



UNIVERSITÄT  
DES  
SAARLANDES

FAKULTÄT FÜR MATHEMATIK UND INFORMATIK

MODULHANDBUCH

# **Embedded Systems MSc**

24. März 2022

---

## **Liste der Modulbereiche und Module**

<b>1</b>	<b>Stammvorlesungen</b>	<b>3</b>
1.1	Audio/Visual Communication and Networks . . . . .	4
1.2	Aufbau- und Verbindungstechnik 1 . . . . .	6
1.3	Automation Systems . . . . .	7
1.4	Compiler Construction . . . . .	8
1.5	Computational Electromagnetics 1 . . . . .	9
1.6	Computational Electromagnetics 2 . . . . .	10
1.7	Computer Architecture . . . . .	11
1.8	Data Networks . . . . .	13
1.9	Digital Signal Processing . . . . .	15
1.10	Digital Transmission & Signal Processing . . . . .	17
1.11	Distributed Systems . . . . .	19
1.12	Einführung in die elektromagnetische Feldsimulation . . . . .	20
1.13	Elektrische Antriebe . . . . .	22
1.14	Elektronik / Bauelemente . . . . .	23
1.15	Embedded Systems . . . . .	24
1.16	High Speed Electronics . . . . .	26
1.17	High-Frequency Engineering . . . . .	28
1.18	Image Processing and Computer Vision . . . . .	30
1.19	Messtechnik und Sensorik . . . . .	32
1.20	Mikroelektronik 2 . . . . .	34
1.21	Mikroelektronik 3 . . . . .	35
1.22	Mikroelektronik 4 . . . . .	36
1.23	Mikromechanische Bauelemente . . . . .	37
1.24	Mikrotechnologie . . . . .	38
1.25	Multimedia Transport . . . . .	39
1.26	Operating Systems . . . . .	41
1.27	Security . . . . .	43
1.28	Software Engineering . . . . .	44

1.29	Statistical Natural Language Processing	46
1.30	Systemtheorie und Regelungstechnik 1	47
1.31	Systemtheorie und Regelungstechnik 2	48
1.32	Theoretische Elektrotechnik 2	50
1.33	Verification	52
<b>2</b>	<b>Seminare</b>	<b>53</b>
2.1	Seminar	54
<b>3</b>	<b>Master-Seminar und -Arbeit</b>	<b>56</b>
3.1	Master Seminar	57
3.2	Master Thesis	58

***Modulbereich 1***

---

***Stammvorlesungen***

Studiensem.	Regelst.sem.	Turnus	Dauer	SWS	ECTS
<b>1-3</b>	<b>4</b>	<b>at least every two years</b>	<b>1 semester</b>	<b>6</b>	<b>9</b>

**Modulverantwortliche/r** Prof. Dr.-Ing. Thorsten Herfet

**Dozent/inn/en** Prof. Dr.-Ing. Thorsten Herfet

**Zulassungsvoraussetzungen** Solid foundation of mathematics (differential and integral calculus) and probability theory. The course will build on the mathematical concepts and tools taught in TC I while trying to enable everyone to follow and to fill gaps by an accelerated study of the accompanying literature. *Signals and Systems* as well as *Digital Transmission and Signal Processing (TC I)* are strongly recommended but not required.

**Leistungskontrollen / Prüfungen** Regular attendance of classes and tutorials Passing the final exam  
Oral exam directly succeeding the course. Eligibility: Weekly excersises / task sheets, grouped into two blocks corresponding to first and second half of the lecture. Students must provide min. 50% grade in each of the two blocks to be eligible for the exam.

**Lehrveranstaltungen / SWS** 4 h lectures  
+ 2 h tutorial  
= 6 h (weekly)

**Arbeitsaufwand** 90 h of classes  
+ 180 h private study  
= 270 h (= 9 ECTS)

**Modulnote** Final Exam Mark

**Sprache** English

## Lernziele / Kompetenzen

AVCN will deepen the students' knowledge on modern communications systems and will focus on wireless systems.

Since from a telecommunications perspective the combination of audio/visual data – meaning inherently high data rate and putting high requirements on the realtime capabilities of the underlying network – and wireless transmission – that is unreliable and highly dynamic with respect to the channel characteristics and its capacity – is the most demanding application domain.

## Inhalt

As the basic principle the course will study and introduce the building blocks of wireless communication systems. Multiple access schemes like TDMA, FDMA, CDMA and SDMA are introduced, antennas and propagation incl. link budget calculations are dealt with and more advanced channel models like MIMO are investigated. Modulation and error correction technologies presented in Telecommunications I will be expanded by e.g. turbo coding and receiver architectures like RAKE and BLAST will be introduced. A noticeable portion of the lecture will present existing and future wireless networks and their extensions for audio/visual data. Examples include 802.11n and the terrestrial DVB system (DVB-T2).

## Literaturhinweise

Will be announced before the start of the course on the course page on the Internet.

## **Weitere Informationen**

This module was formerly also known as *Telecommunications II*.

# Aufbau- und Verbindungstechnik 1

Studiensem.	Regelst.sem.	Turnus	Dauer	SWS	ECTS
<b>1-3</b>	<b>4</b>	<b>jedes Wintersemester</b>	<b>1 Semester</b>	<b>3</b>	<b>4</b>

**Modulverantwortliche/r** Prof. Dr.-Ing. habil. Steffen Wiese

**Dozent/inn/en** Prof. Dr.-Ing. habil. Steffen Wiese

**Zulassungsvoraussetzungen** keine

**Leistungskontrollen / Prüfungen** Übungsbetrieb / mündliche oder schriftliche Abschlussprüfung

**Lehrveranstaltungen / SWS** 2 SWS Vorlesung  
+ 1 SWS Übung  
= 3 SWS

**Arbeitsaufwand** 30 h Präsenzzeit Vorlesung  
+ 15 h Präsenzzeit Übung  
+ 45 h Vor- und Nachbereitung  
+ 30 h Klausurvorbereitung  
= 120 h (= 4 ECTS)

**Modulnote** Note der Klausur bzw. der mündlichen Prüfung

**Sprache** Deutsch

## Lernziele / Kompetenzen

Das Ziel der Lehrveranstaltung besteht darin, die Studierenden in das Gebiet der Aufbau- und Verbindungstechnik der Elektronik einzuführen. Dabei sollen grundlegende Kenntnisse über Verfahren und technologische Abläufe zur Herstellung elektronischer Aufbauten vermittelt werden sowie die Spezifika der in der industriellen Fertigung eingesetzten Verbindungstechnologien diskutiert werden.

## Inhalt

- Einführung in die Problematik der Herstellung elektronischer Aufbauten
- Architektur elektronischer Aufbauten (Hierarchischer Aufbau, Funktion der Verbindungsebenen)
- Erste Verbindungsebene (Die-Bonden, Drahtbonden, Flip-Chip- und Trägerfilmtechnik)
- Zweite Verbindungsebene (Bauelementeformen, Leiterplatten, Dickschichtsubstrate)
- Verbindungstechniken (Kaltpressschweißen, Löten, Kleben)

## Literaturhinweise

Bekanntgabe zu Beginn der Vorlesung

Studiensem.	Regelst.sem.	Turnus	Dauer	SWS	ECTS
<b>1-3</b>	<b>4</b>	<b>jedes Sommersemester</b>	<b>1 Semester</b>	<b>3</b>	<b>4</b>

**Modulverantwortliche/r** Prof. Dr.-Ing. Georg Frey

**Dozent/inn/en** Prof. Dr.-Ing. Georg Frey

**Zulassungsvoraussetzungen** keine

**Leistungskontrollen / Prüfungen** Benotete mündliche oder schriftliche Prüfung

**Lehrveranstaltungen / SWS** 2 SWS Vorlesung  
+ 1 SWS Übung  
= 3 SWS

**Arbeitsaufwand** 30 h Präsenzzeit Vorlesung  
+ 15 h Präsenzzeit Übung  
+ 45 h Vor- und Nachbereitung  
+ 30 h Klausurvorbereitung  
= 120 h (= 4 ECTS)

**Modulnote** Prüfungsnote

**Sprache** English

## Lernziele / Kompetenzen

Automation Systems is based on the fundamentals of discrete-event systems and networks. Students will acquire:

- detailed knowledge of describing and designing discrete-event systems for control applications;
- understanding of the specific challenges occurring in distributed (networked) automation systems as well as the knowledge of appropriate methods for the modeling and the analysis of automation networks.

## Inhalt

- Signals and Communication in Automation Systems
- Introduction to Logic Control
- Design and realization of logic control systems
- Domain specific languages (IEC 61131)
- Formal specification using Petri Nets
- Verification and Validation (V&V)
- Software quality
- Communication in Automation: Real-time and Dependability
- Application: Industrial Ethernet Solutions and CAN-Bus
- Application: Automotive Networks (LIN, CAN, FlexRay, MOST)
- Analysis of Networked Automation Systems
- Design of Distributed Controllers (IEC 61499)

## Literaturhinweise

Literatur wird in der Vorlesung zur Verfügung gestellt bzw. bekannt gegeben.



Studiensem.	Regelst.sem.	Turnus	Dauer	SWS	ECTS
<b>1-3</b>	<b>4</b>	<b>at least every two years</b>	<b>1 semester</b>	<b>6</b>	<b>9</b>

**Modulverantwortliche/r** Prof. Dr. Sebastian Hack

**Dozent/inn/en** Prof. Dr. Sebastian Hack

**Zulassungsvoraussetzungen** For graduate students: none

**Leistungskontrollen / Prüfungen**

- Regular attendance of classes and tutorials
- Written exam at the end of the course, theoretical exercises, and compiler-laboratory project.
- A re-exam takes place during the last two weeks before the start of lectures in the following semester.

**Lehrveranstaltungen / SWS**

4 h lectures  
 + 2 h tutorial  
 = 6 h (weekly)

**Arbeitsaufwand**

90 h of classes  
 + 180 h private study  
 = 270 h (= 9 ECTS)

**Modulnote** Will be determined from performance in exams, exercises and practical tasks. The exact modalities will be announced at the beginning of the module.

**Sprache** English

## Lernziele / Kompetenzen

The students learn, how a source program is lexically, syntactically, and semantically analyzed, and how they are translated into semantically equivalent machine programs. They learn how to increase the efficiency by semantics-preserving transformations. They understand the automata-theoretic foundations of these tasks and learn, how to use the corresponding tools.

## Inhalt

Lexical, syntactic, semantic analysis of source programs, code generation for abstract and real machines, efficiency-improving program transformations, foundations of program analysis.

## Literaturhinweise

Will be announced before the start of the course on the course page on the Internet.

