesperson, graph coloring.

Medienformen und technische Anforderungen bei Lehr- und Abschlussleistungen in elektronischer Form  
zum Moodle-Kurs

Blackboard, slide projection, exercise sheets, Moodle platform for communication

Literatur

- S. Dasgupta, C. H. Papadimitriou, U. V. Vazirani, Algorithms, McGraw Hill, 2006 (Prime textbook)
- T. Cormen, C. Leiserson, R. Rivest, C. Stein, Introduction to Algorithms, Second Edition, MIT Press 2001
- Sedgewick, Algorithms, Addison Wesley (Any edition will do, with or without specific programming language.)

Detailangaben zum Abschluss

alternative Abschlussform aufgrund verordneter Coronamaßnahmen inkl. technischer Voraussetzungen

Prüfungsgespräch (mündliche Abschlussleistung) in Distanz nach §6a PStO-AB

Dauer: 30 Minuten

Technische Voraussetzung: Webex [https://intranet.tu-ilmenau.de/site/vpslpand/SitePages/Handreichungen\\_Arbeitshilfen.aspx](https://intranet.tu-ilmenau.de/site/vpslpand/SitePages/Handreichungen_Arbeitshilfen.aspx)

verwendet in folgenden Studiengängen:

Master Research in Computer & Systems Engineering 2021

## Modul: Research Skills

Modulabschluss: Studienleistung alternativ Art der Notengebung: Testat / Generierte  
 Sprache: Englisch Pflichtkennz.: Pflichtmodul Turnus: ganzjährig

Modulnummer: 200036 Prüfungsnummer: 2200679

Modulverantwortlich: Prof. Dr. Armin Zimmermann

Leistungspunkte: 5 Workload (h): 150 Anteil Selbststudium (h): 128 SWS: 2.0  
 Fakultät für Informatik und Automatisierung Fachgebiet: 2236

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			
	0	2	0																																	

### Lernergebnisse / Kompetenzen

Students understand the basics of knowledge creation in engineering sciences. They know how to define a research topic, how to search for relevant literature, and why and how to cite. Methods: They learned to write research papers, how to review them, and can present results in talks with slides and posters. Soft skills: a major part of the class was a self-organized scientific workshop, for which the students have submitted papers, reviewed them, took part and organized the event including management and conference chairing (publication, web pages, finances, ...). Participants know how to organize a scientific event and how to collaborate in the organization in different roles.

### Vorkenntnisse

keine

### Inhalt

The course is organized in three parts: a tutorial part where we study how to write research papers, review papers, design conference posters, write research proposals, and organize workshops and conferences. The second part is practical training, where every student will apply the new knowledge and will write and review papers, design conference posters, and take an active part in organizing a conference.

The concluding event will be the Annual RCSE Conference on Computer and Systems Engineering (CCSE) at the end of the term, which will be fully organized by the course participants.

Course topics are

- Reading and writing papers
- Presenting scientific work
- Designing conference posters
- Writing research proposals
- Reviewing papers
- Organizing workshops and conferences.

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

Link to the moodle-course: <https://moodle2.tu-ilmenau.de/course/view.php?id=2287>

Lecture slides

Recorded lectures

Links to additional reading material

### Literatur

see Web pages

### Detailangaben zum Abschluss

- Seminar Presentation
- Committee work
- Paper submission

- Paper reviews
- Paper/Poster presentation

alternative Abschlussform aufgrund verordneter Coronamaßnahmen inkl. technischer Voraussetzungen

verwendet in folgenden Studiengängen:

Master Research in Computer & Systems Engineering 2021

## Lehrveranstaltung aus dem aktuellen Katalog(Wahl von Modulen aus dem aktuellem Katalog)

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

Fachnummer: 0000 Prüfungsnummer:90201

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

alternative Abschlussform aufgrund verordneter Coronamaßnahmen inkl. technischer Voraussetzungen

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/Optronik 2022
- Bachelor Informatik 2010
- Master Wirtschaftsingenieurwesen 2021 Vertiefung MB
- Master Allgemeine Betriebswirtschaftslehre 2013
- Bachelor Wirtschaftsingenieurwesen 2013 Vertiefung MB
- Bachelor Medientechnologie 2021
- Master Wirtschaftsingenieurwesen 2015 Vertiefung MB
- Bachelor Angewandte Medien- und Kommunikationswissenschaft 2012
- Master Micro- and Nanotechnologies 2021
- Master Informatik 2021
- Bachelor Mathematik 2013
- Diplom Elektrotechnik und Informationstechnik 2021
- Bachelor Wirtschaftsingenieurwesen 2013 Vertiefung ET
- Master Wirtschaftsinformatik 2021
- Bachelor Angewandte Medien- und Kommunikationswissenschaft 2013
- Master Media and Communication Science 2021

Master Fahrzeugtechnik 2022  
Master Mechatronik 2022  
Master Wirtschaftsingenieurwesen 2011  
Bachelor Wirtschaftsinformatik 2021  
Master Miniaturisierte Biotechnologie 2009  
Bachelor Fahrzeugtechnik 2021  
Bachelor Informatik 2021  
Master Electric Power and Control Systems Engineering 2021  
Bachelor Technische Kybernetik und Systemtheorie 2013  
Bachelor Ingenieurinformatik 2021  
Bachelor Mathematik 2009  
Master Wirtschaftsingenieurwesen 2021 Vertiefung AT  
Master Ingenieurinformatik 2014  
Master Medientechnologie 2013  
Master Maschinenbau 2022  
Bachelor Werkstoffwissenschaft 2013  
Bachelor Mathematik 2021  
Master Biotechnische Chemie 2020  
Master Medienwirtschaft 2018  
Master Elektrotechnik und Informationstechnik 2014 Vertiefung AST  
Bachelor/Lehramt Polyvalenter Bachelor mit Lehramtsoption für berufsbildende Schulen - Elektrotechnik 2013  
Master Wirtschaftsingenieurwesen 2014 Vertiefung MB  
Master Regenerative Energietechnik 2013  
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 Elektrochemie und Galvanotechnik 2013  
Master Wirtschaftsingenieurwesen 2021  
Master Biomedizinische Technik 2014  
Bachelor Maschinenbau 2021  
Bachelor Ingenieurinformatik 2013  
Master Research in Computer & Systems Engineering 2016  
Bachelor Biotechnische Chemie 2013  
Master Werkstoffwissenschaft 2013  
Master Mathematik und Wirtschaftsmathematik 2022  
Bachelor Medienwirtschaft 2013  
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 Wirtschaftsingenieurwesen 2009  
Bachelor Technische Kybernetik und Systemtheorie 2010  
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 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  
Bachelor Elektrotechnik und Informationstechnik 2008  
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  
Master Ingenieurinformatik 2009  
Master Wirtschaftsingenieurwesen 2018  
Bachelor Wirtschaftsingenieurwesen 2021 Vertiefung MB  
Bachelor Technische Kybernetik und Systemtheorie 2021  
Master Elektrochemie und Galvanotechnik 2021  
Master Medientechnologie 2017  
Bachelor Werkstoffwissenschaft 2021  
Master Wirtschaftsingenieurwesen 2013  
Master Research in Computer & Systems Engineering 2021  
Bachelor Angewandte Medien- und Kommunikationswissenschaft 2014  
Bachelor Betriebswirtschaftslehre mit technischer Orientierung 2021  
Bachelor/Lehramt Polyvalenter Bachelor mit Lehramtsoption für berufsbildende Schulen - Metalltechnik 2013  
Master Communications and Signal Processing 2013  
Bachelor Medientechnologie 2013  
Master Medienwirtschaft 2014  
Master Electrical Power and Control Engineering 2008  
Bachelor Biomedizinische Technik 2021  
Master Elektrotechnik und Informationstechnik 2014 Vertiefung EET  
Master Wirtschaftsingenieurwesen 2015 Vertiefung BT  
Master Fahrzeugtechnik 2009  
Master Wirtschaftsinformatik 2015  
Master Regenerative Energietechnik 2022  
Bachelor Optische Systemtechnik/Optronik 2013  
Master Wirtschaftsingenieurwesen 2018 Vertiefung BT  
Master Wirtschaftsingenieurwesen 2010  
Master Mathematik und Wirtschaftsmathematik 2013 Vertiefung WM  
Master Wirtschaftsingenieurwesen 2013 Vertiefung BT  
Bachelor Wirtschaftsingenieurwesen 2021 Vertiefung ET  
Master Wirtschaftsingenieurwesen 2015  
Master Wirtschaftsingenieurwesen 2021 Vertiefung BT  
Master Medienwirtschaft 2015  
Master Werkstoffwissenschaft 2021  
Master Electrical Power and Control Engineering 2013  
Master Informatik 2013  
Master Regenerative Energietechnik 2016  
Master International Business Economics 2021



