

# **Modulhandbuch**

## **für den Bachelor Studiengang Eingebettete Systeme**

(01.08.2017)

Studien-semester	Modul	CP	SWS
<b>Pflichtbereich</b>			
1	Perspektiven der Informatik	2	2
1	Höhere Mathematik für Ingenieure I	9	6
2	Höhere Mathematik für Ingenieure II	9	6
3	Höhere Mathematik für Ingenieure III	9	6
1	Einführung in Eingebettete Systeme	6	4
1	Programmierung 1	9	6
2	Programmierung 2	9	6
1	Grundlagen der Elektrotechnik 1	5	3
3	Softwarepraktikum	9	6
2 oder 4	Embedded Systems	9	6
4	Proseminar	5	
6	Bachelorseminar	9	
6	Bachelorarbeit	12	
<b>Wahlpflichtbereich I – „Informatik“</b>			
2	Systemarchitektur	9	6
3	Grundzüge der Theoretischen Informatik	9	6
3	Grundzüge von Algorithmen und Datenstrukturen	6	4
4	Nebenläufige Programmierung	6	4
5	Telecommunications 1	9	6
<b>Wahlpflichtbereich II – “Engineering”</b>			
3	Grundlagen der Signalverarbeitung	6	4
5	Grundlagen der Automatisierungstechnik	4	3
4	Systemtheorie und Regelungstechnik I	5	3
4	Schaltungstechnik	3+3	2+2
5	Elektronische Systeme	3	2
5	Mikroelektronik 1	4	3
<b>Wahlpflichtbereich Stammvorlesungen</b>			
ab 5	Aufbau- und Verbindungstechnik I	4	3
ab 5	Automation Systems	4	3
ab 5	Compiler Construction	9	6
ab 5	Computational Electromagnetics 1	4	3
ab 5	Computational Electromagnetics 2	4	3

ab 5	Computer Architecture	9	6
ab 5	Data Networks	9	6
ab 5	Digital Signal Processing	6	4
ab 5	Distributed Systems	9	6
ab 5	Einführung in die elektromagnetische Feldsimulation	4	3
ab 5	Elektrische Antriebe	4	3
ab 5	Messtechnik und Sensorik	6	4
ab 5	Elektronik / Bauelemente	3	2
ab 5	High Speed Electronics	4	3
ab 5	High Frequency Engineering	4	3
ab 5	Embedded Systems	9	6
ab 5	Future Media Internet	9	6
ab 5	Image Processing and Computer Vision	9	6
ab 5	Mikroelektronik 2	4	3
ab 5	Mikroelektronik 3	4	3
ab 5	Mikroelektronik 4	4	3
ab 5	Mikromechanische Bauelemente	4	3
ab 5	Mikrotechnologie	4	3
ab 5	Neural Networks: Implementation and Applicationneural	6	4
ab 5	Operating Systems	9	6
ab 5	Security	9	6
ab 5	Software Engineering	9	6
ab 5	Statistical Natural Language Processing	6	4
ab 5	Systemtheorie und Regelungstechnik 1	6	4
ab 5	Systemtheorie und Regelungstechnik 2	5	3
ab 5	Telecommunications 1	9	6
Ab 5	Telecommunications 2	9	6
ab 5	Theoretische Elektrotechnik 2	5	3
ab 5	Verification	9	6
<b>Freier Wahlbereich</b>			
ab 2.	Tutortätigkeit	4	2
1-5	Sprachkurse	3/6	2/4
4	Hands-On Networking	4	6

Ringvorlesung Perspektiven der Informatik					CS 101
Studiensem.	Regelstudiensem.	Turnus	Dauer	SWS	ECTS-Punkte
1	6	Jährlich / WS	1 Semester	2	2

**Modulverantwortliche/r** Studiendekan der Fakultät Mathematik und Informatik  
bzw. Studienbeauftragter der Informatik

**Dozent/inn/en** Professoren der Fachrichtung

**Zuordnung zum Curriculum** Bachelor Eingebettete Systeme, Pflicht

**Zulassungsvoraussetzungen** Keine

**Leistungskontrollen / Prüfungen** Positive Bewertung von mindestens drei schriftlichen  
Zusammenfassungen verschiedener Vorträge