Studiensem.	Regelst.sem.	Turnus	Dauer	SWS	ECTS
<b>1-3</b>	<b>4</b>	<b>every winter semester</b>	<b>1 semester</b>	<b>3</b>	<b>4</b>

**Modulverantwortliche/r** Romanus Dyczij-Edlinger

**Dozent/inn/en** Romanus Dyczij-Edlinger

**Zulassungsvoraussetzungen** a first course in Electromagnetics (e.g. *Theoretische Elektrotechnik*) is recommended

**Leistungskontrollen / Prüfungen** Programming projects during the semester. Written or oral final exam.

**Lehrveranstaltungen / SWS** 2 h lectures  
+ 1 h tutorial  
= 3 h (weekly)

**Arbeitsaufwand** 45 h of classes  
+ 75 h private study  
= 120 h (= 4 ECTS)

**Modulnote** Programming projects: 50 %  
Final exam: 50 %

**Sprache** German or English

## Lernziele / Kompetenzen

- To master selected topics in numerical linear algebra.
- To know how to pose linear (initial-) boundary value problems of classical electrodynamics.
- To understand the principles of differential and integral equation methods.

## Inhalt

- Selected topics in numerical linear algebra
- Linear (initial-) boundary value problems of classical electrodynamics
- Numerical methods:
  - Finite difference method / finite integration technique
  - Finite element method
  - Boundary element method

## Literaturhinweise

See lecture notes.

## Weitere Informationen

Lecture notes (in English), project assignments, old exams, and selected solutions are available online. Students may choose between German or English.

Studiensem.	Regelst.sem.	Turnus	Dauer	SWS	ECTS
<b>1-3</b>	<b>4</b>	<b>every summer semester</b>	<b>1 semester</b>	<b>3</b>	<b>4</b>

**Modulverantwortliche/r** Romanus Dyczij-Edlinger

**Dozent/inn/en** Romanus Dyczij-Edlinger

**Zulassungsvoraussetzungen** *Computational Electromagnetics 1* is recommended

**Leistungskontrollen / Prüfungen** Oral final exam: student presentations of selected topics from current research papers.

**Lehrveranstaltungen / SWS** 2 h lectures  
+ 1 h tutorial  
= 3 h (weekly)

**Arbeitsaufwand** 45 h of classes  
+ 75 h private study  
= 120 h (= 4 ECTS)

**Modulnote** Final exam: 100 %

**Sprache** German or English

## Lernziele / Kompetenzen

To gain a deep understanding of finite element techniques for time-harmonic electromagnetic fields. Students are familiar with essential theoretical and implementation aspects of modern finite element methods and able to study advanced research papers on their own.

## Inhalt

- Functional analytical and geometric foundations
- Modal analysis of electromagnetic cavities
- Modal analysis of driven time-harmonic fields
- Analysis of driven time-harmonic fields
- Special modeling techniques
- Advanced numerical solution methods

## Literaturhinweise

Each section of lecture notes contains list of references.

## Weitere Informationen

Lecture notes are available online. Students may choose between German or English.

Studiensem.	Regelst.sem.	Turnus	Dauer	SWS	ECTS
<b>1-3</b>	<b>4</b>	<b>at least every two years</b>	<b>1 semester</b>	<b>6</b>	<b>9</b>

**Modulverantwortliche/r** Prof. Dr. W.-J. Paul

**Dozent/inn/en** Prof. Dr. W.-J. Paul

**Zulassungsvoraussetzungen** For graduate students: none

**Leistungskontrollen / Prüfungen** **Studying:** Students should listen to the lectures, read the lecture notes afterwards and understand them. They should solve the exercises alone or in groups. Students must present and explain their solutions during the tutorials.

**Exams:** Students who have solved 50 % of all exercises are allowed to participate in an oral exam at the end of the semester.

**Lehrveranstaltungen / SWS** 4 h lectures  
+ 2 h tutorial  
= 6 h (weekly)

**Arbeitsaufwand** 90 h of classes  
+ 180 h private study  
= 270 h (= 9 ECTS)

**Modulnote** Will be determined from performance in exams, exercises and practical tasks. The exact modalities will be announced at the beginning of the module.

**Sprache** English

## Lernziele / Kompetenzen

After attending this lecture students know how to design pipelined processors with interrupt mechanisms, caches and MMUs. Given a benchmark they know how to analyse, whether a change makes the processor more or less cost effective.

## Inhalt

General comment: constructions are usually presented together with correctness proofs

- Complexity of Architectures
  - Hardware cost and cycle time
  - Compilers and benchmarks
- Circuits
  - Elementary computer arithmetic
  - Fast adders
  - Fast multipliers
- Sequential processor design
  - DLX instruction set
  - Processor design
- Pipelining
  - Elementary pipelining
  - Forwarding
  - Hardware-Interlock
- Interrupt mechanisms
  - Extension of the instruction set
  - Interrupt service routines

- hardware construction
- Caches
  - Specification including consistency between instruction and data cache
  - Cache policies
  - Bus protocol
  - Hardware construction (k-way set associative cache, LRU replacement, realisation of bus protocols by automat)
- Operating System Support
  - Virtual and Physical machines
  - Address translation
  - Memory management unit (MMU) construction
  - Virtual memory simulation

## **Literaturhinweise**

Will be announced before the start of the course on the course page on the Internet.

Studiensem.	Regelst.sem.	Turnus	Dauer	SWS	ECTS
<b>1-3</b>	<b>4</b>	<b>at least every two years</b>	<b>1 semester</b>	<b>6</b>	<b>9</b>

**Modulverantwortliche/r** Prof. Dr.-Ing. Holger Hermanns

**Dozent/inn/en** Prof. Dr.-Ing. Holger Hermanns  
Prof. Dr. Anja Feldmann

**Zulassungsvoraussetzungen** For graduate students: none

**Leistungskontrollen / Prüfungen**

- Regular attendance of classes and tutorials
- Qualification for final exam through mini quizzes during classes
- Possibility to get bonus points through excellent homework
- Final exam
- A re-exam takes place during the last two weeks before the start of lectures in the following semester.

**Lehrveranstaltungen / SWS** 4 h lectures  
+ 2 h tutorial  
= 6 h (weekly)

**Arbeitsaufwand** 90 h of classes  
+ 180 h private study  
= 270 h (= 9 ECTS)

**Modulnote** Will be determined from performance in exams, exercises and practical tasks. The exact modalities will be announced at the beginning of the module.

**Sprache** English

## Lernziele / Kompetenzen

After taking the course students have

- a thorough knowledge regarding the basic principles of communication networks,
- the fundamentals of protocols and concepts of protocol,
- Insights into fundamental motivations of different pragmatics of current network solutions,
- Introduction to practical aspects of data networks focusing on internet protocol hierarchies

## Inhalt

Introduction and overview

Cross section:

- Stochastic Processes, Markov models,
- Fundamentals of data network performance assessment
- Principles of reliable data transfer
- Protokols and their elementary parts
- Graphs and Graphalgorithms (maximal flow, spanning tree)
- Application layer:
- Services and protocols
- FTP, Telnet
- Electronic Mail (Basics and Principles, SMTP, POP3, ..)
- World Wide Web (History, HTTP, HTML)

- Transport Layer:
  - Services and protocols
  - Addressing
  - Connections and ports
  - Flow control
  - QoS
  - Transport Protocols (UDP, TCP, SCTP, Ports)
- Network layer:
  - Services and protocols
  - Routing algorithms
  - Congestion Control
  - Addressing
  - Internet protocol (IP)
- Data link layer:
  - Services and protocols
  - Medium access protocols: Aloha, CSMA (-CD/CA), Token passing
  - Error correcting codes
  - Flow control
  - Applications: LAN, Ethernet, Token Architectures, WLAN, ATM
- Physical layer
- Peer-to-Peer and Ad-hoc Networking Principles

## **Literaturhinweise**

Will be announced before the start of the course on the course page on the Internet.

Studiensem.	Regelst.sem.	Turnus	Dauer	SWS	ECTS
<b>1-3</b>	<b>4</b>	<b>every summer semester</b>	<b>1 semester</b>	<b>4</b>	<b>6</b>

**Modulverantwortliche/r** Prof. Dr. Dietrich Klakow

**Dozent/inn/en** Prof. Dr. Dietrich Klakow

**Zulassungsvoraussetzungen** Sound knowledge of mathematics as taught in engineering, computer science or physics is recommended.

**Leistungskontrollen / Prüfungen**

- Regular attendance of classes and tutorials
- Presentation of a solution during a tutorial
- Final exam (30 minutes, oral)

**Lehrveranstaltungen / SWS**

- 2 h lectures
- + 2 h tutorial
- = 4 h (weekly)

**Arbeitsaufwand**

- 60 h of classes
- + 120 h private study
- = 180 h (= 6 ECTS)

**Modulnote** Final Exam Mark

**Sprache** German or English

## Lernziele / Kompetenzen

The students will acquire knowledge of the basics methods in digital signal processing as well as gain experience in how to use them on practical data.

## Inhalt

- Signal Representation (e.g jpg, wav, ...)
- Microphone arrays
- Feature Extraction from Audio
- Feature Extraction from Images
  - Color
  - Texture
  - Edge
- Simple Classification Algorithms
- Feature Transforms
  - Karhunen Loeve Transform
  - Linear Discriminant Analysis
- Noise Suppression and Filtering
  - Wiener Filter
  - Spectral subtraction
- Speech Coding (PCM, CELP, LPC)

For some chapter practical examples like source localisation or musical genre classification are used.



## **Literaturhinweise**

- Dietrich W. R. Paulus, Joachim Hornegger “Applied Pattern Recognition”, Vieweg
- Peter Vary, Ulrich Heute, Wolfgang Hess “Digitale Sprachsignalverarbeitung”, Teubner Verlag
- Xuedong Huang, Hsiao-Wuen Hon “Spoken Language Processing”, Prentice Hall

## **Weitere Informationen**

Powerpoint slides, whiteboard

Studiensem.	Regelst.sem.	Turnus	Dauer	SWS	ECTS
<b>1-3</b>	<b>4</b>	<b>at least every two years</b>	<b>1 semester</b>	<b>6</b>	<b>9</b>

**Modulverantwortliche/r** Prof. Dr.-Ing. Thorsten Herfet

**Dozent/inn/en** Prof. Dr.-Ing. Thorsten Herfet

**Zulassungsvoraussetzungen** The lecture requires a solid foundation of mathematics (differential and integral calculus) and probability theory. The course will, however, refresh those areas indispensably necessary for telecommunications and potential intensification courses and by this open this potential field of intensification to everyone of you.

**Leistungskontrollen / Prüfungen** Regular attendance of classes and tutorials  
 Passing the final exam in the 2nd week after the end of courses.  
 Eligibility: Weekly exercises / task sheets, grouped into two blocks corresponding to first and second half of the lecture. Students must provide min. 50% grade in each of the two blocks to be eligible for the exam.