## Modul: Advanced Computer Graphics

Modulabschluss: Prüfungsleistung alternativ

Art der Notengebung: Gestufte Noten

Sprache: Englisch

Pflichtkennz.: Wahlmodul

Turnus: Sommersemester

Modulnummer: 200058

Prüfungsnummer: 2200706

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

Students of this class have the motivation and ability to apply several patterns of geometrical algorithms and data structures as well as mathematical simulation models in other fields than computer graphics. They got experiences in modeling geometry, color, light propagation and textures. They learned that the choice of an appropriate coordinate system is important for the quality of a model/a solution. The students have knowledge in the basics of real time rendering. They also have experiences in the implementation of rendering software for simple 3d models as well as approaches for rendering massive 3D data and/or massive amounts of light sources. They are able to implement global illumination approaches using modern graphics hardware. Students are experienced in shader development with focus on WebGL and understood the main parts of modern rendering pipelines. They are able to differentiate use cases and to select adequate rendering strategies like deferred shading.

### Vorkenntnisse

Recommended are fundamentals in the fields of vector analysis (2D and 3D) and JavaScript, but at course begin there will be also the possibility to close gaps in those fields.

### Inhalt

- Vector geometry basics (Cartesian and homogeneous coordinates in 2D and 3D) for transformations and projections, incl. application in modeling of geometric objects and scenes as well as for different kinds light propagation simulation
- Generation of simple 2D-Graphics in HTML-Canvas elements
- Vertex and fragment shader programming in WebGL, incl. performance tests on different hardware
- Color spaces, direct shading approaches, approaches for occlusion and transparency handling, texture mapping
- Efficient data structures for global real time illumination of massive 3D data
- Global illumination approaches (e.g. Radiosity, Raytracing and Photon Tracing)
- Deferred Shading

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

- Lecture and seminar slides, exercise sheets
  - Program skeletons (to be extended in exercises / homework)
  - Opencast lecture recordings
  - Assignments and seminar tasks shared via Moodle
  - All material will be shared via Moodle. The following link refers to the currently active course: <https://www.tu-ilmenau.de/modultafeln/?fnqall=200058>.
- Technical Requirements

- personal computer (or at least a tablet device) required for all seminars and assignments as well as the exams

### Literatur

- Computer graphics : principles and practice / John F. Hughes et al., 3rd ed., 2014, <https://opac.lbs-ilmenau.de>.

gbv.de/DB=1/XMLPRS=N/PPN?PPN=739291289

- [https://developer.mozilla.org/en-US/docs/Web/API/WebGL\\_API](https://developer.mozilla.org/en-US/docs/Web/API/WebGL_API)
- [https://www.khronos.org/files/webgl/webgl-reference-card-1\\_0.pdf](https://www.khronos.org/files/webgl/webgl-reference-card-1_0.pdf)
- <https://www.pbr-book.org> (free online book for further reading)

#### Detailangaben zum Abschluss

Details zum Abschluss:

- one or multiple written tests consisting of multiple-choice and free-form questions evaluating the professional competence in the course's topics
- one or multiple assignments to be solved individually at home and turned-in via Moodle at a defined due date announced with the task
- final results may be scaled or individual questions may be excluded depending on best performing percentile of students
- exam result determined as average across individual tests and assignments
- all activities preferably conducted digitally via Moodle and on the student's device
- students must register via Thoska for this exam, typically within the 3rd and 4th week of the semester

alternative Abschlussform aufgrund verordneter Coronamaßnahmen inkl. technischer Voraussetzungen

verwendet in folgenden Studiengängen:

Master Informatik 2013

Master Medientechnologie 2017

Master Research in Computer & Systems Engineering 2016

Master Research in Computer & Systems Engineering 2021

## Modul: Complex Embedded Systems

Modulabschluss: mehrere Teilleistungen

Art der Notengebung: Generierte Noten

Sprache: Englisch

Pflichtkenn.: Wahlmodul

Turnus: Sommersemester

Modulnummer: 200016

Prüfungsnummer: 220431

Modulverantwortlich: Prof. Dr. Armin Zimmermann

Leistungspunkte: 5	Workload (h): 150	Anteil Selbststudium (h): 116	SWS: 3.0																								
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
semester				2	1	0																					

### Lernergebnisse / Kompetenzen

Students understand structure and functions of complex embedded systems. They understand requirements and design aspects with respect to real time, communication, and software architecture issues. Participants are able to take into account safety, reliability, timing, and performance requirements and know how to design embedded systems with guarantees. Methods: students are able to apply methods of model-based systems and software design and hardware/software codesign to given design problems. They master different modeling and design methods and can decide which one fits a given problem setting. Soft skills: students have learned and trained to present results in a specific area of complex embedded systems design in a student talk. They can listen to other students' presentations, discuss and give constructive criticism.

### Vorkenntnisse

Finished 1st semester courses of RCSE, especially software & systems engineering; general knowledge of Bachelor-level computer science

### Inhalt

1. Introduction, Motivation
2. Aspects of System Design
3. Model-Based Design
4. Real-Time Systems
5. Scheduling
6. Safety and Reliability
7. Software Design for Embedded Systems
8. Hardware-Software-Codesign
9. Computer Architecture of Embedded Systems
10. Communication Systems
11. Energy Consumption
12. Automotive Embedded Systems

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

Slides available on the Moodle page <https://moodle2.tu-ilmenau.de/course/view.php?id=580>

Blackboard notes

Video lecture of 2020

Links to additional optional learning material in the Moodle page

### Literatur

Wolf: Computers as Components

Burns and Wellings: Real-time systems and programming languages

Liu: Real-Time Systems

Cooling: Software engineering for real-time systems additional literature, especially for individual student talks, is given in the lecture

#### Detailangaben zum Abschluss

**Das Modul Complex Embedded Systems mit der Prüfungsnummer 220431 schließt mit folgenden Leistungen ab:**

- alternative semesterbegleitende Prüfungsleistung mit einer Wichtung von 30% (Prüfungsnummer: 2200650)
- schriftliche Prüfungsleistung über 90 Minuten mit einer Wichtung von 70% (Prüfungsnummer: 2200651)

Details zum Abschluss Teilleistung 1:

Student talk with individually chosen topic

Details zum Abschluss Teilleistung 2:

written exam

alternative Abschlussform aufgrund verordneter Coronamaßnahmen inkl. technischer Voraussetzungen

Written exam (Klausur) according to Corona measures §6a PStO-AB

If there are only few students (especially in the winter semester exam), the exam can be changed to oral examination

verwendet in folgenden Studiengängen:

Master Research in Computer & Systems Engineering 2016

Master Research in Computer & Systems Engineering 2021

# Modul: Data-Driven Optimization for Machine Learning Applications

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

Modulnummer: 200135      Prüfungsnummer: 220491

Modulverantwortlich: Prof. Dr. Pu Li

Leistungspunkte: 5	Workload (h): 150	Anteil Selbststudium (h): 105	SWS: 4.0
Fakultät für Informatik und Automatisierung			Fachgebiet: 2212

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

The students know and can explain

- basic model-driven, model-driven data-augmented, and data-driven optimization
- numerical linear algebra methods for machine learning
- convexity and regularization of functions
- non-negative matrix factorization and application
- modern mathematical optimization algorithms for pattern recognition and classification
- modern mathematical optimization algorithms for neural-network-based modeling.