**Lehrveranstaltungen / SWS** Vorlesung / 2 SWS

**Arbeitsaufwand** 120 h = 30 h Präsenz- und 90 h Eigenstudium

**Modulnote** Das Modul ist insgesamt bestanden, wenn die  
Prüfungsleistung bestanden wurde (unbenotet).

### Lernziele / Kompetenzen

Frühzeitige Motivierung und Überblick über die zentralen wissenschaftlichen Fragestellungen der Informatik, sowie über die Kompetenzen der Saarbrücker Informatik.

### Inhalt

Querschnitt durch die Forschungsthemen der Saarbrücker Informatik. Die Themen spannen einen attraktiven Bogen von aktuellster Forschung zu anspruchsvollen Problemen der industriellen Praxis.

### Weitere Informationen

Unterrichtssprache: deutsch

Höhere Mathematik für Ingenieure I					HMI1
Studiensem. 1	Regelstudiensem. 6	Turnus jährlich	Dauer 1 Semester	SWS 6	ECTS-Punkte 9

<b>Modulverantwortliche/r</b>	Studiendekan bzw. Studienbeauftragter der Fakultät NT
<b>Dozent/inn/en</b>	Dozenten/Dozentinnen der Mathematik
<b>Zuordnung zum Curriculum</b>	Bachelor Eingebettete Systeme, Pflicht
<b>Zulassungsvoraussetzungen</b>	Zum Modul: keine
<b>Leistungskontrollen / Prüfungen</b>	benotete schriftliche Abschlussprüfung; Die Zulassung zur Prüfung erfordert die erfolgreiche Bearbeitung der Übungsaufgaben (Bekanntgabe der genauen Regeln zu Beginn der Lehrveranstaltung)
<b>Lehrveranstaltungen / SWS</b>	Höhere Mathematik für Ingenieure I: Vorlesung: 4 SWS, Übung: 2 SWS
<b>Arbeitsaufwand</b>	Präsenzzeit Vorlesung + Übungen 15 Wochen 6 SWS 90 h Vor- und Nachbereitung, Übungsbearbeitung 120 h Klausurvorbereitung 60 h  Summe 270 h (9 CP)
<b>Modulnote</b>	Abschlussprüfungsnote

#### Lernziele/Kompetenzen

Beherrschung der grundlegenden Begriffe, Methoden und Techniken der Analysis und linearen Algebra sowie die Fähigkeit, diese in ersten Anwendungen umzusetzen (auch mithilfe von Computern).

#### Inhalt

Vorlesung und Übung Höhere Mathematik für Ingenieure I (9 CP):

- Aussagen, Mengen und Funktionen
- Zahlbereiche:  $\mathbf{N}$ ,  $\mathbf{Z}$ ,  $\mathbf{Q}$ ,  $\mathbf{R}$ , vollständige Induktion
- Kombinatorik, Gruppen, Körper
- Reelle Funktionen, Polynominterpolation
- Folgen, Reihen, Maschinenzahlen
- Funktionenfolgen, Potenzreihen, Exponentialfunktion
- Der  $\mathbf{R}^n$ : Vektorraum, Geometrie und Topologie
- Die komplexen Zahlen

#### Weitere Informationen

Unterrichtssprache: deutsch

Literaturhinweise: Bekanntgabe jeweils vor Beginn der Vorlesung auf der Vorlesungsseite im Internet.

Methoden: Information durch Vorlesung; Vertiefung durch Eigentätigkeit (Nacharbeit, aktive Teilnahme an den Übungen).

Anmeldung: Bekanntgabe jeweils rechtzeitig vor Semesterbeginn durch Aushang und im Internet.