**Lehrveranstaltungen / SWS** 4 h lectures  
 + 2 h tutorial  
 = 6 h (weekly)

**Arbeitsaufwand** 90 h of classes  
 + 180 h private study  
 = 270 h (= 9 ECTS)

**Modulnote** Final exam mark

**Sprache** English

## Lernziele / Kompetenzen

Digital Signal Transmission and Signal Processing refreshes the foundation laid in "Signals and Systems" [Modulkennung]. Including, however, the respective basics so that the various facets of the introductory study period (Bachelor in Computer Science, Vordiplom Computer- und Kommunikationstechnik, Elektrotechnik or Mechatronik) and the potential main study period (Master in Computer Science, Diplom-Ingenieur Computer- und Kommunikationstechnik or Mechatronik) will be paid respect to.

## Inhalt

As the basic principle, the course will give an introduction into the various building blocks that modern telecommunication systems do incorporate. Sources, sinks, source and channel coding, modulation and multiplexing are the major keywords, but we will also deal with dedicated pieces like A/D- and D/A-converters and quantizers in a little bit more depth.

The course will refresh the basic transformations (Fourier, Laplace) that give access to system analysis in the frequency domain, it will introduce derived transformations (z, Hilbert) for the analysis of discrete systems and modulation schemes and it will briefly introduce algebra on finite fields to systematically deal with error correction schemes that play an important role in modern communication systems.

## Literaturhinweise

Will be announced before the start of the course on the course page on the Internet.

## **Weitere Informationen**

This module was formerly also known as *Telecommunications I*.

Studiensem.	Regelst.sem.	Turnus	Dauer	SWS	ECTS
<b>1-3</b>	<b>4</b>	<b>at least every two years</b>	<b>1 semester</b>	<b>6</b>	<b>9</b>

**Modulverantwortliche/r** Prof. Peter Druschel, Ph.D.

**Dozent/inn/en** Prof. Peter Druschel, Ph.D.  
Allen Clement, Ph.D

**Zulassungsvoraussetzungen** *Operating Systems or Concurrent Programming*

**Leistungskontrollen / Prüfungen**

- Regular attendance at classes and tutorials.
- Successful completion of a course project in teams of 2 students. (Project assignments due approximately every 2 weeks.)
- Passing grade on 2 out of 3 written exams: midterm, final exam, and a re-exam that takes place during the last two weeks before the start of lectures in the following semester.
- Final course grade: 50% project, 50% best 2 out of 3 exams.

**Lehrveranstaltungen / SWS** 4 h lectures  
+ 2 h tutorial  
= 6 h (weekly)

**Arbeitsaufwand** 90 h of classes  
+ 180 h private study  
= 270 h (= 9 ECTS)

**Modulnote** Will be determined from performance in exams, exercises and practical tasks. The exact modalities will be announced at the beginning of the module.

**Sprache** English

## Lernziele / Kompetenzen

Introduction to the principles, design, and implementation of distributed systems.

## Inhalt

- Communication: Remote procedure call, distributed objects, event notification, Inhalt dissemination, group communication, epidemic protocols.
- Distributed storage systems: Caching, logging, recovery, leases.
- Naming. Scalable name resolution.
- Synchronization: Clock synchronization, logical clocks, vector clocks, distributed snapshots.
- Fault tolerance: Replication protocols, consistency models, consistency versus availability trade-offs, state machine replication, consensus, Paxos, PBFT.
- Peer-to-peer systems: consistent hashing, self-organization, incentives, distributed hash tables, Inhalt distribution networks.
- Data centers. Architecture and infrastructure, distributed programming, energy efficiency.

## Literaturhinweise

Will be announced before the start of the course on the course page on the Internet.

Studiensem.	Regelst.sem.	Turnus	Dauer	SWS	ECTS
<b>1-3</b>	<b>4</b>	<b>jährlich</b>	<b>1 Semester</b>	<b>3</b>	<b>4</b>

**Modulverantwortliche/r** Romanus Dyczij-Edlinger

**Dozent/inn/en** Romanus Dyczij-Edlinger

**Zulassungsvoraussetzungen** keine

**Leistungskontrollen / Prüfungen** Computerimplementierungen,  
mündliche Prüfung

**Lehrveranstaltungen / SWS** 2 SWS Vorlesung  
+ 1 SWS Übung  
= 3 SWS

**Arbeitsaufwand** 45 h Präsenzzeit Vorlesung und Übung  
+ 45 h Vor- und Nachbereitung  
+ 30 h Klausurvorbereitung  
= 120 h (= 4 ECTS)

**Modulnote** Computerimplementierungen 40 %  
Mündliche Prüfung 60 %

**Sprache** Deutsch

## Lernziele / Kompetenzen

Studierende sind in der Lage, wichtige Klassen von Feldproblemen zu klassifizieren und kennen typische Fallbeispiele aus Wärmelehre, Akustik und Elektrodynamik. Sie sind mit den Gemeinsamkeiten und besonderen Eigenheiten der resultierenden Typen von (Anfangs-)Randwertproblemen vertraut, und verstehen die Grundlagen von Differenzial- und Integralgleichungsverfahren zur numerischen Lösung von Problemstellungen der klassischen Maxwell'schen Theorie.

## Inhalt

Numerische lineare Algebra (Eigenwert-, Singulärwert-, QR- und LR-Zerlegungen, schwach besetzte Matrizen, Krylov-Unterraum-Verfahren); ausgesuchte lineare Randwert- und Anfangsrandwertprobleme (sachgemäß und unsachgemäß gestellte Probleme, elliptische, parabolische, hyperbolische und unklassifizierte Gleichungen); Separationsansätze; Konsistenz, Stabilität und Konvergenz numerischer Verfahren; Finite-Differenzen-Methoden (Diskretisierung, Anfangs- und Randbedingungen, explizite und implizite Zeitintegrationsverfahren, Stabilitätsanalyse); Variationsmethoden (Euler-Lagrange-Gleichungen, essentielle und natürliche Randbedingungen, Ritz'sches Verfahren); Methode der gewichteten Residuen (Kollokation, Galerkin, Galerkin-Bubnow); Finite-Elemente-Methoden (Diskretisierung, Formfunktionen, Elementmatrizen, Einbringen von Randbedingungen und Quellen); Integralgleichungsmethoden (Greensche Funktionen, Klassifizierung); Randelemente-Methoden (Diskretisierung, Singularitäten)

## Literaturhinweise

Treffethen, Bau: Numerical Linear Algebra;  
Demmel: Applied Numerical Linear Algebra;  
Farlow: Partial Differential Equations for Scientists and Engineers;  
Courant, Hilbert: Methoden der mathematischen Physik;  
Stakgold: Green's Functions and Boundary Value Problems;

Strang, Fix: An Analysis of the Finite Element Method;  
Grossmann, Roos: Numerik partieller Differentialgleichungen;  
Bossavit, Alain: Computational Electromagnetism

## **Weitere Informationen**

Vorlesungsskripten erhältlich, Übungsbeispiele und alte Prüfungen vom Internet abrufbar.

Studiensem.	Regelst.sem.	Turnus	Dauer	SWS	ECTS
<b>1-3</b>	<b>4</b>	<b>jedes Wintersemester</b>	<b>1 Semester</b>	<b>3</b>	<b>4</b>

**Modulverantwortliche/r** Prof. Dr.-Ing. Matthias Nienhaus

**Dozent/inn/en** Prof. Dr.-Ing. Matthias Nienhaus

**Zulassungsvoraussetzungen** keine

**Leistungskontrollen / Prüfungen** Benotete Prüfung (Klausur)

**Lehrveranstaltungen / SWS** 2 SWS Vorlesung  
+ 1 SWS Übung  
= 3 SWS

**Arbeitsaufwand** 30 h Präsenzzeit Vorlesung  
+ 15 h Präsenzzeit Übung  
+ 45 h Vor- und Nachbereitung  
+ 30 h Klausurvorbereitung  
= 120 h (= 4 ECTS)

**Modulnote** Klausurnote

**Sprache** Deutsch

## Lernziele / Kompetenzen

Es werden die Grundlagen zu Aufbau, Wirkungsweise und Betriebsverhaltens von Gleichstrom-, Synchron- und Asynchronmaschinen sowie deren elektrische Ansteuerung vermittelt. Studierende erwerben Basiswissen für eine anforderungsgerechte Spezifikation und Auswahl elektrischer Antriebe.

## Inhalt

- Physikalische Grundlagen
- Gleichstrommaschinen
- Asynchronmaschinen
- Synchronmaschinen
- Ansteuerungen

## Literaturhinweise

Merz, H., Lipphardt, G.: Elektrische Maschinen und Antriebe, VDE, 2009  
Fischer, R.: Elektrische Maschinen, Hanser, München, 2009  
Riefenstahl, U.: Elektrische Antriebssysteme, Vieweg+Teubner, 2010

Studiensem.	Regelst.sem.	Turnus	Dauer	SWS	ECTS
<b>1-3</b>	<b>4</b>	<b>jährlich</b>	<b>1 Semester</b>	<b>2</b>	<b>3</b>

**Modulverantwortliche/r** Prof. Dr.-Ing. Michael Möller

**Dozent/inn/en** Prof. Dr.-Ing. Michael Möller  
Prof. Dr.-Ing. habil. Steffen Wiese

**Zulassungsvoraussetzungen** keine

**Leistungskontrollen / Prüfungen** Benotete Prüfungen Modulelementprüfungen

**Lehrveranstaltungen / SWS** 2 SWS Vorlesung und Übung

**Arbeitsaufwand** 30 h Präsenzzeit Vorlesung und Übung  
+ 30 h Vor- und Nachbereitung  
+ 30 h Klausurvorbereitung  
= 90 h (= 3 ECTS)

**Modulnote** Gewichteter Mittelwert der Einzelnoten nach Studienordnung

**Sprache** Deutsch

## Lernziele / Kompetenzen

Vorstellung von Konzepten und Aufbau aktiver und passiver elektronischer Bauelemente, Erlernung des Zusammenhangs zwischen physikalischem Grundprinzip, Kennlinie und schaltungstechnischer Funktion. Darstellung ausgewählter physikalischer Eigenschaften von charakteristischen Bauelementfunktionswerkstoffen. Erlernen erster Bauelementanwendungen in einfachen Grundschaltungen. Vorstellung von Sonderbauelementen zur Energieversorgung und für die Leistungselektronik

## Inhalt

- Einführung (Gegenstand der LV „Bauelemente“, Physikalische Funktionsbeschreibung von Bauelementen, Verarbeitung von Bauelementen, Zuverlässigkeit von Bauelementen)
- Diskrete aktive Bauelemente (Diode, Bipolartransistor, Feldeffekttransistor)
- Diskrete passive Bauelemente (Widerstände, Kapazitäten, Induktivitäten)
- Integrierte Schaltungen als Bauelemente (Analoge integrierte Schaltungen, Digitale integrierte Schaltungen)
- Bauelemente der Energieversorgung (Netzteil- und Spannungswandler-Komponenten, Elektrochemische Generatoren, Batterien, Akkumulatoren, Brennstoffzellen, Photovoltaische Generatoren, Thermoelektrische Generatoren, Elektromechanische Generatoren)
- Leistungsbaulemente (Der Logik- und der Leistungsteil in Schaltungen, Leistungstransistoren und -dioden, Thyristor, IGBT, Relais, Kühlkörper)

## Literaturhinweise

Beuth, Klaus: Bauelemente (Elektronik 2), Würzburg: Vogel 2010, 19. Aufl.  
Möschwitzer, Albrecht: Mikroelektronik, Berlin: Verlag Technik 1987, 1. Aufl.  
Möschwitzer, Albrecht: Einführung in die Elektronik, Berlin: Verlag Technik 1988, 6. Aufl.