They can implement

- optimization algorithms for linear and nonlinear regressions
- quadratic programming methods for support vector machines
- optimization algorithms for non-negative matrix factorization, pattern recognition, and applications
- and evaluate various optimization algorithms for neural network-based modeling and applications

The students learn the theory, models, methods, and algorithms of the corresponding subjects in the lectures. In the exercises, they are activated to solve example tasks. In project tasks, they analyze, solve, and evaluate programming problems.

## Vorkenntnisse

BSc level. Basic linear algebra and computer programming skills are advantageous.

## Inhalt

1. Introduction - Motivation, Data-driven versus Model-driven approach, importance of data-driven optimization; overview of optimization problems arising in machine learning applications;
2. Preliminaries - linear algebra; convex sets convex functions; gradient, sub-gradient, hessian matrix;
3. Programming basics (Python, R, Matlab); data loading and preprocessing;
4. Unconstrained optimization for machine learning: regularization-meaning and relevance; regression problems; neural networks and back-propagation of errors; optimization methods for deep learning ;
5. Uncostrained Optimization Algorithms; 5A: First-order algorithms - gradient descent, accelerated gradient descent, stochastic gradient descent, conjugate gradient methods, coordinate descent; R and Python implementations; sub-gradient methods (optional); 5B. Second-order algorithms: The Newton Method; quasi-Newton methods; LBFGS; R and Python implementations;
6. Constrained Optimization Methods for Machine Learning - the interior point method; face-recongintion with supprot vector machine using Python, Scikit-Learn and OpenCV ;Matrix factorization methods for pattern recognition- SVD, PCA, non-negative matrix factorization (NMF); Matlab and Python Scikit-Learn implementations; Proximal-Point Algorithms: proximal gradient methods; alternating direction of multupliers (ADMM);
7. Bayesian Optimization methods for Machine Learning;
8. Optimization algorithms in Deep Learning Tools TensorFlow, Kerays, pyTorch

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

Lecture Slides, PC Pools, Machine Learning Tools and Libraries

## Literatur

Bottou, Léon; Curtis Frank E., Nocedal, Jorge: Optimization Methods for Large-Scale Machine Learning. SIAM Review, 60(2), 223-311.

Emrouznejad, Ali (ed.): Big Data Optimization: Recent developments and challenges. Volume 18, Studies in Big Data Series, Springer, 2016.

Geron, Aurelien: Hands-on machine learning with scikit-learn, Keras & TensorFlow, 2nd Ed. O'Reilly,

2019. Goodfellow, Ian; Bengio, Yoshua; Courville, Aaron: Deep Learning. The MIT Press,

2017.

## Detailangaben zum Abschluss

**Das Modul Data-Driven Optimization for Machine Learning Applications mit der Prüfungsnummer 220491 schließt mit folgenden Leistungen ab:**

- alternative semesterbegleitende Prüfungsleistung mit einer Wichtung von 30% (Prüfungsnummer: 2200829)
- mündliche Prüfungsleistung über 30 Minuten mit einer Wichtung von 70% (Prüfungsnummer: 2200830)

Details zum Abschluss Teilleistung 1:

Programmieraufgaben als Hausbeleg

alternative Abschlussform aufgrund verordneter Coronamaßnahmen inkl. technischer Voraussetzungen

verwendet in folgenden Studiengängen:

Master Elektrotechnik und Informationstechnik 2021

Master Ingenieurinformatik 2021

Master Research in Computer & Systems Engineering 2016

Master Research in Computer & Systems Engineering 2021

Master Technische Kybernetik und Systemtheorie 2021

## Modul: Discrete Event Systems

Modulabschluss: Prüfungsleistung schriftlich 120 min

Art der Notengebung: Gestufte Noten

Sprache: Englisch

Pflichtkenn.: Wahlmodul

Turnus: Sommersemester

Modulnummer: 200089

Prüfungsnummer: 2200751

Modulverantwortlich: Prof. Dr. Yuri Shardt

Leistungspunkte: 5	Workload (h): 150	Anteil Selbststudium (h): 105	SWS: 4.0							
Fakultät für Informatik und Automatisierung			Fachgebiet: 2211							
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

By the end of this course, students should be able to describe and analyze important properties of discrete-event systems in the form of automata; to design simple supervisors for typical closed-loop system specifications; and to reduce the complexity of the design task, using modular and decentralized as well as hierarchical design methods. Furthermore, the students should have learnt how to develop and implement solutions that require the analysis and control of automata for real-world problems. They should have learnt to constructively take criticism and implement comments and suggestions from their instructors and fellow students.

### Vorkenntnisse

Foundational knowledge in mathematics and control theory

### Inhalt

The course will cover:

- Features of event-driven processes
- Formal languages and automata
- Automaton features
- The concept of supervisory control
- Controllability and blocking of automata
- Minimally restrictive supervisor design · Modular and decentralized approaches
- Hierarchical design procedures

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

Presentations, Course notes, and Whiteboard lectures, online according to the regulations of TU Ilmenau, Moodle

### Literatur

- C. Cassandras, S. Lafortune, Introduction to Discrete Event Systems, Springer, 2008.
- F. Puente Le?on, U. Kiencke, Ereignisdiskrete Systeme: Modellierung und Steuerung verteilter Systeme, Oldenbourg, 2013.

### Detaillangaben zum Abschluss

### alternative Abschlussform aufgrund verordneter Coronamaßnahmen inkl. technischer Voraussetzungen

- Written take-home examination according to the regulations in §6a PStO-AB  
Duration: 240 minutes

Technical Requirements: Exam-Moodle [https://intranet.tu-ilmenau.de/site/vpsl-pand/SitePages/Handreichungen\\_Arbeitshilfen.aspx](https://intranet.tu-ilmenau.de/site/vpsl-pand/SitePages/Handreichungen_Arbeitshilfen.aspx)

verwendet in folgenden Studiengängen:

Master Elektrotechnik und Informationstechnik 2014 Vertiefung AST

Master Elektrotechnik und Informationstechnik 2021

Master Ingenieurinformatik 2014

Master Ingenieurinformatik 2021

Master Research in Computer & Systems Engineering 2016

Master Research in Computer & Systems Engineering 2021

Master Technische Kybernetik und Systemtheorie 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	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

alternative Abschlussform aufgrund verordneter Coronamaßnahmen inkl. technischer Voraussetzungen

### verwendet in folgenden Studiengängen:

Master Informatik 2013

Master Informatik 2021

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

## Modul: Security in Embedded Systems

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

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	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

#### 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  
 Moodle: <https://moodle2.tu-ilmenau.de/course/view.php?id=4350>

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.