Höhere Mathematik für Ingenieure II					HMI2
Studiensem.	Regelstudiensem.	Turnus	Dauer	SWS	ECTS-Punkte
2	6	jährlich	1 Semester	6	9

<b>Modulverantwortliche/r</b>	Studiendekan bzw. Studienbeauftragter der Fakultät NTF								
<b>Dozent/inn/en</b>	Dozenten/Dozentinnen der Mathematik								
<b>Zuordnung zum Curriculum</b>	Bachelor Eingebettete Systeme, Pflicht								
<b>Zulassungsvoraussetzungen</b>	Zum Modul: keine								
<b>Leistungskontrollen / Prüfungen</b>	benotete schriftliche Abschlussprüfung; Die Zulassung zur Prüfung erfordert die erfolgreiche Bearbeitung der Übungsaufgaben (Bekanntgabe der genauen Regeln zu Beginn der Lehrveranstaltung)								
<b>Lehrveranstaltungen / SWS</b>	Höhere Mathematik für Ingenieure II: Vorlesung: 4 SWS Übung: 2 SWS								
<b>Arbeitsaufwand</b>	<table> <tr> <td>Präsenzzeit Vorlesung + Übungen 15 Wochen 6 SWS</td> <td>90 h</td> </tr> <tr> <td>Vor- und Nachbereitung, Übungsbearbeitung</td> <td>120 h</td> </tr> <tr> <td>Klausurvorbereitung</td> <td>60 h</td> </tr> <tr> <td><b>Summe</b></td> <td><b>270 h (9 CP)</b></td> </tr> </table>	Präsenzzeit Vorlesung + Übungen 15 Wochen 6 SWS	90 h	Vor- und Nachbereitung, Übungsbearbeitung	120 h	Klausurvorbereitung	60 h	<b>Summe</b>	<b>270 h (9 CP)</b>
Präsenzzeit Vorlesung + Übungen 15 Wochen 6 SWS	90 h								
Vor- und Nachbereitung, Übungsbearbeitung	120 h								
Klausurvorbereitung	60 h								
<b>Summe</b>	<b>270 h (9 CP)</b>								
<b>Modulnote</b>	Abschlussprüfungsnote								

### **Lernziele/Kompetenzen**

Sicherer Umgang mit Matrizen, linearen Abbildungen und der eindimensionalen Analysis inkl. numerischer Anwendungen. Erster Einblick in die Theorie gewöhnlicher Differentialgleichungen. Fähigkeit, den erlernten Stoff zur Lösung konkreter Probleme anzuwenden.

### **Inhalt**

Vorlesung und Übung Höhere Mathematik II (9 CP): Matrizen und lineare Gleichungssysteme

- Matrizen und lineare Gleichungssysteme
- Lineare Abbildungen
- Stetige Funktionen (auch in mehreren Veränderlichen)
- Differentialrechnung in einer Veränderlichen
- Eindimensionale Integration (inkl.~Numerik)
- Satz von Taylor, Fehlerabschätzungen
- Gewöhnliche lineare Differentialgleichungen

### **Weitere Informationen**

Unterrichtssprache: deutsch

Literaturhinweise: Bekanntgabe jeweils vor Beginn der Vorlesung auf der Vorlesungsseite im Internet.

Methoden: Information durch Vorlesung; Vertiefung durch Eigentätigkeit (Nacharbeit, aktive Teilnahme an den Übungen).

Anmeldung: Bekanntgabe jeweils rechtzeitig vor Semesterbeginn durch Aushang und im Internet.

Höhere Mathematik für Ingenieure III					HMI3
Studiensem. 3	Regelstudiensem. 6	Turnus jährlich	Dauer 1 Semester	SWS 6	ECTS-Punkte 9

**Modulverantwortliche/r** Studiendekan bzw. Studienbeauftragter der Fakultät NT

**Dozent/inn/en** Dozenten/Dozentinnen der Mathematik

**Zuordnung zum Curriculum** Bachelor Eingebettete Systeme, Pflicht

**Zulassungsvoraussetzungen** Zum Modul: keine

**Leistungskontrollen / Prüfungen** benotete schriftliche Abschlussprüfung;  
Die Zulassung zur Prüfung erfordert die erfolgreiche Bearbeitung der Übungsaufgaben (Bekanntgabe der genauen Regeln zu Beginn der Lehrveranstaltung)