Studiensem.	Regelst.sem.	Turnus	Dauer	SWS	ECTS
<b>1-3</b>	<b>4</b>	<b>at least every two years</b>	<b>1 semester</b>	<b>6</b>	<b>9</b>

**Modulverantwortliche/r** Prof. Bernd Finkbeiner, Ph.D

**Dozent/inn/en** Prof. Bernd Finkbeiner, Ph.D  
Prof. Dr. Martina Maggio

**Zulassungsvoraussetzungen** keine

**Leistungskontrollen / Prüfungen**

- Written exam at the end of the course.
- Demonstration of the implemented system.
- A re-exam takes place during the last two weeks before the start of lectures in the following semester.

**Lehrveranstaltungen / SWS** 4 h lectures  
+ 2 h tutorial  
= 6 h (weekly)

The course is accompanied by a laboratory project, in which a non-trivial embedded system has to be realized.

**Arbeitsaufwand** 90 h of classes  
+ 180 h private study  
= 270 h (= 9 ECTS)

**Modulnote** Will be determined from performance in exams, exercises and practical tasks. The exact modalities will be announced at the beginning of the module.

**Sprache** English

## Lernziele / Kompetenzen

The students should learn methods for the design, the implementation, and the validation of safety-critical embedded systems.

## Inhalt

Embedded Computer Systems are components of a technical system, e.g. an air plane, a car, a household machine, a production facility. They control some part of this system, often called the plant, e.g. the airbag controller in a car controls one or several airbags. Controlling means obtaining sensor values and computing values of actuator signals and sending them.

Most software taught in programming courses is transformational, i.e. it is started on some input, computes the corresponding output and terminates. Embedded software is reactive, i.e. it is continuously active waiting for signals from the plant and issuing signals to the plant.

Many embedded systems control safety-critical systems, i.e. malfunctioning of the system will in general cause severe damage. In addition, many have to satisfy real-time requirements, i.e. their reactions to input have to be produced within fixed deadlines.

According to recent statistics, more than 99% of all processors are embedded. Processors in the ubiquitous PC are a negligible minority. Embedded systems have a great economical impact as most innovations in domains like avionics, automotive are connected to advances in computer control. On the other hand, failures in the design of such systems may have disastrous consequences for the functioning of the overall system. Therefore, formal specification techniques and automatic synthesis of software are used more than in other domains.

The course will cover most aspects of the design and implementation of embedded systems, e.g. specification mechanisms, embedded hardware, operating systems, scheduling, validation methods.

## **Literaturhinweise**

Will be announced before the start of the course on the course page on the Internet.

Studiensem.	Regelst.sem.	Turnus	Dauer	SWS	ECTS
<b>1-3</b>	<b>4</b>	<b>every winter semester</b>	<b>1 semester</b>	<b>3</b>	<b>4</b>

**Modulverantwortliche/r** Prof. Dr.-Ing. Michael Möller

**Dozent/inn/en** Prof. Dr.-Ing. Michael Möller

**Zulassungsvoraussetzungen** For graduate students: none  
Bachelor level in Electronics and Circuits

**Leistungskontrollen / Prüfungen** Theoretical and practical (CAD examples) exercises

- Regular attendance of lecture and tutorial
- Final oral exam
- A re-exam takes place during the last two weeks before the start of lectures in the following semester.

**Lehrveranstaltungen / SWS** 2 h lectures  
+ 1 h tutorial  
= 3 h (weekly)

**Arbeitsaufwand** 45 h of classes  
+ 75 h private study  
= 120 h (= 4 ECTS)

**Modulnote** Final exam mark

**Sprache** English

## Lernziele / Kompetenzen

To know and understand limitations on maximum speed and performance of integrated circuits. To know and to be able to apply design methods and concepts to enhance speed and performance of a circuit. To be familiar with basic circuit stages and methods for combining them to gain a specific functionality and performance. To understand basic circuit concepts for high-speed data- and signaltransmission and –processing with special regard to the transmitter- and receiver-electronics. To be able to design such circuits. To acquire the fundamentals of circuit design as a preparation for the related hands-on training on “High-speed analogue circuit design”.

## Inhalt

- Bipolar transistor model and properties at technological speed limit.
- Concept of negative supply voltage and differential signalling.
- Method of symbolic calculation and modelling of transistor stages.
- Basic electrical properties of transistor stages with special regard to high-frequency considerations.
- Concept of conjugate impedance mismatch.
- Functional stages for broadband operation up to 160 Gbit/s (e.g. photodiode–amplifier, modulator driver, linear and limiting gain stages and amplifier, circuits for gain control, equalizing and analogue signal processing, Multiplexer, Demultiplexer, logic gates(e.g. exor), phase detector, Oscillator (VCO), phase-locked-loop (PLL)).

## Literaturhinweise

- Lecture notes
- High Speed Integrated Circuit Technology Towards 100 GHz Logic, M. Rodwell, World Scientific
- Intuitive Analog Circuit Design, Marc T. Thompson, Elsevier 2006
- Related articles from journals and conferences.

## **Weitere Informationen**

*Used Media:* Beamer, blackboard, lecture notes, Computer (CAD examples)

# High-Frequency Engineering

Studiensem.	Regelst.sem.	Turnus	Dauer	SWS	ECTS
<b>1-3</b>	<b>4</b>	<b>every winter semester</b>	<b>1 semester</b>	<b>3</b>	<b>4</b>

**Modulverantwortliche/r** Prof. Dr.-Ing. Michael Möller

**Dozent/inn/en** Prof. Dr.-Ing. Michael Möller

**Zulassungsvoraussetzungen** For graduate students: none  
Bachelor level in Electronics and Circuits

**Leistungskontrollen / Prüfungen** Theoretical and practical (CAD examples) exercises

- Regular attendance of lecture and tutorial
- Final oral exam
- A re-exam takes place during the last two weeks before the start of lectures in the following semester.

**Lehrveranstaltungen / SWS** 2 h lectures  
+ 1 h tutorial  
= 3 h (weekly)

**Arbeitsaufwand** 45 h of classes  
+ 75 h private study  
= 120 h (= 4 ECTS)

**Modulnote** Final exam mark

**Sprache** English

## Lernziele / Kompetenzen

Acquiring basic knowledge on fundamental high-frequency and network-theory methods to characterize and model distributed and lumped element networks. Applying these methods to modelling, design and measurement of high-speed circuits. Introduction to general optimization criteria and optimization strategy. To prepare for hands-on training on “RF-circuits and measurement techniques”.

## Inhalt

- *Introduction:*  
Retardation, Skin-, Proximity-Effect, Signal path lengths, lumped and distributed properties, Interconnect and Transmission Line modelling
- *Waves and S-parameters:*  
Generalised waves, power, reflection, Smith diagram, matching, S-parameters, ABCD-parameters, Signal flow graph methods.
- *Network properties:*  
Tellegen theorem, linearity, reciprocity, symmetry, unitarity, modal network description (differential operation),
- *Network measurement methods and components:*  
time domain reflectometry (TDR), line-coupler, power splitter/divider, Vector Network Analyzer (VNA)
- *Electrical Noise:*  
Noise processes, characterization and properties, network models
- *Optimization criteria*  
(e.g. noise, phase- and frequency response, linearity, stability, matching CMRR, PSRR, pulse fidelity, eye-diagram)
- *Optimization strategy:*  
Trade-off, degrees of freedom (DOF), Introducing DOFs by decoupling, optimization example

## **Literaturhinweise**

- Lecture notes
- Hochfrequenztechnik 2, Zinke, Brunswig, 5. Auflage, Springer
- Microwave Engineering, David M. Pozar, 3rd ed., Wiley
- Grundlagen der Hochfrequenzmesstechnik, B. Schiek, Springer
- Rauschen, R. Müller, Springer
- Related articles from journals and conferences.

## **Weitere Informationen**

Used Media: Beamer, blackboard, lecture notes, Computer (CAD examples)

Studiensem.	Regelst.sem.	Turnus	Dauer	SWS	ECTS
<b>1-3</b>	<b>4</b>	<b>at least every two years</b>	<b>1 semester</b>	<b>6</b>	<b>9</b>

**Modulverantwortliche/r** Prof. Dr. Joachim Weickert

**Dozent/inn/en** Prof. Dr. Joachim Weickert

**Zulassungsvoraussetzungen** Undergraduate mathematics (e.g. Mathematik für Informatiker I-III) and elementary programming knowledge in C

**Leistungskontrollen / Prüfungen**

- For the homework assignments one can obtain up to 24 points per week. Actively participating in the classroom assignments gives 12 more points per week, regardless of the correctness of the solutions. To qualify for both exams one needs 2/3 of all possible points.
- Passing the final exam or the re-exam.
- A re-exam takes place during the last two weeks before the start of lectures in the following semester.

**Lehrveranstaltungen / SWS** 4 h lectures  
+ 2 h tutorial  
= 6 h (weekly)

**Arbeitsaufwand** 90 h of classes  
+ 180 h private study  
= 270 h (= 9 ECTS)

**Modulnote** Will be determined from the performance in the exam or the re-exam. The better grade counts.

**Sprache** English

## Lernziele / Kompetenzen

Broad introduction to mathematical methods in image processing and computer vision. The lecture qualifies students for a bachelor thesis in this field. Together with the completion of advanced or specialised lectures (9 credits at least) it is the basis for a master thesis in this field.