#### Detailangaben zum Abschluss

#### alternative Abschlussform aufgrund verordneter Coronamaßnahmen inkl. technischer Voraussetzungen

Prüfungsgespräch (mündliche Abschlussleistung) in Distanz nach §6a PStO-AB  
 Dauer: 20 Minuten  
 Technische Voraussetzung:  
 Internetzugang, Mikrofon+Lautsprecher oder Headset, Kamera, Webex Meeting

#### verwendet in folgenden Studiengängen:

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

## Modul: System Identification

Modulabschluss: mehrere Teilleistungen

Art der Notengebung: Generierte Noten

Sprache: Englisch

Pflichtkennz.: Wahlmodul

Turnus: Sommersemester

Modulnummer: 200090

Prüfungsnummer: 220459

Modulverantwortlich: Prof. Dr. Yuri Shardt

Leistungspunkte: 5	Workload (h): 150	Anteil Selbststudium (h): 105	SWS: 4.0							
Fakultät für Informatik und Automatisierung			Fachgebiet: 2211							
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

By the end of this course, students should be able to understand the principles of creating models for complex processes using different methods and approaches. From the lectures, they will have learnt linear regression, nonlinear regression, design of experiments, and time series analysis, while from the laboratory, they will have learnt to apply the system identification framework to solve relevant modelling and identification problems. From the lectures and laboratories, the students should have learnt how to develop and implement solutions that require the use of statistics, linear regression, and experimental design for real-world problems. They should have learnt to constructively take criticism and implement comments and suggestions from their instructors and fellow students.

### Vorkenntnisse

Knowledge in "Control Engineering I" and "Model Building"

### Inhalt

The course content is:

1. Data Visualisation
2. Statistical Tests
3. Linear Regression
4. Nonlinear Regression
5. Design of Experiments
6. Time Series Analysis

Laboratory (2 Visits: HSS-1: Identification I; HSS-2: Identification II)

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

Presentations, Course notes, and Whiteboard lectures, online according to the regulations of TU Ilmenau, Moodle

### Literatur

· Y.A.W. Shardt, Statistics for Chemical and Process Engineers: A Modern Approach, Springer, 2015, <https://doi.org/10.1007/978-3-319-21509-9>.

· L. Ljung, System Identification: Theory for the user, Prentice Hall, 1999.

### Detailangaben zum Abschluss

**Das Modul System Identification mit der Prüfungsnummer 220459 schließt mit folgenden Leistungen ab:**

- schriftliche Prüfungsleistung über 120 Minuten mit einer Wichtung von 100% (Prüfungsnummer: 2200752)
- Studienleistung mit einer Wichtung von 0% (Prüfungsnummer: 2200753)

Details zum Abschluss Teilleistung 2:  
Pass for the laboratory component

alternative Abschlussform aufgrund verordneter Coronamaßnahmen inkl. technischer Voraussetzungen

- Written take-home examination according to the regulations in §6a PStO-AB

Duration: 240 minutes

Technical Requirements: Exam-Moodle [https://intranet.tu-ilmenau.de/site/vpsl-pand/SitePages/Handreichungen\\_Arbeitshilfen.aspx](https://intranet.tu-ilmenau.de/site/vpsl-pand/SitePages/Handreichungen_Arbeitshilfen.aspx)

verwendet in folgenden Studiengängen:

Diplom Elektrotechnik und Informationstechnik 2017

Master Fahrzeugtechnik 2022

Master Research in Computer & Systems Engineering 2016

Master Research in Computer & Systems Engineering 2021

## Modul: System Security

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

Modulnummer: 200033 Prüfungsnummer: 2200675

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			
				3	1	0																														

### Lernergebnisse / Kompetenzen

Students are able to define and derive security requirements from application scenarios (lecture). They can define and use the term "security policy" (lecture). Students are able to apply formal security models to represent a security policy (lecture and exercises). For this, they can define, classify and compare fundamental security models (lecture and exercises). Based on this, students can evaluate such models against security properties (lecture and exercises) and construct new, application-specific models (exercises). They can name essential languages and mechanisms for implementing such models (lecture) and apply them to case studies (exercises). Security architectures used for integrating security mechanisms can be described and classified by the students (lecture). They can also assess their suitability for specific use cases (exercises).

Students can discuss open questions and argue for different solution approaches. They can prepare theoretical and practical assignments for the exercises and present their results. They can coordinate cooperative work on complex home assignments.

### Vorkenntnisse

Mandatory: Basic knowledge of operating systems, software engineering and formal automata and computability.

Crucial prerequisites will be briefly revisited when necessary.

Recommended: Basic knowledge of computer networks, discrete mathematics, predicate logic and algorithms and complexity.

### Inhalt

This module focuses on the basic paradigms, methods and concepts in the field of model-based security engineering - the methodical process of engineering a computer system's security properties 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 trusted computing base.

Topics are

- Requirements analysis
- Security policies and formal security models
- Model engineering and analysis
- Domain-specific model specification languages
- Security mechanisms
- Security architectures

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

Presentations with projector and whiteboard, books, papers, assignments, discussions

### Literatur

William Stallings, Lawrie Brown: Computer Security. Pearson, 2nd Edition, 2012, 810 pages.  
Matthew Bishop: Computer Security: Art and Science. Addison-Wesley Educational Publishers Inc, 2012 (2. Edition), 1168 pages.  
Trent Jaeger: Operating System Security. Synthesis Lectures on Information Security, Privacy and Trust #1, Morgan & Claypool Publishers, 2008.  
N. Akosan et. al.: Mobile Platform Security. Synthesis Lectures on Information Security, Privacy and Trust #9, Morgan & Claypool Publishers, 2014.  
Anupam Datta et. al.: Analysis Techniques for Information Security. Synthesis Lectures on Information Security, Privacy and Trust #2, Morgan & Claypool Publishers, 2010.  
Ross Anderson: Security Engineering. John Wiley & Sons, 2nd Edition, 2008, 1040 pages. Also available online.  
Frank Mayer, Karl Macmillan, David Caplan: SELinux by Example. Prentice Hall 2007, 425 pages.  
Bruce Schneier: Secrets and Lies - Digital Security in a Networked World. John Wiley & Sons 2000, 408 pages.

Detailangaben zum Abschluss

alternative Abschlussform aufgrund verordneter Coronamaßnahmen inkl. technischer Voraussetzungen

verwendet in folgenden Studiengängen:

Master Research in Computer & Systems Engineering 2016  
Master Research in Computer & Systems Engineering 2021



## Modul: Cellular Communication Systems

Modulabschluss: mehrere Teilleistungen

Art der Notengebung: Generierte Noten

Sprache: Englisch

Pflichtkenn.: 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	V S P
semester			2 2 0							

### Lernergebnisse / Kompetenzen

. Fachkompetenz: Die Studierenden verfügen nach der Vorlesung über Kenntnisse und Wissen zu Aufbau und Funktionsweise moderner zellulärer Mobilkommunikationssysteme, insbesondere von GSM, GPRS/EDGE, UMTS, LTE und 5G und deren Protokolle.

. Methodenkompetenz: Die Studierenden sind in der Lage, komplexe Fragestellungen zellulärer Mobilkommunikationssysteme zu verstehen, dieses Verständnis selbständig zu vertiefen und darauf aufbauend eigene Lösungen zu entwickeln.

. Systemkompetenz: Durch die Kombination aus Vorlesung und individuellen Arbeiten verstehen die Studierenden im Anschluss das Zusammenwirken der Komponenten und Einzelfunktionen des Systems und können den Einfluss von Entwurfsentscheidungen auf das System als Ganzes einschätzen.