**Lehrveranstaltungen / SWS** Höhere Mathematik für Ingenieure III:  
Vorlesung: 4 SWS,  
Übung: 2 SWS

**Arbeitsaufwand**

Präsenzzeit Vorlesung + Übungen 15 Wochen 6 SWS	90 h
Vor- und Nachbereitung, Übungsbearbeitung	120 h
Klausurvorbereitung	60 h
<b>Summe</b>	<b>270 h (9 CP)</b>

**Modulnote** Abschlussprüfungsnote

### Lernziele/Kompetenzen

Spektraltheorie quadratischer Matrizen und deren Anwendung auf Systeme linearer gewöhnlicher Differentialgleichungen erster Ordnung. Analysis von Funktionen mehrerer Veränderlicher. Vorstellungsvermögen für abstrakte und geometrische Strukturen in konkreten Problemen.

### Inhalt

Vorlesung und Übung Höhere Mathematik für Ingenieure III (9 CP):

- Spektraltheorie quadratischer Matrizen
- Systeme linearer gewöhnlicher Differentialgleichungen erster Ordnung
- Differentialrechnung von Funktionen mehrerer Veränderlicher
- Kurvenintegrale
- Integralrechnung im  $\mathbf{R}^n$
- Integralsätze der Vektoranalysis

### Weitere Informationen

Unterrichtssprache: deutsch

Literaturhinweise: Bekanntgabe jeweils vor Beginn der Vorlesung auf der Vorlesungsseite im Internet.

Methoden: Information durch Vorlesung; Vertiefung durch Eigentätigkeit (Nacharbeit, aktive Teilnahme an den Übungen).

Anmeldung: Bekanntgabe jeweils rechtzeitig vor Semesterbeginn durch Aushang und im Internet.

Einführung in Eingebettete Systeme					
Studiensem.	Regelstudiensem.	Turnus	Dauer	SWS	ECTS-Punkte
1	6	jährlich	1 Semester	4	6

<b>Modulverantwortliche/r</b>	Prof. Bernd Finkbeiner, PhD
<b>Dozent/inn/en</b>	Prof. Bernd Finkbeiner, PhD Prof. Dr. Holger Hermanns Prof. Dr. Jan Reineke
<b>Zuordnung zum Curriculum</b>	Bachelor Eingebettete Systeme, Pflicht
<b>Zulassungsvoraussetzungen</b>	keine
<b>Leistungskontrollen / Prüfungen</b>	Es werden 6 benotete Leistungspunkte vergeben, wenn folgende Voraussetzungen erfüllt sind: 1. erfolgreiche Teilnahme an zwei Teilklausuren in der Mitte und am Ende des Semesters oder erfolgreiche Teilnahme an einer Teilklausur und der Nachklausur 2. erfolgreiche Teilnahme an den Übungen: Abgabe eines kleinen Entwicklungsprojekts und Erreichen von mehr als der Hälfte der möglichen Punkte bei kurzen Multiple-Choice-Tests in den Übungsstunden.
<b>Lehrveranstaltungen / SWS</b>	Vorlesung 2 SWS Übung 2 SWS
<b>Arbeitsaufwand</b>	180 h = 80 h Präsenz- und 100 h Eigenstudium
<b>Modulnote</b>	Die Note wird aus den Ergebnissen der zwei bestandenen (Teil-) Klausuren berechnet.
<b>Lernziele / Kompetenzen</b>	

Die Studierenden lernen grundlegende Methoden für das Design, die Implementierung und die Validierung von eingebetteten Systemen kennen.

### Inhalt

Eingebettete Systeme spielen eine zentrale Rolle in zahllosen technischen Systemen des Alltags, von Waschmaschinen, Unterhaltungselektronik, Flugzeugen, bis hin zu komplexen Fertigungsanlagen. Ein eingebettetes System ist ein Rechnersystem, welches in ein Gerät eingebaut ist. Es übernimmt in diesem Gerät meist Überwachungs-, Regelungs- oder Steuerfunktionen, erfasst dazu Sensorwerte und steuert Aktuatoren an, kommuniziert mit anderen Geräten und erledigt Aufgaben der Signalverarbeitung. Die Vorlesung gibt einen Überblick über grundlegende Methoden für die Entwicklung eingebetteter Systeme. Schwerpunktthemen sind Spezifikationstechniken, Hardware/Software Codesign, Scheduling, Validierung und Verifikation.