## Inhalt

Inhalt

1. Basics
  - 1.1 Image Types and Discretisation
  - 1.2 Degradations in Digital Images
2. Colour Perception and Colour Spaces
3. Image Transformations
  - 3.1 Continuous Fourier Transform
  - 3.2 Discrete Fourier Transform
  - 3.3 Image Pyramids
  - 3.4 Wavelet Transform
4. Image Compression
5. Image Interpolation
6. Image Enhancement
  - 6.1 Point Operations

- 6.2 Linear Filtering and Feature Detection
- 6.3 Morphology and Median Filters
- 6.3 Wavelet Shrinkage, Bilateral Filters, NL Means
- 6.5 Diffusion Filtering
- 6.6 Variational Methods
- 6.7 Deconvolution Methods
- 7. Texture Analysis
- 8. Segmentation
  - 8.1 Classical Methods
  - 8.2 Variational Methods
- 9. Image Sequence Analysis
  - 9.1 Local Methods
  - 9.2 Variational Methods
- 10. 3-D Reconstruction
  - 10.1 Camera Geometry
  - 10.2 Stereo
  - 10.3 Shape-from-Shading
- 11. Object Recognition
  - 11.1 Hough Transform
  - 11.2 Invariants
  - 11.3 Eigenspace Methods

## **Literaturhinweise**

Will be announced before the start of the course on the course page on the Internet.



Studiensem.	Regelst.sem.	Turnus	Dauer	SWS	ECTS
<b>1-3</b>	<b>4</b>	<b>jährlich</b>	<b>1 Semester</b>	<b>4</b>	<b>6</b>

**Modulverantwortliche/r** Prof. Dr. rer. nat. Andreas Schütze

**Dozent/inn/en** Mitarbeiter des Lehrstuhls  
Prof. Dr. rer. nat. Andreas Schütze

**Zulassungsvoraussetzungen** keine

**Leistungskontrollen / Prüfungen** benotete Klausur, zusätzlich benotete Hausaufgaben zum Erwerb von Bonuspunkten für die Klausur

**Lehrveranstaltungen / SWS** 3 SWS Vorlesung  
+ 1 SWS Übung  
= 4 SWS

**Arbeitsaufwand** 60 h Präsenzzeit Vorlesung und Übung  
+ 60 h Vor- und Nachbereitung  
+ 60 h Klausurvorbereitung  
= 180 h (= 4 ECTS)

**Modulnote** Klausurnote

**Sprache** Deutsch

## Lernziele / Kompetenzen

Erlangung von Grundkenntnissen über den Messvorgang an sich (Größen, Einheiten, Messunsicherheit) sowie über die wesentlichen Komponenten vor allem digitaler elektrischer Messsysteme. Kennen lernen verschiedener Methoden und Prinzipien für die Messung nichtelektrischer Größen; Bewertung unterschiedlicher Methoden für applikationsgerechte Lösungen. Vergleich unterschiedlicher Messprinzipien für gleiche Messgrößen inkl. Bewertung der prinzipbedingten Messunsicherheiten und störender Quereinflüsse sowie ihrer Kompensationsmöglichkeiten durch konstruktive und schaltungstechnische Lösungen.

## Inhalt

### Messtechnik:

- Einführung: Was heißt Messen?; Größen und Einheiten (MKSA- und SI-System);
- Fehler, Fehlerquellen, Fehlerfortpflanzung, Messunsicherheit nach GUM;
- Messen von Konstantstrom, -spannung und Widerstand;
- Gleich- und Wechselstrombrücken;
- Mess- und Rechenverstärker (Basis: idealer Operationsverstärker);
- Grundlagen der Digitaltechnik (Logik, Gatter, Zähler);
- AD-Wandler (Flashwandler, sukzessive Approximation, Dual-Slope-Wandler);
- Digitalspeicheroszilloskop;

### Sensorik:

- Temperaturmessung;
- Strahlungsmessung (berührungslose Temperaturmessung);
- magnetische Messtechnik: Hall- und MR-Sensoren;
- Messen physikalischer (mechanischer) Größen:
  - Weg & Winkel
  - Kraft & Druck (piezoresistiver Effekt in Metallen und Halbleitern)

- Beschleunigung & Drehrate (piezoelektrischer Effekt, Corioliseffekt)
- Durchfluss (Vergleich von 6 Prinzipien)

## **Literaturhinweise**

E. Schröder: „Elektrische Messtechnik“, Hanser Verlag, München, 2004  
H.-R. Tränkle: „Taschenbuch der Messtechnik“, Verlag Oldenbourg München, 1996  
W. Pfeiffer: „Elektrische Messtechnik“, VDE-Verlag Berlin, 1999  
R. Lerch, Elektrische Messtechnik, Springer Verlag, neue Auflage 2006  
J. Fraden: „Handbook of Modern Sensors“, Springer Verlag, New York, 1996  
T. Elbel: „Mikrosensorik“, Vieweg Verlag, 1996  
H. Schaumburg; „Sensoren“ und „Sensoranwendungen“, Teubner Verlag Stuttgart, 1992 und 1995  
J.W. Gardner: „Microsensors – Principles and Applications“, John Wiley & Sons, Chichester, UK, 1994

## **Weitere Informationen**

Vorlesungsfolien, Übungsaufgaben und Musterlösungen zum Kopieren und Downloaden

Übungen in Kleingruppen (14-tägig) mit korrigierten Hausaufgaben

Ein besonderer Schwerpunkt in der Sensorik liegt auf der Betrachtung miniaturisierter Sensoren und Sensortechnologien.

Studiensem.	Regelst.sem.	Turnus	Dauer	SWS	ECTS
<b>1-3</b>	<b>4</b>	<b>jedes Sommersemester</b>	<b>1 Semester</b>	<b>3</b>	<b>4</b>

**Modulverantwortliche/r** Prof. Dr.-Ing. Chihao Xu

**Dozent/inn/en** Prof. Dr.-Ing. Chihao Xu

**Zulassungsvoraussetzungen** keine

**Leistungskontrollen / Prüfungen** Klausur am Semesterende

**Lehrveranstaltungen / SWS** 2 SWS Vorlesung  
+ 1 SWS Übung  
= 3 SWS

**Arbeitsaufwand** 30 h Präsenzzeit Vorlesung  
+ 15 h Präsenzzeit Übung  
+ 45 h Vor- und Nachbereitung  
+ 30 h Klausurvorbereitung  
= 120 h (= 4 ECTS)

**Modulnote** Aus Klausurnote

**Sprache** Deutsch

## Lernziele / Kompetenzen

Verständnis der Abläufe bei Herstellungs- und Entwicklungsprozessen von integrierten Digitalschaltungen – CAD in der Mikroelektronik

## Inhalt

- Wertschöpfungskette der Fertigung (Waferprozess, Montage, Testen)
- Einzelprozess-Schritte, Gehäuse, analoges Testen, Abgleich
- Abstraktionsebene in der ME (physikalisch, Symbol, Funktion), Y-Baum
- Entwurfsablauf, Entwurfsstile
- Tools für den Entwurf integrierter Schaltungen, Integration der Tools
- Schaltungssimulation (Prinzip, Numerik, Analysen incl. Sensitivity-, WC-, Monte-Carlo- und Stabilitätsanalyse)
- Logiksimulation (höhere Sprache, ereignisgesteuert, Verzögerung)
- Hardware Beschreibungssprache VHDL
- Logikoptimierung (Karnaugh Diagram, Technology Mapping) Test digitaler Schaltungen, design for testability, Testmuster, Autotest
- Layout: Floorplanning, Polygone, Pcell/Cells, Generators, Design Rules, Constraints
- Parasitics, Backannotation, Matching, Platzierung und Verdrahtung, OPC

## Literaturhinweise

Skriptum des Lehrstuhls zur Vorlesung, Vorlesungsfolien

Studiensem.	Regelst.sem.	Turnus	Dauer	SWS	ECTS
<b>1-3</b>	<b>4</b>	<b>jedes Wintersemester</b>	<b>1 Semester</b>	<b>3</b>	<b>4</b>

**Modulverantwortliche/r** Prof. Dr.-Ing. Chihao Xu

**Dozent/inn/en** Prof. Dr.-Ing. Chihao Xu

**Zulassungsvoraussetzungen** keine

**Leistungskontrollen / Prüfungen** benotete mündliche Abschlussprüfung

**Lehrveranstaltungen / SWS** 2 SWS Vorlesung  
+ 1 SWS Übung  
= 3 SWS

**Arbeitsaufwand** 30 h Präsenzzeit Vorlesung  
+ 15 h Präsenzzeit Übung  
+ 45 h Vor- und Nachbereitung  
+ 30 h Klausurvorbereitung  
= 120 h (= 4 ECTS)

**Modulnote** Abschlussprüfungsnote

**Sprache** Deutsch

## Lernziele / Kompetenzen

Verständnisse und Kenntnisse im Verhalten, in der Beschreibung und im Entwurf integrierter analoger und mixed-signal CMOS-Schaltungen.

## Inhalt

- Einführung in die Analogtechnik
- MOS-Technologie (Eigenschaften, Bauelemente Funktionale Sicht)
- MOS-Transistoren in Schaltungen (CMOS-Schaltungskomponenten)
- Frequenzgang der Verstärker (allgemein, Kapazität und Pol, Common Source, Kaskode, Rückkopplung)
- OP-Verstärker (Einstufiger- und Zweistufiger Verstärker, Ausgangsstufe, Kenngrößen)
- Referenzschaltungen (einfache Referenzschaltungen, Bandgap-Referenz, Spannungsregler, IReferenz, gm-Referenz)
- Switched Capacitor Schaltungen (Switched Capacitor (SC) Grundlagen, SC Integrator und Verstärker, SC Filter, Sample und Hold Schaltungen)
- AD-Wandler (Einführung, Komparator, paralleler AD-Wandler, sukzessive Approximation ADWandler, Integrierter Dual Slop AD-Wandler)
- DA-Wandler (Einführung, paralleler AD-Wandler, serieller DA-Wandler)

## Literaturhinweise

Skriptum des Lehrstuhls zur Vorlesung, Vorlesungsfolien, weiterführende Literatur wird zu Beginn der ersten Vorlesung bekannt gegeben

## Weitere Informationen

*Methoden:* Information durch Vorlesung, Vertiefung durch Eigentätigkeit (Nacharbeiten, aktive Teilnahme an den Übungen)

Studiensem.	Regelst.sem.	Turnus	Dauer	SWS	ECTS
<b>1-3</b>	<b>4</b>	<b>jedes Sommersemester</b>	<b>1 Semester</b>	<b>3</b>	<b>4</b>

**Modulverantwortliche/r** Prof. Dr.-Ing. Chihao Xu

**Dozent/inn/en** Prof. Dr.-Ing. Chihao Xu

**Zulassungsvoraussetzungen** keine

**Leistungskontrollen / Prüfungen** Präsentation einer Arbeit und mündliche Befragung am Semesterende

**Lehrveranstaltungen / SWS** 2 SWS Vorlesung  
+ 1 SWS Übung  
= 3 SWS

**Arbeitsaufwand** 30 h Präsenzzeit Vorlesung  
+ 15 h Präsenzzeit Übung  
+ 45 h Vor- und Nachbereitung  
+ 30 h Klausurvorbereitung  
= 120 h (= 4 ECTS)

**Modulnote** Abschlußprüfung

**Sprache** Deutsch

## Lernziele / Kompetenzen

Wie Mikroelektronik in Systemen, insbesondere zur Ansteuerung reeller Anwendungen wie Displays eingesetzt wird. Es schließt Systempartitionierung, Design und Algorithmen ein.