. Sozialkompetenz: Die Studierenden sind in der Lage, Problemstellungen zellulärer Mobilkommunikationssysteme selbständig zu lösen und darzustellen. Durch die individuelle Erarbeitung eigener Lösungsvorschläge für ausgewählte Themen und deren Vorstellung und Diskussionen in der Gruppe 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

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

Moodle-Link: <https://moodle2.tu-ilmenau.de/course/view.php?id=4430>

### 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.

alternative Abschlussform aufgrund verordneter Coronamaßnahmen inkl. technischer Voraussetzungen

verwendet in folgenden Studiengängen:

Master Communications and Signal Processing 2021

Master Informatik 2013

Master Informatik 2021

Master Research in Computer & Systems Engineering 2016

Master Research in Computer & Systems Engineering 2021

## Modul: Communication Networks

Modulabschluss: mehrere Teilleistungen

Art der Notengebung: Generierte Noten

Sprache: Englisch

Pflichtkennz.: Wahlmodul

Turnus: Wintersemester

Modulnummer: 200497

Prüfungsnummer: 210483

Modulverantwortlich: Prof. Dr. Jochen Seitz

Leistungspunkte: 10	Workload (h): 300	Anteil Selbststudium (h): 232	SWS: 6.0																								
Fakultät für Elektrotechnik und Informationstechnik			Fachgebiet: 2115																								
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	4	2	0																								

### Lernergebnisse / Kompetenzen

Telecommunication is an integral part of today's life. People are used to communicate with any person they would like to by phone, e-mail, chat, or skype at any place at any time. Students in this lecture have learned the basic characteristics of different communication networks. In a bottom-up approach, starting from the physical medium going up to the application, they are familiar with the functionality of different communication protocols and understand how these cooperate to achieve a communication service. Hence, they know different aspects of quality of service the users can expect from different protocols, and are able to specify protocols on their own based on the according protocol mechanisms. As the lecture deals with different networks (telephone network, Internet, mobile communication networks, broadband access networks), the students can characterize these networks and explain the differences.

After the lectures and exercises, the students are able to write a report on a current topic in the area of communication networks, which counts 20 % of the final grade. After this report, the students are familiar with investigating new scientific publications on communication protocols and networks from different sources and know how to judge the relevance of different publications. Furthermore, they have developed their competencies in academic writing.

### Vorkenntnisse

keine

### Inhalt

1. Introduction: Definitions, History of Telecommunications, Trends
2. Fundamentals: Communications Services, Protocols and Protocol Functions
3. Protocol Specification: Extended Finite State Machines, Message-Sequence-Charts
4. Transmission Technique: Signals, Physical Medium, Coding, Multiplexing
5. Interconnection of Networks: Repeaters, Hubs, Bridges, Switches, Routers, Gateways
6. Switching Technology: Circuit Switching, Store and Forward, Message Switching, Packet Switching, Virtual Circuit, Datagram Switching
7. The Internet: IPv4/IPv6, Routing, Transport Layer, Applications
8. Digital Subscriber Line: xDSL
9. Public Land Mobile Networks: GSM & GPRS, UMTS, LTE, 5G
10. Wireless Communication: WLAN (IEEE 802.11), Bluetooth, Mobile Ad hoc Networks
11. Automotive Communications: IEEE 802.11p, WAVE
12. Delay Tolerant Networks

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

PowerPoint-Folien, Tafelanschrieb, Seminaraufgaben, Kontrollfragen zur Prüfungsvorbereitung, Hausarbeit

### Literatur

- Halsall, Fred (2000): Data Communications, Computer Networks and Open Systems. 4th edition, reprint.

Harlow: Addison-Wesley (Electronic Systems Engineering Series).

- Kurose, James F.; Ross, Keith W. (2017): Computer Networking. A Top-Down Approach. 7th edition. Hoboken, New Jersey: Pearson.
  - Peterson, Larry L.; Davie, Bruce S. (2012): Computer Networks. A Systems Approach. 5th edition. Amsterdam: Morgan Kaufmann (The Morgan Kaufmann Series in Networking).
  - Stallings, William (2014): Data and Computer Communications. 10th edition. Upper Saddle River, N.J.: Pearson.
  - Tanenbaum, Andrew S.; Wetherall, David J. (2011): Computer Networks. 5th edition. Boston: Pearson Prentice Hall.
- plus weitere themenspezifische Quellen

#### Detailangaben zum Abschluss

Das Modul Communication Networks mit der Prüfungsnummer 210483 schließt mit folgenden Leistungen ab:

- alternative semesterbegleitende Prüfungsleistung mit einer Wichtung von 20% (Prüfungsnummer: 2100827)
- schriftliche Prüfungsleistung über 90 Minuten mit einer Wichtung von 80% (Prüfungsnummer: 2100828)

#### Details of examination part 1:

Recherchehausarbeit über ein aktuelles Thema aus dem Bereich der Kommunikationsnetze auf Englisch. Themen werden zu Beginn der Vorlesungszeit vorgeschlagen. Abgabe einer Ausarbeitung im Umfang von max. 6 Seiten spätestens in der letzten Vorlesungswoche. Eine nicht abgegebene Ausarbeitung wird mit der Note 5 bewertet. Die Note einer bestandenen Recherchehausarbeit behält bis zum Bestehen der schriftlichen Abschlussprüfung ihre Gültigkeit. Die Teilleistung wird nur im Wintersemester begleitend zur Lehrveranstaltung angeboten.

Research paper on a current topic in the field of communication networks in English. Topics are suggested at the beginning of the lecture period. Submission of a paper of max. 6 pages at the latest in the last week of lectures. A paper that is not handed in will be assessed with a grade of 5. The grade of a passed research paper remains valid until the written final examination is passed. The partial performance is only offered in the winter semester accompanying the lecture.

#### Details of examination part 2:

Written exam, 90 minutes

alternative Abschlussform aufgrund verordneter Coronamaßnahmen inkl. technischer Voraussetzungen

#### verwendet in folgenden Studiengängen:

Master Communications and Signal Processing 2021  
Master Medientechnologie 2017  
Master Research in Computer & Systems Engineering 2016  
Master Research in Computer & Systems Engineering 2021

## Modul: Data Storage Systems

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

Modulnummer: 201094      Prüfungsnummer: 2200859

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

After attending the lecture, the students know the principles, methods, and applications of large, distributed data storage systems. They are able to explain important components and principles of data storage systems, such as storage devices, interfaces & protocols, file systems, storage tiering & caching, and deduplication & compression. The students are able to select and apply software tools and methods to analyze and understand the internal processes of data storage systems regarding their functioning and performance. Participating in the lecture enables the students to evaluate and assess methods and components of data storage systems. They are qualified to design complete data storage system architectures and implement parts of the data storage system in software based on concrete usage requirements. As part of the practical exercises, the students can present own solutions to specific tasks, participate in topic-specific discussions, and develop parts of data storage systems alone or in small groups.

### Vorkenntnisse

An undergraduate-level understanding of maths, programming, data structures & algorithms, operating systems, and distributed systems is assumed.