**Weitere Informationen**

Unterrichtssprache: deutsch

Literaturhinweise:

Bekanntgabe jeweils vor Beginn der Vorlesung auf der Vorlesungsseite im Internet.

Programmierung 1					CS 120 / P1
Studiensem.	Regelstudiensem.	Turnus	Dauer	SWS	ECTS-Punkte
1	6	Jährlich / WS	1 Semester	6	9

**Modulverantwortliche/r**

Prof. Dr. Gert Smolka

**Dozent/inn/en**

Prof. Dr. Gert Smolka,  
Prof. Dr.-Ing. Holger Hermanns

**Zuordnung zum Curriculum**

Bachelor Eingebettete Systeme, Pflicht

**Zulassungsvoraussetzungen**

Keine

**Leistungskontrollen / Prüfungen**

- zwei Klausuren (Mitte und Ende der Vorlesungszeit)
- Die Note wird aus den Klausuren gemittelt und kann durch Leistungen in den Übungen verbessert werden.
- Eine Nachklausur findet innerhalb der letzten beiden Wochen vor Vorlesungsbeginn des Folgesemesters statt.

**Lehrveranstaltungen / SWS**

Vorlesung: 4 SWS (ca. 250 Studierende)  
Übung: 2 SWS  
Übungsgruppen mit bis zu 20 Studierenden

**Arbeitsaufwand**

270 h = 80 h Präsenz- und 190 h Eigenstudium

**Modulnote**

Wird aus Leistungen in Klausuren, Übungen und praktischen Aufgaben ermittelt. Die genauen Modalitäten werden vom Modulverantwortlichen bekannt gegeben.

**Lernziele / Kompetenzen**

- höherstufige, getypte funktionale Programmierung anwenden können
- Verständnis rekursiver Datenstrukturen und Algorithmen, Zusammenhänge mit Mengenlehre
- Korrektheit beweisen und Laufzeit abschätzen
- Typabstraktion und Modularisierung verstehen
- Struktur von Programmiersprachen verstehen
- einfache Programmiersprachen formal beschreiben können
- einfache Programmiersprachen implementieren können
- anwendungsnahe Rechenmodelle mit maschinennahen Rechenmodellen realisieren können
- Praktische Programmiererfahrung, Routine im Umgang mit Interpretern und Übersetzern

### **Inhalt**

- Funktionale Programmierung
- Algorithmen und Datenstrukturen (Listen, Bäume, Graphen; Korrektheitsbeweise; asymptotische Laufzeit)
- Typabstraktion und Module
- Programmieren mit Ausnahmen
- Datenstrukturen mit Zustand
- Struktur von Programmiersprachen (konkrete und abstrakte Syntax, statische und dynamische Syntax)
- Realisierung von Programmiersprachen (Interpreter, virtuelle Maschinen, Übersetzer)

### **Weitere Informationen**

Unterrichtssprache: deutsch

Literaturhinweise:

Bekanntgabe jeweils vor Beginn der Vorlesung auf der Vorlesungsseite im Internet

Programmierung 2					CS 220 / P2
Studiensem.	Regelstudiensem.	Turnus	Dauer	SWS	ECTS-Punkte
2	6	Jährlich / SS	1 Semester	6	9