## Inhalt

- HV circuit (charge pump, level shifter, hv driver)
- Automotiver Lampentreiber
- Power Management (LDO, Schaltnetzteile)
- Low Power Design
- Licht, Farbe und Visuelle Effekte
- PM-LCD Display Steuerung
- AM-LCD Display (TFT) Steuerung
- PM-OLED Display Steuerung
- AM-OLED Display Steuerung
- Weitere Themen je nach Auswahl der Studierenden

## Literaturhinweise

Vorlesungsfolien, Veröffentlichungen

Studiensem.	Regelst.sem.	Turnus	Dauer	SWS	ECTS
<b>1-3</b>	<b>4</b>	<b>jährlich</b>	<b>1 Semester</b>	<b>3</b>	<b>4</b>

**Modulverantwortliche/r** Prof. Dr. Helmut Seidel

**Dozent/inn/en** Prof. Dr. Helmut Seidel

**Zulassungsvoraussetzungen** keine

**Leistungskontrollen / Prüfungen** Schriftlich oder mündlich

**Lehrveranstaltungen / SWS** 2 SWS Vorlesung  
+ 1 SWS Übung  
= 3 SWS

**Arbeitsaufwand** 45 h Präsenzzeit Vorlesung und Übung  
+ 45 h Vor- und Nachbereitung  
+ 30 h Klausurvorbereitung  
= 120 h (= 4 ECTS)

**Modulnote** Prüfungsnote

**Sprache** Deutsch

## Lernziele / Kompetenzen

Erlangen von Grundkenntnissen im Bereich Bauelemente der Mikrosystemtechnik mit Schwerpunkt in der Mikroaktork; Einführung in die Mikrofluidik.

## Inhalt

- Einführung, Marktübersicht
- Skalierungsgesetze
- Passive mechanische Bauelemente
- Prinzipien der Mikroaktork (Elektrostatik, Magnetik, Piezoelektrik, Formgedächtnislegierungen)
- Aktive mechanische Bauelemente (Schalter, Relais, etc.)
- Passive fluidische Bauelemente
- Fluidische Aktoren (Ventile, Pumpen)
- Sensoren in der Fluidik

## Literaturhinweise

Mescheder, Ulrich: "Mikrosystemtechnik - Konzepte und Anwendungen"

Büttgenbach, Stephanus: "Mikromechanik - Einführung in Technologie und Anwendungen"

Gerlach, G.; Dötzel, W.: "Grundlagen der Mikrosystemtechnik"

Menz, Wolfgang; Mohr, Jürgen: "Mikrosystemtechnik für Ingenieure"

M. Madou: Fundamentals of Microfabrication

Studiensem.	Regelst.sem.	Turnus	Dauer	SWS	ECTS
<b>1-3</b>	<b>4</b>	<b>jedes Wintersemester</b>	<b>1 Semester</b>	<b>3</b>	<b>4</b>

**Modulverantwortliche/r** Prof. Dr. Helmut Seidel

**Dozent/inn/en** Prof. Dr. Helmut Seidel

**Zulassungsvoraussetzungen** keine

**Leistungskontrollen / Prüfungen** Mündliche oder schriftliche Prüfung

**Lehrveranstaltungen / SWS** 2 SWS Vorlesung  
+ 1 SWS Übung  
= 3 SWS

**Arbeitsaufwand** 45 h Präsenzzeit Vorlesung und Übung  
+ 45 h Vor- und Nachbereitung  
+ 30 h Klausurvorbereitung  
= 120 h (= 4 ECTS)

**Modulnote** Prüfungsnote

**Sprache** Deutsch

## Lernziele / Kompetenzen

Erlangen von vertieften Grundkenntnissen in der Herstellungstechnologie von Mikrosystemen und mikroelektronischen Schaltkreisen mit Schwerpunkt in der Halbleitertechnologie

## Inhalt

- Einführung, Technologieüberblick, Reinraumtechnik
- Materialien der Mikrosystemtechnik, Kristallografie
- Herstellung von kristallinem Silizium (Czochralski, Float-Zone)
- Thermische Oxidation und Epitaxie
- Schichtabscheidung: CVD (Chemical Vapor Deposition)
- Physikalische Schichtabscheidung: PVD (Physical Vapor Deposition)
- Dotiertechniken: Diffusion, Ionenimplantation, Annealing
- Lithografie: Kontakt- und Proximity-Belichtung, Waferstepper, Lacktechnik
- Nassätzen, Reinigen (isotrop, anisotrop, elektrochemisch)
- Trockenätzen: Ionenstrahlätzen, Reaktives Ionenätzen, Plasmaätzen
- Bulk-/Oberflächen-Mikromechanik,
- LIGA-Verfahren, Abformtechniken
- Waferbonden, Planarisierungstechniken (Chemisch-mechanisches Polieren)

## Literaturhinweise

Mescheder, Ulrich: "Mikrosystemtechnik - Konzepte und Anwendungen"  
Büttgenbach, Stephanus: "Mikromechanik - Einführung in Technologie und Anwendungen"  
Gerlach, G.; Dötzel, W.: "Grundlagen der Mikrosystemtechnik"  
Menz, Wolfgang; Mohr, Jürgen: "Mikrosystemtechnik für Ingenieure"

Studiensem.	Regelst.sem.	Turnus	Dauer	SWS	ECTS
<b>1-3</b>	<b>4</b>	<b>winter semester</b>	<b>1 semester</b>	<b>4</b>	<b>9</b>

**Modulverantwortliche/r** Prof. Dr.-Ing. Thorsten Herfet

**Dozent/inn/en** Prof. Dr.-Ing. Thorsten Herfet

**Zulassungsvoraussetzungen** For graduate students: none

**Leistungskontrollen / Prüfungen** Regular attendance of classes and tutorial.  
Paper as well as programming exercises for exam qualification  
Final exam  
A re-exam takes place before the start of lectures in the following semester

**Lehrveranstaltungen / SWS** 3 h lectures  
+ 1 h tutorial  
= 4 h (weekly)

**Arbeitsaufwand** 60 h of classes  
+ 90 h private study  
+ 120 h programming exercise  
= 270 h (= 9 ECTS)

**Modulnote** Graded absolute 1.0-n.b. and relative A-F

**Sprache** English

## Lernziele / Kompetenzen

The course deals with Media Transport over the Internet. After the course students know how data- and mediatransport is solved in today's Internet and have a good understanding of so called erasure channels.

Besides the pure transport protocol design the course complements the fundamentals laid in TCI and TCII by introducing state-of-the-art error codes (Van-der-Monde-Codes, Fountain Codes) and by engineering tasks like the design of a Digital PLL.

## Inhalt

The course introduces media transmission over packet channels, specifically the Internet. After establishing a Quality of Service framework built on ITU requirements the course models erasure channels without and with memory. Key characteristics like the channel capacity and the minimum redundancy information are derived.

The second part of the course introduces current media transport protocol suites (TCP, UDP, RTP, RTSP) and middleware (ISMA, DLNA, UPnP, DVB-IPI).

In the second half of the course audiovisual coders used in the Internet are introduced (H.264, AAC), state-of-the-art forward error coding schemes (Van-der-Monde-Codes, Fountain Codes) are explained and essential elements like a Digital Phase-locked Loop are developed.

## Literaturhinweise

The course will come with a self contained manuscript. The most essential monographs used for and referenced within the manuscript are available in the Computer Science Library of Saarland University.



## **Weitere Informationen**

This module was formerly also known as *Future Media Internet*.

Studiensem.	Regelst.sem.	Turnus	Dauer	SWS	ECTS
<b>1-3</b>	<b>4</b>	<b>at least every two years</b>	<b>1 semester</b>	<b>6</b>	<b>9</b>

**Modulverantwortliche/r** Prof. Peter Druschel, Ph.D.

**Dozent/inn/en** Prof. Peter Druschel, Ph.D.  
Björn Brandenburg, Ph.D

**Zulassungsvoraussetzungen** For graduate students: none

**Leistungskontrollen / Prüfungen** Regular attendance at classes and tutorials  
Successful completion of a course project in teams of 2 students  
Passing 2 written exams (midterm and final exam)  
A re-exam takes place during the last two weeks before the start of lectures in the following semester.

**Lehrveranstaltungen / SWS** 4 h lectures  
+ 2 h tutorial  
= 6 h (weekly)

**Arbeitsaufwand** 90 h of classes  
+ 180 h private study  
= 270 h (= 9 ECTS)

**Modulnote** Will be determined from performance in exams, exercises and practical tasks. The exact modalities will be announced at the beginning of the module.

**Sprache** English

## Lernziele / Kompetenzen

Introduction to the principles, design, and implementation of operating systems

## Inhalt

Process management:

- Threads and processes, synchronization
- Multiprogramming, CPU Scheduling
- Deadlock

Memory management:

- Dynamic storage allocation
- Sharing main memory
- Virtual memory

I/O management:

- File storage management
- Naming
- Concurrency, Robustness, Performance

Virtual machines

## **Literaturhinweise**

Will be announced before the start of the course on the course page on the Internet.

Studiensem.	Regelst.sem.	Turnus	Dauer	SWS	ECTS
<b>1-3</b>	<b>4</b>	<b>at least every two years</b>	<b>1 semester</b>	<b>6</b>	<b>9</b>

**Modulverantwortliche/r** Prof. Dr. Michael Backes

**Dozent/inn/en** Prof. Dr. Michael Backes  
Prof. Dr. Cas Cremers

**Zulassungsvoraussetzungen** For graduate students: none

**Leistungskontrollen / Prüfungen**

- Regular attendance of classes and tutorials
- Passing the final exam
- A re-exam is normally provided (as written or oral examination).

**Lehrveranstaltungen / SWS** 4 h lectures  
+ 2 h tutorial  
= 6 h (weekly)

**Arbeitsaufwand** 90 h of classes  
+ 180 h private study  
= 270 h (= 9 ECTS)

**Modulnote** Will be determined by the performance in exams, tutor groups, and practical tasks. Details will be announced by the lecturer at the beginning of the course.