### Inhalt

- 1 Introduction (History of storage, different kinds of storage, applications; evolution in terms of capacity, performance, and price)
- 2 Storage Device Hardware and Firmware (Internal organization of storage hardware (e.g., HDDs, SSD); Disk scheduling; SSD FTL components)
- 3 Protocols & Interfaces (NVMe; SATA, PCIe)
- 4 Linux I/O Stack (Filesystems layer (incl. VFS); storage device layer)
- 5 File Systems (Files, directories, and file access methods; disk layout strategies (e.g., inodes, etc.))
- 6 Benchmarking & I/O Performance Analysis (fio, filebench, basic terms: throughput, latency, IOPS; blktrace)
- 7 I/O Performance Enhancements (Parallel I/O Programming)
- 8 Replication & Crash Recovery (Mirroring, RAID, Erasure Coding)
- 9 Storage Tiering & Caching (Storage Hierarchy; Cache eviction strategies)
- 10 Data Deduplication (differences to compression, techniques)
- 11 Distributed & Parallel File Systems (distributed: AFS & NFS, Google FS as scalable example; parallel: Lustre, GFS/GPFS)
- 12 Key-Value Stores (LSM (e.g., RocksDB); distributed: Amazon Dynamo)

13 Object Storage Systems & Cloud Storage (openStack Swift; S3; Azure Storage; Facebook f4)

14 Recent trends in storage systems & novel storage hardware (Computational Storage; Zoned Storage; SMR disks; NVM; DNA & glass)

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

Lecture with presentations and blackboard (for face-to-face courses), flipped classroom (recorded videos and seminar-like discussions of the topics via videoconf for virtual teaching), Moodle

Literatur

This is an incomplete list of various interesting and useful books that will be touched during the course. You need to consult them occasionally.

- . Remzi H Arpaci-Dusseau und Andrea C Arpaci-Dusseau, Operating Systems: Three Easy Pieces, CreateSpace Independent Publishing Platform, 2018.
- . Alex Petrov, Database Internals: A deep-dive into how distributed data systems work, O'Reilly, 2019.
- . Andrew S Tanenbaum, Modern Operating Systems, Pearson, 2014.
- . George Coulouris, Jean Dollimore, Tim Kindberg, Gordon Blair, Distributed Systems: Concepts and Design, Pearson, 2011

Detailangaben zum Abschluss

alternative Abschlussform aufgrund verordneter Coronamaßnahmen inkl. technischer Voraussetzungen

verwendet in folgenden Studiengängen:

- Master Research in Computer & Systems Engineering 2016
- Master Research in Computer & Systems Engineering 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

alternative Abschlussform aufgrund verordneter Coronamaßnahmen inkl. technischer Voraussetzungen

verwendet in folgenden Studiengängen:

Diplom Elektrotechnik und Informationstechnik 2017  
 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 Medientechnologie 2017  
 Master Research in Computer & Systems Engineering 2016  
 Master Research in Computer & Systems Engineering 2021  
 Master Wirtschaftsinformatik 2021



## Modul: Hybrid Systems

Modulabschluss: Prüfungsleistung schriftlich 120 min Art der Notengebung: Gestufte Noten  
 Sprache: Englisch Pflichtkennz.: Wahlmodul Turnus: Wintersemester

Modulnummer: 200756 Prüfungsnummer: 2200855

Modulverantwortlich: Dr. Aouss Gabash

Leistungspunkte: 5	Workload (h): 150	Anteil Selbststudium (h): 116	SWS: 3.0																								
Fakultät für Informatik und Automatisierung			Fachgebiet: 2211																								
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	0																					

### Lernergebnisse / Kompetenzen

By the end of the course, the students are able to classify and evaluate the elementary properties of common signals and hybrid dynamic systems. They are able to derive hybrid dynamic system models for engineering processes and master the use of tools for their simulation. They have basic knowledge in the analysis, synthesis, and stability of hybrid control-loop structures in the time domain.

### Vorkenntnisse

Student should have a background in control, systems, or automation engineering.

### Inhalt

- . Introduction to hybrid systems
- . Modelling of hybrid systems
- . Numerical algorithms and simulation tools
- . Analysis and synthesis of hybrid systems
- . Control of hybrid systems
- . Stability analysis of hybrid systems

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

Blackboard, slides, projector presentations, handouts, online

### Literatur

- . Reinisch, K. (1974). Kybernetische Grundlagen und Beschreibung kontinuierlicher Systeme. Berlin: VEB Verlag Technik.
- . Reinisch, K. (1996). Analyse und Synthese kontinuierlicher Steuerungssysteme und Regelungssysteme. Berlin: VEB Verlag Technik.
- . Bequette, B. W. (1998). Process Dynamics Modeling, Analysis, & Simulation. Prentice Hall.
- . van der Schaft, A., & Schumacher, H. (2000). An Introduction to Hybrid Dynamical Systems. Springer-Verlag London.
- . Lunze, J. (2009). Handbook of Hybrid Systems Control: Theory, Tools, Applications. Cambridge University Press.
- . Gabash, A. (2020) Hybrid Systems: Illustrations in MATLAB Live Editor. Textbook, TU Ilmenau.

### Detailangaben zum Abschluss

alternative Abschlussform aufgrund verordneter Coronamaßnahmen inkl. technischer Voraussetzungen

verwendet in folgenden Studiengängen:

Master Electrical Power and Control Engineering 2013  
 Master Elektrotechnik und Informationstechnik 2014 Vertiefung AST  
 Master Research in Computer & Systems Engineering 2016  
 Master Research in Computer & Systems Engineering 2021

## Modul: Software Architectures

Modulabschluss: mehrere Teilleistungen

Art der Notengebung: Generierte Noten

Sprache: Englisch

Pflichtkennz.: Wahlmodul

Turnus: Wintersemester

Modulnummer: 200129

Prüfungsnummer: 220487

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	V S P	V S P	V S P
semester			2 2 0							

### Lernergebnisse / Kompetenzen

Domain competence:

After the lectures students have acquired detailed and general knowledge about software engineering methods and tools. They are able to use this knowledge in the project context and they can assess validity and quality of their deliverables. Students can analyze software development processes and they can tailor the processes according to concrete project features. They understand architectural patterns and styles and they can apply them in the project context.

Methodological competence:

After the exercises students are able to apply the presented methods and estimate the results early in the development cycle. They are able to choose and apply the presented development methods in a given project context.

System competence:

Students understand the overall interferences of the methods and process steps for the development of a software architecture.

Social competence:

Students can develop the architecture documentation of an open source project in the lines of a group exercise / project within the semester. They can correctly assess the implications of the soft factors of software development processes based on their group exercises / projects.

### Vorkenntnisse

Object-orientation, UML, OO-Programming

C++ and/or Java

### Inhalt

This lecture presents software engineering methods and tools. Development activities are embedded in development processes. The lecture teaches students about software architecture goals, ~patterns, the quality of architectures and how to assess this quality.

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

Slides, PDF-documents, HTML-pages

Moodle: <https://moodle2.tu-ilmeneau.de/course/view.php?id=4223>

Webex for online lectures and exercises.

## General

- [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.
- [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.

## Special Topics ...

## Developmentprocesses

- [Beck 2000] Kent Beck, "eXtreme Programming eXplained", Addison Wesley, 2000.
- [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.
- [Robe 1999] Suzanne Robertson, James Robertson, "Mastering the Requirements Process", Addison-Wesley, 1999.
- [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.

## Architecture, Product Lines

- [Brow 2011] Amy Brown, Greg Wilson (ed.) "The Architecture of Open Source Applications", Vol. 1, <http://aosabook.org>, 2011.
- [Brow 2012] Amy Brown, Greg Wilson (ed.) "The Architecture of Open Source Applications", Vol. 2, <http://aosabook.org>, 2012.
- [Clem 2002] Paul Clements, Rick Kazman, Mark Klein, "Evaluating Software Architectures", Addison Wesley, 2002.
- [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.
- [Pohl 2005] Klaus Pohl, Günter Böckle, Frank van der Linden, "Software Product Line Engineering - Foundations, Principles, and Techniques", Springer, Heidelberg 2005.
- [Spin 2009] D. Spinellis and G. Gousios, "Beautiful Architecture: Leading Thinkers Reveal the Hidden Beauty in Software Design". O'Reilly Media, 2009.