<b>Modulverantwortliche/r</b>	Prof. Dr. Sebastian Hack
<b>Dozent/inn/en</b>	Prof. Dr. Sebastian Hack, Prof. Dr. Andreas Zeller
<b>Zuordnung zum Curriculum</b>	Bachelor Eingebettete Systeme, Pflicht
<b>Zulassungsvoraussetzungen</b>	Programmierung 1 (empfohlen)
<b>Leistungskontrollen / Prüfungen</b>	<p>Prüfungsleistungen werden in zwei Teilen erbracht, die zu gleichen Teilen in die Endnote eingehen. Um die Gesamtveranstaltung zu bestehen, muss jeder Teil einzeln bestanden werden.</p> <p>Im <b>Praktikumsteil</b> müssen die Studierenden eine Reihe von Programmieraufgaben selbstständig implementieren. Diese Programmieraufgaben ermöglichen das Einüben der Sprachkonzepte und führen außerdem komplexere Algorithmen und Datenstrukturen ein. Automatische Tests prüfen die Qualität der Implementierungen. Die Note des Praktikumsteils wird maßgeblich durch die Testergebnisse bestimmt.</p> <p>Im <b>Vorlesungsteil</b> müssen die Studierenden Klausuren absolvieren und Übungsaufgaben bearbeiten. Die Aufgaben vertiefen dabei den Stoff der Vorlesung. Die Zulassung zu der Klausur hängt von der erfolgreichen Bearbeitung der Übungsaufgaben ab.</p> <p>Im Praktikumsteil kann eine Nachaufgabe angeboten werden</p>
<b>Lehrveranstaltungen / SWS</b>	<p>Vorlesung: 4 SWS Übung: 2 SWS Übungsgruppen mit bis zu 20 Studierenden</p>
<b>Arbeitsaufwand</b>	270 h = 45 h Präsenz- und 225 h Eigenstudium
<b>Modulnote</b>	Wird aus Leistungen in Klausuren, Übungen und praktischen Aufgaben ermittelt. Die genauen Modalitäten werden vom Modulverantwortlichen bekannt gegeben.

## **Lernziele / Kompetenzen**

Die Studierenden lernen die Grundprinzipien der imperativen /objektorientierten Programmierung kennen. Dabei wird primär Java als Programmiersprache verwendet.

In dieser Vorlesung lernen sie:

- wie Rechner Programme ausführen
- Die Grundlagen imperativer und objektorientierter Sprachen
- kleinere, wohlstrukturierte Programme in C zu schreiben
- mittelgroße objektorientierte Systeme in Java zu implementieren und zu testen
- sich in wenigen Tagen eine neue imperative/objektorientierte Sprache anzueignen, um sich in ein bestehendes Projekt einzuarbeiten

## **Inhalt**

- **Imperatives Programmieren**
- **Objekte und Klassen**
- **Klassendefinitionen**
- **Objektinteraktion**
- **Objektsammlungen**
- **Objekte nutzen und testen**
- **Vererbung**
- **Dynamische Bindung**
- **Fehlerbehandlung**
- **Klassendesign und Modularität**
- **Systemnahe Programmierung**

sowie spezifische Vorlesungen für die Programmieraufgaben.

## **Weitere Informationen**

Unterrichtssprache: deutsch

Literaturhinweise:

Bekanntgabe jeweils vor Beginn der Vorlesung auf der Vorlesungsseite im Internet

Empfohlene Vorkenntnisse:

- Programmierung 1
- Mathematik für Informatiker 1 und Mathematikveranstaltungen im Studiensemester oder vergleichbare Kenntnisse aus sonstigen Mathematikveranstaltungen

Grundlagen der Elektrotechnik I					GdE
Studiensem.	Regelstudiensem.	Turnus	Dauer	SWS	ECTS-Punkte
1	6	WS	1 Semester	3	5

<b>Modulverantwortliche/r</b>	Prof. Dr.-Ing. habil. Herbert Kliem
<b>Dozent/inn/en</b>	Prof. Dr.-Ing. habil. Herbert Kliem und Mitarbeiter
<b>Zuordnung zum Curriculum</b>	Bachelor Eingebettete Systeme, Pflicht

<b>Zulassungsvoraussetzungen</b>	Keine formalen Voraussetzungen		
<b>Leistungskontrollen / Prüfungen</b>	benotete schriftliche Abschlussprüfung		
<b>Lehrveranstaltungen / SWS</b>	Grundlagen der Elektrotechnik I: 3 SWS, V2 Ü1		
<b>Arbeitsaufwand</b>	Grundlagen der Elektrotechnik I:		
	Vorlesung + Übungen 15 Wochen 3 SWS		45 h
	Vor- und Nachbereitung		60 h
	Klausurvorbereitung		45 h
	Gesamt:		150 h
<b>Modulnote</b>	benotete Prüfung		