**Sprache** English

## Lernziele / Kompetenzen

Description, assessment, development and application of security mechanisms, techniques and tools.

## Inhalt

- Basic Cryptography,
- Specification and verification of security protocols,
- Security policies: access control, information flow analysis,
- Network security,
- Media security,
- Security engineering

## Literaturhinweise

Will be announced on the course website

Studiensem.	Regelst.sem.	Turnus	Dauer	SWS	ECTS
<b>1-3</b>	<b>4</b>	<b>at least every two years</b>	<b>1 semester</b>	<b>6</b>	<b>9</b>

**Modulverantwortliche/r** Prof. Dr. Sven Apel

**Dozent/inn/en** Prof. Dr. Sven Apel

**Zulassungsvoraussetzungen**

- Knowledge of programming concepts (as taught in the lectures *Programmierung 1* and *Programmierung 2*)
- Basic knowledge of software processes, design, and testing (as taught and applied in the lecture *Softwarepraktikum*)

**Leistungskontrollen / Prüfungen** Beside the lecture and weekly practical exercises, there will be a number of assignments in the form of mini-projects for each student to work on (every two to three weeks). The assignments will be assessed based on the principles covered in the lecture. Passing all assignments is a prerequisite for taking the final written exam. The final grade is determined only by the written exam. Further examination details will be announced by the lecturer at the beginning of the course. In short:

- Passing all assignments (prerequisite for the written exam)
- Passing the written exam

**Lehrveranstaltungen / SWS** 4 h lectures  
+ 2 h exercises  
= 6 h (weekly)

**Arbeitsaufwand** 90 h of classes and exercises  
+ 180 h private study and assignments  
= 270 h (= 9 ECTS)

**Modulnote** The grade is determined by the written exam. Passing all assignments is a prerequisite for taking the written exam. The assignments do not contribute to the final grade. Further examination details will be announced by the lecturer at the beginning of the course.

**Sprache** English

## Lernziele / Kompetenzen

- The students know and apply modern software development techniques.
- They are aware of key factors contributing to the complexity of real-world software systems, in particular, software variability, configurability, feature interaction, crosscutting concerns, and how to address them.
- They know how to apply established design and implementation techniques to master software complexity.
- They are aware of advanced design and implementation techniques, including collaboration-based design, mixins/traits, aspects, pointcuts, advice.
- They are aware of advanced quality assurance techniques that take the complexity of real-world software systems into account: variability-aware analysis, sampling, feature-interaction detection, predictive performance modeling, etc.
- They appreciate the role of non-functional properties and know how to predict and optimize software systems regarding these properties.
- They are able to use formal methods to reason about key techniques and properties covered in the lecture.

## Inhalt

- Domain analysis, feature modeling
- Automated reasoning about software configuration using SAT solvers

- Runtime parameters, design patterns, frameworks
- Version control, build systems, preprocessors
- Collaboration-based design
- Aspects, pointcuts, advice
- Expression problem, preplanning problem, code scattering & tangling, tyranny of the dominant decomposition, inheritance vs. delegation vs. mixin composition
- Feature interaction problem (structural, control- & data-flow, behavioral, non-functional feature interactions)
- Variability-aware analysis and variational program representation (with applications to type checking and static program analysis)
- Sampling (random, coverage)
- Machine learning for software performance prediction and optimization

## **Literaturhinweise**

- Feature-Oriented Software Product Lines: Concepts and Implementation. S. Apel, et al., Springer, 2013.
- Generative Programming: Methods, Tools, and Applications: Methods, Techniques and Applications. K. Czarnecki, et al., Addison-Wesley, 2000.
- Mastering Software Variability with FeatureIDE. J. Meinicke, et al., Springer, 2017.

Studiensem.	Regelst.sem.	Turnus	Dauer	SWS	ECTS
<b>1-3</b>	<b>4</b>	<b>every summer semester</b>	<b>1 semester</b>	<b>4</b>	<b>6</b>

**Modulverantwortliche/r** Prof. Dr. Dietrich Klakow

**Dozent/inn/en** Prof. Dr. Dietrich Klakow

**Zulassungsvoraussetzungen** For graduate students: none

**Leistungskontrollen / Prüfungen** Written Exam

**Lehrveranstaltungen / SWS** 2 h lectures  
+ 2 h tutorial  
= 4 h (weekly)

**Arbeitsaufwand** 60 h of classes  
+ 120 h problem solving and private study  
= 180 h (= 6 ECTS)

**Modulnote** Final Exam Mark

**Sprache** English

## Lernziele / Kompetenzen

Acquire core competencies in the mathematical basics of language processing and practice the implementation of essential methods.

## Inhalt

- language processing: basic terms
- mathematical foundations
- word sense disambiguation
- part-of-speech tagging
- named-entity recognition
- information retrieval
- text classification

## Literaturhinweise

Chris Manning and Hinrich Schütze  
Foundations of Statistical Natural Language Processing

Studiensem.	Regelst.sem.	Turnus	Dauer	SWS	ECTS
<b>1-3</b>	<b>4</b>	<b>jährlich</b>	<b>1 Semester</b>	<b>3</b>	<b>5</b>

**Modulverantwortliche/r** Prof. Dr.-Ing. habil. J. Rudolph

**Dozent/inn/en** Prof. Dr.-Ing. habil. J. Rudolph

**Zulassungsvoraussetzungen** keine

**Leistungskontrollen / Prüfungen** Schriftliche Prüfung

**Lehrveranstaltungen / SWS** 2 SWS Vorlesung  
+ 1 SWS Übung  
= 3 SWS

**Arbeitsaufwand** 45 h Präsenzzeit Vorlesung und Übung  
+ 60 h Vor- und Nachbereitung  
+ 45 h Klausurvorbereitung  
= 150 h (= 5 ECTS)

**Modulnote** Note der Prüfung

**Sprache** Deutsch

## Lernziele / Kompetenzen

Verständnis für die systemtheoretischen Grundlagen linearer Systeme sowie für den Entwurf linearer Steuerungen und Regler.

## Inhalt

Es werden lineare zeitinvariante Systeme (endlicher Dimension) mit je einer Eingangs- und einer Ausgangsgröße betrachtet.

- *Einführung*: Systembegriff und regelungstechnische Aufgabenstellungen, Linearität und Linearisierung, Zeitinvarianz, Eingangs-Ausgangs-Darstellung
- *Systeme niedriger Ordnung*: Trajektorienplanung, Steuerung, allgemeine Lösung, P-, PI-, PD- und PID-Regler, parametrische Unbestimmtheiten, Frequenzgang (Ortskurven und Bode-Diagramme)
- *Systeme beliebiger Ordnung*: Eingangs-Ausgangs-Darstellung, Regelungsform, Zustandskonzept, Beobachtbarkeits- und Beobachterform, Diagonalisierung und JordanForm, Phasenportrait für Systeme 2. Ordnung, Beobachtbarkeit, Stabilität (Definition, Ljapunov-Funktion, Ljapunov-Gleichung)

Der Lehrstoff wird in Vorlesungen und Übungen anhand technologischer Beispiele diskutiert und vertieft.

## Literaturhinweise

- [1] Föllinger, O., Regelungstechnik, Einführung in die Methoden und ihre Anwendung, Hüthig, Heidelberg (1994).  
 [2] Lunze, J., Regelungstechnik 1, Springer, Heidelberg (2007).  
 [3] Rugh, W. J., Linear System Theory, Prentice Hall, New Jersey (1993).  
 [4] Kailath, T., Linear Systems, Prentice-Hall, Englewood Cliffs (1980).

## Weitere Informationen

Neben einem ausgearbeiteten Skriptum werden umfangreiche Lösungen zu den Übungsaufgaben zur Verfügung gestellt. Außerdem besteht die Möglichkeit, das Erlernete an einem Versuchsstand praktisch anzuwenden und weiter zu vertiefen.



Studiensem.	Regelst.sem.	Turnus	Dauer	SWS	ECTS
<b>1-3</b>	<b>4</b>	<b>jährlich</b>	<b>1 Semester</b>	<b>3</b>	<b>5</b>

**Modulverantwortliche/r** Prof. Dr.-Ing. habil. J. Rudolph

**Dozent/inn/en** Prof. Dr.-Ing. habil. J. Rudolph

**Zulassungsvoraussetzungen** keine

**Leistungskontrollen / Prüfungen** Schriftliche oder mündliche Prüfung

**Lehrveranstaltungen / SWS** 2 SWS Vorlesung  
+ 1 SWS Übung  
= 3 SWS

**Arbeitsaufwand** 45 h Präsenzzeit Vorlesung und Übung  
+ 60 h Vor- und Nachbereitung  
+ 45 h Klausurvorbereitung  
= 150 h (= 5 ECTS)

**Modulnote** Note der Prüfung

**Sprache** Deutsch

## Lernziele / Kompetenzen

Verständnis für die systemtheoretischen Grundlagen linearer Systeme sowie für den Entwurf linearer Steuerungen, Regler und Beobachter.

## Inhalt

Es werden allgemeine lineare zeitinvariante Systeme (endlicher Dimension) behandelt.

- *Einführung:*  
Systemdarstellung und Linearisierung
- *Analyse der Systemstruktur, Trajektorienplanung und Steuerung:*  
Polynom-Matrix-Darstellung, Autonomie und Spalten-Hermite-Form, Reduktion, Transformation, Basisgrößen, Kriterien für (Nicht-)Steuerbarkeit, Trajektorienplanung
- *Eingang und Zustand:*  
Wahl eines Eingangs, Zustandskonzept, Steuerbarkeitskriterien für Systeme in Zustandsdarstellung (z.B. Hautus-Kriterium, Kalman-Kriterium), Kalmansche Zerlegung
- *Regelung durch Zustandsrückführung:*  
Stabile Folgeregelung mittels Zustandsrückführung, Folgeregelung bei Messung einer Basis, Beobachterentwurf (Beobachtbarkeit, vollständige und reduzierte Beobachter)

Der Lehrstoff wird in Vorlesungen und Übungen anhand technologischer Beispiele diskutiert und vertieft.

## Literaturhinweise

- [1] Kailath, T., Linear Systems, Prentice-Hall, Englewood Cliffs (1980).  
 [2] Reinschke, K., Lineare Regelungs- und Steuerungstheorie, Springer, Berlin (2006).  
 [3] MacDuffee, C. C., The Theory of Matrices, Chelsea Publishing Company, New York (1946).  
 [4] Wolovich, W. A., Linear Multivariable Systems, Springer, New York (1974).