## Computer Science add-ons

- [Bern 2003] William Bernbach, "A Technique for Producing Ideas", McGraw-Hill, 2003.
- [Broo 1995] Frederick P. Brooks, Jr., "The Mythical Man Month", Addison-Wesley, 1995.

[Mich 2006] Michael Michalko, "Thinkertoys: A Handbook of Creative-Thinking Techniques", Ten Speed Press, 2006.

[Your 1997] Edward Yourdon, "Death March", Prentice-Hall, 1997.

#### Detailangaben zum Abschluss

Das Modul Software Architectures mit der Prüfungsnummer 220487 schließt mit folgenden Leistungen ab:

- schriftliche Prüfungsleistung über 90 Minuten mit einer Wichtung von 50% (Prüfungsnummer: 2200819)
- alternative semesterbegleitende Prüfungsleistung mit einer Wichtung von 50% (Prüfungsnummer: 2200820)

A. In the end we will have a written exam (50% of your mark).

B. Achievements during the semester:

SW projects (open source) will be analyzed and presented during this lecture. The

(1) report ( $\geq 10$  pages as PDF) together with the

(2) presentation (slides as PDF)

for both parts you receive a mark resulting in 50% of your final mark. Join in groups of 5-7 students per project. Presentation will take place in January.

Registration starts on **2021-11-05**, (for which you will receive an email from the examination office).

Registration ends on the **2021-11-12**

Withdrawal is possible until **2021-11-12**.

For the respective projects, each individual student (i.e. not one email per project group) needs to send an email to me with the structure (at least 5 points) of the report. This is a mandatory email to be delivered by the **2021-11-16 @ 23:59** as prerequisite for the submission of the final project documents (1+2) described above.

Submission of the final documents 2022-02-04 @ 12:23

alternative Abschlussform aufgrund verordneter Coronamaßnahmen inkl. technischer Voraussetzungen

The semester performance would be done online via webex. We will have online presentation sessions.

The final exam would be an online exam as if in presence. (moodle and/or webex is sufficient here as well)

„Schriftliche Abschlussarbeit (Klausur) in Distanz entsprechend §6a PStO-AB“

verwendet in folgenden Studiengängen:

Master Medientechnologie 2017

Master Research in Computer & Systems Engineering 2016

Master Research in Computer & Systems Engineering 2021

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

Sozialkompetenzen erlangt in Seminaren und Vorlesungen:

- Die Studierende 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

alternative Abschlussform aufgrund verordneter Coronamaßnahmen inkl. technischer Voraussetzungen

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 & Systems Engineering 2016

Master Research in Computer & Systems Engineering 2021

Master Wirtschaftsinformatik 2021

## Modul: Systems Optimization

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

Modulnummer: 200008

Prüfungsnummer: 2200638

Modulverantwortlich: Prof. Dr. Pu Li

Leistungspunkte: 5	Workload (h): 150	Anteil Selbststudium (h): 105	SWS: 4.0																								
Fakultät für Informatik und Automatisierung			Fachgebiet: 2212																								
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 know and can explain

- fundamentals, problem formulation, and classification of optimization methods
- methods and tools for optimization
- different problem formulations and mathematical derivation of optimization methods
- applications in industrial processes

The students have learned the theory, models, methods, and algorithms of the corresponding subjects in the lectures. In the exercises, they had been activated to solve example tasks.

### Vorkenntnisse

Fundamentals of Mathematics and Control Engineering

### Inhalt

#### Linear Optimization:

Theory of linear programming, degree of freedom, feasible region, graphical description/solution, Simplex method, mixing problem, optimal production planning

#### Nonlinear Optimization:

Convexity analysis, problems without and with constraints, optimality condition, the gradient-, Newton-, Quasi-Newton-methods, KKT conditions, sequential quadratic programming (SQP) methods, active-set method, approximation of the Hessian matrix, application in optimal design of industrial processes.

#### Mixed-Integer Optimization :

Mixed-Integer Linear Programming (MILP), Branch-and-Bound method, optimization software GAMS, application in optimal design of industrial processes.

#### Dynamic Optimization:

Discretization in time, Euler method, orthogonal collocation, solution of the problem with SQP

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

Video on Demand, Moodle-Kurs, Webex-Veranstaltungen, Folien, Skripte

### Literatur

- U. Hoffmann, H. Hofmann: Einführung in die Optimierung, Verlag Chemie, Weinheim, 1982  
 T. F. Edgar, D. M. Himmelblau: Optimization of Chemical Processes, McGraw-Hill, New York, 1989  
 Teo, K. L., Goh, C. J., Wong, K. H: A Unified Computational Approach to Optimal Control Problems. John Wiley & Sons, New York, 1991  
 C. A. Floudas: Nonlinear and Mixed-Integer Optimization, Oxford University Press, 1995  
 L. T. Biegler, I. E. Grossmann, A. W. Westerberg: Systematic Methods of Chemical Process Design. Prentice Hall, New Jersey, 1997  
 M. Papageorgiou: Optimierung, Oldenbourg Verlag, München, 2006



Detailangaben zum Abschluss

alternative Abschlussform aufgrund verordneter Coronamaßnahmen inkl. technischer Voraussetzungen

elektronische Abschlussleistung in Distanz nach §6a PStO-AB

Dauer: 24 Stunden

Technische Voraussetzung: Word/Latex, ggf. Scanner und Drucker, exam-moodle

verwendet in folgenden Studiengängen:

Master Communications and Signal Processing 2021

Master Research in Computer & Systems Engineering 2016

Master Research in Computer & Systems Engineering 2021

Master Wirtschaftsingenieurwesen 2021 Vertiefung AT

## Modul: Verifikation

Modulabschluss: Prüfungsleistung mündlich 20 min Art der Notengebung: Gestufte Noten  
 Sprache: Deutsch/Englisch Pflichtkennz.: 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

zum Moodle-Kurs  
 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 und Modal Logic. In: J. van Leeuwen (Ed.): Handbook of Theoretical Computer Science, Chapter 16, Amsterdam 1990

## Detailangaben zum Abschluss

### alternative Abschlussform aufgrund verordneter Coronamaßnahmen inkl. technischer Voraussetzungen

Prüfungsgespräch (mündliche Abschlussleistung) in Distanz nach §6a PStO-AB

Dauer: 20 Minuten

Technische Voraussetzung: Webex [https://intranet.tu-ilmenau.de/site/vpsl-pand/SitePages/Handreichungen\\_Arbeitshilfen.aspx](https://intranet.tu-ilmenau.de/site/vpsl-pand/SitePages/Handreichungen_Arbeitshilfen.aspx)

### verwendet in folgenden Studiengängen:

Master Informatik 2013

Master Informatik 2021

Master Ingenieurinformatik 2021

Master Research in Computer & Systems Engineering 2016

Master Research in Computer & Systems Engineering 2021

## Modul: Research Seminar

Modulabschluss: Prüfungsleistung alternativ Art der Notengebung: Gestufte Noten  
 Sprache: Deutsch/Englisch Pflichtkennz.: Pflichtmodul Turnus: ganzjährig

Modulnummer: 200742 Prüfungsnummer: 2200849

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 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
				150 h																													

### Lernergebnisse / Kompetenzen

After the research seminar students have deepened the knowledge in dealing with scientific texts in a receptive and descriptive way. They are able to perform an independent analysis of a method based on one or more pieces of scientific literature up to one's own understanding. Students are able to present the results to other students and the organizer, and can respond to questions and discussions on a scientific level. They can summarize their results in a written report. The seminar has also trained the communication skills of the students in a subject-specific context.