---

#### Lernziele/Kompetenzen

Grundlagen des elektrischen Feldes, des magnetischen Feldes und des elektrischen Strömungsfeldes, Gleichstromkreise

---

#### Inhalt

- Das statische elektrische Feld
- Bewegliche Ladungen im elektrischen Feld
- Zweipole und Zweipolnetze
- Zeitlich konstantes Magnetfeld
- Elektromagnetische Induktion
- Die Maxwell-Gleichungen

---

#### Weitere Informationen

Unterrichtssprache: Deutsch

#### Literatur:

- |              |   |
|--------------|---|
| E. Philippow | Grundlagen der Elektrotechnik                     |
| W. Ameling   | Grundlagen der Elektrotechnik I - IV              |
| G. Bosse     | Grundlagen der Elektrotechnik I-IV und Übungsbuch |

Software designpraktikum					CS 320 / SoDePra
Studiensem.	Regelstudiensem.	Turnus	Dauer	SWS	ECTS-Punkte
3	6	Vorlesungsfreie Zeit nach dem SS	6 Wochen	6	9

**Modulverantwortliche/r** Prof. Dr. Andreas Zeller

**Dozent/inn/en** Prof. Dr. Andreas Zeller, Prof. Dr. Philipp Slusallek,  
Prof. Dr. Holger Hermanns

**Zuordnung zum Curriculum** Bachelor Eingebettete Systeme, Pflicht

**Zulassungsvoraussetzungen** Programmierung 1 und 2 (empfohlen)

**Leistungskontrollen / Prüfungen**

1. Erfolgreiches Erstellen im Team eines komplexen Software- Produkts, insbesondere
  - Einreichen der erforderlichen Dokumente
  - Abnahme des Endprodukts durch den Kunden
  - Einhaltung der Termin- und Qualitätsstandards; sowie
2. Erfolgreiches individuelles Erstellen eines Bestandteils dieses Software-Produkts

**Lehrveranstaltungen / SWS** Vorlesung 2 SWS  
Praktikum 4 SWS (Teams in Gruppen bis zu 6 Studierende)

**Arbeitsaufwand** 270 h = 20 h Präsenz- und 250 h Eigenstudium

**Modulnote** unbenotet

### Lernziele / Kompetenzen

Die Studierenden erwerben die Fähigkeit, im Team zu arbeiten und Probleme der Informatik zu lösen.

Die Studierenden wissen, welche Probleme beim Durchführen eines Software-Projekts auftreten können, und wie man damit umgeht.

Sie können eine komplexe Aufgabenstellung eigenständig in ein Software-Produkt umsetzen, das den Anforderungen des Kunden entspricht. Hierfür wählen sie einen passenden Entwicklungsprozess, der Risiken früher erkannt und minimiert, und wenden diesen an.

Sie sind vertraut mit Grundzügen des Software-Entwurfs wie schwache Kopplung, hohe Kohäsion, Geheimnisprinzip sowie Entwurfs- und Architekturmustern und sind in der Lage, einen Entwurf anhand dieser Kriterien zu erstellen, zu beurteilen und zu verbessern.

Sie beherrschen Techniken der Qualitätssicherung wie Testen und Gegenlesen und wenden diese an.

## **Inhalt**

Software-Entwurf (objektorientierter Entwurf mit UML)  
Software-Prozesse (Wasserfall, inkrementelles Modell, agile Modelle)  
Arbeiten im Team  
Projektplanung und -Durchführung  
Qualitätssicherung  
Programmierwerkzeuge (Versionskontrolle, Konstruktion, Test, Fehlersuche)

## **Weitere Informationen**

Unterrichtssprache: deutsch

Literaturhinweise:

Bekanntgabe jeweils vor Beginn der Vorlesung auf der Vorlesungsseite im Internet

Embedded Systems					CS 650 /ES
Studiensem.	Regelstudiensem.	Turnus	Dauer	SWS	ECTS-Punkte
2 oder 4	6	At least once every two years	1 Semester	6	9

**Modulverantwortliche/r**

Prof. Bernd Finkbeiner, Ph.D

**Dozent/inn/en**

Prof. Bernd Finkbeiner, Ph.D

**Zuordnung zum Curriculum**

Bachelor Eingebettete Systeme, Pflicht  
 Master Eingebettete Systeme WP Stammvorlesungen

**Zulassungsvoraussetzungen**

**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**

Lecture 4 h (weekly)  
 Tutorial 2 h (weekly)  
 The course is accompanied by a laboratory project, in which a non-trivial embedded system has to be realized.