## **Weitere Informationen**

Neben einem ausgearbeiteten Skriptum werden umfangreiche Lösungen zu den Übungsaufgaben sowie Programme zur Simulation ausgewählter Systeme aus Vorlesung und Übung zur Verfügung

Studiensem.	Regelst.sem.	Turnus	Dauer	SWS	ECTS
<b>1-3</b>	<b>4</b>	<b>jährlich</b>	<b>1 Semester</b>	<b>4</b>	<b>5</b>

**Modulverantwortliche/r** Romanus Dyczij-Edlinger

**Dozent/inn/en** Romanus Dyczij-Edlinger

**Zulassungsvoraussetzungen** keine

**Leistungskontrollen / Prüfungen** Mündliche oder schriftliche Prüfung

**Lehrveranstaltungen / SWS** 2 SWS Vorlesung  
+ 2 SWS Übung  
= 4 SWS

**Arbeitsaufwand** 60 h Präsenzzeit Vorlesung und Übung  
+ 60 h Vor- und Nachbereitung  
+ 30 h Klausurvorbereitung  
= 150 h (= 5 ECTS)

**Modulnote** mündliche oder schriftliche Prüfung

**Sprache** Deutsch

## Lernziele / Kompetenzen

Dieser Kurs lehrt die mathematischen und physikalischen Grundlagen der klassischen Elektrodynamik und versetzt Studierende in die Lage, physikalische Beobachtungen in feldtheoretische Modelle umzusetzen. Der Modul vermittelt grundsätzliches Verständnis für Diffusions- und Wellenausbreitungseffekte und befähigt Studierende, einfache Wirbelstromprobleme und Übertragungsleitungen zu berechnen, die modalen Eigenschaften einfacher Wellenleiter und Resonatoren zu bestimmen und die Strahlungsfelder von Antennenstrukturen zu berechnen.

## Inhalt

Elektromagnetische Felder im Frequenzbereich (Phasoren, Maxwell-Gleichungen, Poynting-Satz); Wirbelströme (Felddiffusion im Zeit- und Frequenzbereich, Relaxationszeit, Eindringtiefe, Beispiele); homogene Übertragungsleitungen (Wellengleichung, Telegraphengleichungen im Zeit- und Frequenzbereich, Ausbreitungseigenschaften, Phasen- und Gruppengeschwindigkeit, Dispersion, Smith-Diagramm, Beispiele); Wellenausbreitung in quellenfreien Gebieten (ebene Wellen im Zeit- und Frequenzbereich, Reflexion und Brechung, Brechungsindex, Totalreflexion, Brewster-Winkel); Anregung elektromagnetischer Wellen (retardierte Potentiale, Freiraum-Lösungen im Zeit- und Frequenzbereich, elektrischer und magnetischer Dipol, Dualität, vektorielles Huygensches Prinzip, Fernfeldnäherungen, Gruppenstrahler); verlustfreie homogene Wellenleiter (axiale Separation, Wellentypen, Ein-Komponenten-Vektorpotentiale, Modenorthogonalität, Dispersionsgleichung, Ausbreitungseigenschaften, Beispiele); verlustfreie homogene Resonatoren (Modenorthogonalität, Störungsrechnung, Beispiele);

## Literaturhinweise

Harrington R.F.: Time-Harmonic Electromagnetic Fields;  
Ramo S., Whinnery J.R., Van Duzer T.: Fields and Waves in Communication Electronics;  
Unger, H.G.: Elektromagnetische Theorie für die Hochfrequenztechnik Bd. 1 & 2;  
Zhan, K., Li, D.: Electromagnetic Theory for Microwaves and Optoelectronics;  
Balanis, C.A., Advanced Engineering Electromagnetics;  
Collin, R.E.: Field Theory of Guided Waves;

Pozar, D.M.: Microwave Engineering;  
Jackson, J.J.: Klassische Elektrodynamik;  
Simonyi, K.: Theoretische Elektrotechnik;  
Feynman, R.P. Leighton, R.B., Sands, M: Vorlesungen über Physik, Bd. 2.

## **Weitere Informationen**

Vorlesungsskripte erhältlich, Übungsbeispiele und alte Prüfungen im Internet abrufbar

Studiensem.	Regelst.sem.	Turnus	Dauer	SWS	ECTS
<b>1-3</b>	<b>4</b>	<b>at least every two years</b>	<b>1 semester</b>	<b>6</b>	<b>9</b>

**Modulverantwortliche/r** Prof. Dr.-Ing. Holger Hermanns

**Dozent/inn/en** Prof. Dr.-Ing. Holger Hermanns  
Prof. Bernd Finkbeiner, Ph.D

**Zulassungsvoraussetzungen** For graduate students: none

**Leistungskontrollen / Prüfungen**

- Regular attendance of classes and tutorials
- Passing the final exam
- A re-exam takes place during the last two weeks before the start of lectures in the following semester.

**Lehrveranstaltungen / SWS** 4 h lectures  
+ 2 h tutorial  
= 6 h (weekly)

**Arbeitsaufwand** 90 h of classes  
+ 180 h private study  
= 270 h (= 9 ECTS)

**Modulnote** Will be determined from performance in exams, exercises and practical tasks. The exact modalities will be announced at the beginning of the module.

**Sprache** English

## Lernziele / Kompetenzen

The students become familiar with the standard methods in computer-aided verification. They understand the theoretical foundations and are able to assess the advantages and disadvantages of different methods for a specific verification project. The students gain first experience with manual correctness proofs and with the use of verification tools.

## Inhalt

- models of computation and specification languages: temporal logics, automata over infinite objects, process algebra
- deductive verification: proof systems (e.g., Floyd, Hoare, Manna/Pnueli), relative completeness, compositionality
- model checking: complexity of model checking algorithms, symbolic model checking, abstraction case studies

## Literaturhinweise

Will be announced before the start of the course on the course page on the Internet.



# Seminar

Studiensem.	Regelst.sem.	Turnus	Dauer	SWS	ECTS
<b>1-3</b>	<b>4</b>	<b>every semester</b>	<b>1 semester</b>	<b>2</b>	<b>7</b>

**Modulverantwortliche/r** Dean of Studies of the Faculty of Mathematics and Computer Science  
Dean of Studies of the Department of Computer Science

**Dozent/inn/en** Lecturers of the department

**Zulassungsvoraussetzungen** Basic knowledge of the relevant sub-field of the study program.

**Leistungskontrollen / Prüfungen**

- Thematic presentation with subsequent discussion
- Active participation in the discussion
- short written report and/or project possible

**Lehrveranstaltungen / SWS** 2 h seminar (weekly)

**Arbeitsaufwand** 30 h of lectures and exercises  
+ 180 h project work  
= 210 h (= 7 ECTS)

**Modulnote** Will be determined from the performance in the presentation and the written report and/or the seminar project. The exact modalities will be announced by the respective instructor.

**Sprache** English or German

## Lernziele / Kompetenzen

At the end of the seminar, students have primarily gained a deep understanding of current or fundamental aspects of a specific subfield of computer science.

They have gained further competence in independent scientific research, classifying, summarizing, discussing, criticizing and presenting scientific findings.

## Inhalt

Largely independent research of the seminar topic:

- Reading and understanding of scientific papers
- Analysis and evaluation of scientific papers
- Discussion of the scientific work in the group
- Analyzing, summarizing and reporting the specific topic
- Developing common standards for scientific work
- Presentation techniques

Specific in-depth study related to the individual topic of the seminar.

The typical procedure of a seminar is usually as follows:

- Preparatory discussions for topic selection
- Regular meetings with discussion of selected presentations
- if applicable, work on a project related to the topic
- Presentation and, if necessary, writing a report on one of the presentations

## **Literaturhinweise**

Material is selected according to the topic.

## **Weitere Informationen**

The seminars available will be announced prior to the beginning of the semester and will vary by study programme.



**Modulbereich 3**

---

***Master-Seminar und -Arbeit***

# Master Seminar

Studiensem.	Regelst.sem.	Turnus	Dauer	SWS	ECTS
<b>3</b>	<b>4</b>	<b>every semester</b>	<b>1 semester</b>	<b>2</b>	<b>12</b>

**Modulverantwortliche/r** Dean of Studies of the Faculty of Mathematics and Computer Science  
Study representative of computer science

**Dozent/inn/en** Professors of the department

**Zulassungsvoraussetzungen** Acquisition of at least 30 CP

**Leistungskontrollen / Prüfungen**

- Preparation of the relevant scientific literature
- Written elaboration of the topic of the master thesis
- Presentation about the planned topic with subsequent discussion
- Active participation in the discussion

**Lehrveranstaltungen / SWS** 2 h seminar (weekly)

**Arbeitsaufwand** 30 h seminar  
+ 40 h contact with supervisor  
+ 290 h private study  
= 360 h (= 12 ECTS)

**Modulnote** graded

**Sprache** English or German

## Lernziele / Kompetenzen

The Master seminar sets the ground for carrying out independent research within the context of an appropriately demanding research area. This area provides sufficient room for developing own scientific ideas.

At the end of the Master seminar, the basics ingredients needed to embark on a successful Master thesis project have been explored and discussed with peers, and the main scientific solution techniques are established.

The Master seminar thus prepares the topic of the Master thesis. It does so while deepening the students' capabilities to perform a scientific discourse. These capabilities are practiced by active participation in a reading group. This reading group explores and discusses scientifically demanding topics of a coherent subject area.

## Inhalt

The methods of computer science are systematically applied, on the basis of the "state-of-the-art".

## Literaturhinweise

Scientific articles corresponding to the topic area in close consultation with the lecturer.

# Master Thesis

Studiensem.	Regelst.sem.	Turnus	Dauer	SWS	ECTS
<b>4</b>	<b>4</b>	<b>every semester</b>	<b>6 months</b>	<b>-</b>	<b>30</b>

**Modulverantwortliche/r** Dean of Studies of the Faculty of Mathematics and Computer Science  
Study representative of computer science

**Dozent/inn/en** Professors of the department

**Zulassungsvoraussetzungen** Successful completion of the *Master Seminar*

**Leistungskontrollen / Prüfungen** Written elaboration in form of a scientific paper. It describes the scientific findings as well as the way leading to these findings. It contains justifications for decisions regarding chosen methods for the thesis and discarded alternatives. The student's own substantial contribution to the achieved results has to be evident. In addition, the student presents his work in a colloquium, in which the scientific quality and the scientific independence of his achievements are evaluated.

**Lehrveranstaltungen / SWS** none

**Arbeitsaufwand** 50 h contact with supervisor  
+ 850 h private study  
= 900 h (= 30 ECTS)

**Modulnote** Grading of the Master Thesis

**Sprache** English or German

## Lernziele / Kompetenzen

In the master thesis the student demonstrates his ability to perform independent scientific work focusing on an adequately challenging topic prepared in the master seminar.

## Inhalt

In the master thesis the student demonstrates his ability to perform independent scientific work focusing on an adequately challenging topic prepared in the master seminar.

## Literaturhinweise

According to the topic