### Vorkenntnisse

### Inhalt

The topic will be provided by a supervisor from a research group at the Faculty. The students learn to work with scientific literature and to present results in accordance with scientific standards. The students apply their knowledge from the research on a practical problem under supervision of a member of the research group. The documentation of their work contains a written report and a presentation of their results. The presentation is followed by a scientific discussion with the audience.

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

### Literatur

Literature may be provided with the issue of the topic or will be researched independently.

### Detailangaben zum Abschluss

A report document and a presentation talk (presentation: 20 minutes, discussion: 10 minutes) about the results (self-study: 128 h, on-campus program: 22 h) are required. Depending on the topic there may be additional requirements (for example software implementation, experimental results, demonstration, etc.)

### alternative Abschlussform aufgrund verordneter Coronamaßnahmen inkl. technischer Voraussetzungen

### verwendet in folgenden Studiengängen:

Master Research in Computer & Systems Engineering 2021

## Modul: Group Studies

Modulabschluss: Prüfungsleistung alternativ Art der Notengebung: Gestufte Noten  
 Sprache: Deutsch/Englisch Pflichtkenn.: Pflichtmodul Turnus: ganzjährig

Modulnummer: 200740 Prüfungsnummer: 2200847

Modulverantwortlich: Silke Eberhardt-Schmidt

Leistungspunkte: 10 Workload (h): 300 Anteil Selbststudium (h): 300 SWS: 0.0  
 Fakultät für Informatik und Automatisierung Fachgebiet: 2200

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
							300 h																							

### Lernergebnisse / Kompetenzen

After the group studies project the students have learn to solve a research problem. They are able to develop an approach in a team of peers. A team consists of 2-4 members. They have deepened the knowledge in dealing with scientific texts in a receptive and descriptive way and have improved their capabilities of working together in a team. The students have developed organizing and co-working skills of each member as well as their joint processing of a topic.

### Vorkenntnisse

### Inhalt

Individual research topics will be provided by RCSE professors. The students apply their knowledge from the research on a practical problem under supervision of a member of the research group. The documentation of their work contains a written report and a presentation of their results. The presentation is followed by a scientific discussion with the audience.

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

### Literatur

Depending on the project, literature will be provided with the issue of the topic or will be researched independently.

### Detailangaben zum Abschluss

The performance in Group Studies must reflect about \*300\* working hours per student (10CP x 30 hours).

Results submission:  
 For completing Group studies students must prepare a written report and a presentation.  
 Report:  
 One report must be prepared for each project (per group). Students must use the IEEE template for their report.  
 Presentation:  
 Students must present their final results in the Research Group meeting of their supervisor. Presentation should take 20-30 min per team + 10 min discussion.  
 The final grade includes 60% grade from the documentation (report) and 40% from your presentation.

alternative Abschlussform aufgrund verordneter Coronamaßnahmen inkl. technischer Voraussetzungen

### verwendet in folgenden Studiengängen:

Master Research in Computer & Systems Engineering 2021

## Modul: Research Project

Modulabschluss: Prüfungsleistung alternativ Art der Notengebung: Gestufte Noten

Sprache: Deutsch/Englisch

Pflichtkennz.: Pflichtmodul

Turnus: ganzjährig

Modulnummer: 200741

Prüfungsnummer: 2200848

Modulverantwortlich: Silke Eberhardt-Schmidt

Leistungspunkte: 15	Workload (h): 450	Anteil Selbststudium (h): 450	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				450 h																							

### Lernergebnisse / Kompetenzen

The students are able to work on current research topics under supervision. They should be able to analyze open problems, to describe the current state of the art and to develop as well as implement approaches for novel solutions.

### Vorkenntnisse

### Inhalt

Research work will be supervised at a research group of the Faculty. The students learn to work with scientific literature and to present results in accordance with scientific standards. The students apply their knowledge from the research on a complex practical problem under supervision of a member of the research group. The documentation of their work contains a written report and a presentation of their results. The presentation is followed by a scientific discussion with the professional audience.

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

### Literatur

Literature may be provided with the issue of the topic or will be researched independently.

### Detaillangaben zum Abschluss

A report document and a presentation talk (presentation: 20 minutes, discussion: 10 minutes) about the results (self-study: 405 h, on-campus program: 45 h). Depending on the topic, there may be additional requirements (for example software implementation, experimental results, demonstration, ...).

alternative Abschlussform aufgrund verordneter Coronamaßnahmen inkl. technischer Voraussetzungen

### verwendet in folgenden Studiengängen:

Master Research in Computer & Systems Engineering 2021

## Internship

Fachabschluss: Studienleistung alternativ Art der Notengebung: Testat / Generierte  
Sprache: Englisch Pflichtkennz.: Wahlmodul Turnus: ganzjährig

Fachnummer: 201087 Prüfungsnummer: 2200858

Fachverantwortlich: Silke Eberhardt-Schmidt

Leistungspunkte: 15 Workload (h): 450 Anteil Selbststudium (h): 405 SWS: 4.0  
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			
							10 weeks (optional)																													

### Lernergebnisse / Kompetenzen

The students have gained skills and motivations to a particular field of application in the IT industry by solving specific tasks. They are familiar with general aspects of industrial environment, such as teamwork, working to a deadline, economic efficiency, quality management or data protection. They have elaborated soft skills. The students are able to familiarize themselves with a complex problem within an operational environment. They have learned about the organisation of the company, social structures, co-working, aspects of safety and security as well as economic facets. The internship has developed the ability of the students to apply and deepen their knowledge from their studies in an industrial field. Especially the co-working process with colleagues on big work-sharing projects and the communication between the students and their colleagues as well as their bosses as important experiences have been trained.

In the specialist internship, students have gained an insight into the work of industrial companies or scientific research institutions in Germany or abroad that work in the field of computer science.

### Vorkenntnisse

### Inhalt

Practical activities in which scientific methods are put into practice within an industrial or practical context of IT companies or organizations with the aim to conceptualize, implement, evaluate, utilize and maintain complex computer systems. It contains a largely independent, scientific activity and the topic must contain a specific problem formulation. It must not contain only simple tasks, for the fulfillment of which the procedure is known. The documentation of their internship contains a written report and a presentation of their work. The presentation is followed by a scientific discussion with the audience.

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

### Literatur

The supervisor will announce subject-specific literature. Further literature has to be researched independently by the student.

### Detaillangaben zum Abschluss

- Activity Report
- colloquium with discussion

Details can be found in the PStO-BB

### alternative Abschlussform aufgrund verordneter Coronamaßnahmen inkl. technischer Voraussetzungen

### verwendet in folgenden Studiengängen:

Master Research in Computer & Systems Engineering 2021

## Master's Thesis with Colloquium

Fachabschluss: mehrere Teilleistungen

Art der Notengebung: Generierte Noten

Sprache:

Pflichtkennz.: Pflichtmodul

Turnus: unbekannt

Fachnummer: 201088

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

Vorkenntnisse

Inhalt

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

Literatur

Detailangaben zum Abschluss

alternative Abschlussform aufgrund verordneter Coronamaßnahmen inkl. technischer Voraussetzungen

verwendet in folgenden Studiengängen:

Master Research in Computer & Systems Engineering 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)