**Arbeitsaufwand**

270 h = 90 h classes and 180 h private study

**Modulnote**

Wird aus Leistungen in Klausuren, Übungen und praktischen Aufgaben ermittelt. Die genauen Modalitäten werden vom Modulverantwortlichen bekannt gegeben.

**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.

## **Weitere Informationen**

Unterrichtssprache: Englisch

Literaturhinweise:

Bekanntgabe jeweils vor Beginn der Vorlesung auf der Vorlesungsseite im Internet.

Modul Proseminar Unterschiedliche Themen					CS 300
Studiensem.	Regelstudiensem.	Turnus	Dauer	SWS	ECTS-Punkte
4	4 - 6	Jedes Semester		2	5

**Modulverantwortliche/r** Studiendekan der Fakultät Mathematik und Informatik bzw. Studienbeauftragter der Informatik

**Dozent/inn/en** Professoren der Fachrichtung

**Zuordnung zum Curriculum** Bachelor Eingebettete Systeme, Pflicht

**Zulassungsvoraussetzungen** Keine

**Leistungskontrollen / Prüfungen**

- Diskussion in der Gruppe
- thematischer Vortrag
- kurze schriftliche Ausarbeitung

**Lehrveranstaltungen / SWS** Proseminar 2 SWS (bis zu 20 Studierende)

**Arbeitsaufwand** 150h = 40 h Präsenz und 110 h Eigenstudium

**Modulnote** Die Modalitäten der Notenvergabe werden vom verantwortlichen Hochschullehrer festgelegt.

### Lernziele / Kompetenzen

Die Studierenden haben am Ende der Veranstaltung ein profundes Verständnis aktueller oder fundamentaler Aspekte eines spezifischen Teilbereiches der Informatik erlangt.

Sie haben Kompetenz im Verstehen einfacher wissenschaftlicher Aufsätze und im Präsentieren von wissenschaftlichen Erkenntnissen erworben.

## **Inhalt**

Unter Anleitung werden folgende Punkte praktisch geübt:

- Lesen und Verstehen wissenschaftlicher Aufsätze
- Diskutieren der Aufsätze in der Gruppe
- Analysieren, Zusammenfassen und Wiedergeben des spezifischen Themas
- Präsentationstechnik
- Spezifische Vertiefung in Bezug auf das individuelle Thema des Seminars.

## **Weitere Informationen**

Unterrichtssprache: deutsch

Literaturhinweise:  
dem Thema entsprechend

Bachelor-Seminar					CS 690
Studiensem.	Regelstudiensem.	Turnus	Dauer	SWS	ECTS-Punkte
6	6	jedes Semester	1 Semester	5	9

<b>Modulverantwortliche/r</b>	Studiendekan der Fakultät Mathematik und Informatik bzw. Studienbeauftragter der Informatik
<b>Dozent/inn/en</b>	Professoren der Fachrichtung
<b>Zuordnung zum Curriculum</b>	Bachelor Eingebettete Systeme, Pflicht
<b>Zulassungsvoraussetzungen</b>	Gesamter Pflichtkanon des Bachelorstudiengangs, bis auf Bachelorseminar und –arbeit.
<b>Leistungskontrollen / Prüfungen</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Vorstellung eines wissenschaftlichen Artikels im Lesekreis.</li> <li>• Aktive Teilnahme an der Diskussion im Lesekreis.</li> <li>• Vortrag über die geplante Aufgabenstellung mit anschließender Diskussion.</li> <li>• Schriftliche Beschreibung der Aufgabenstellung der Bachelorarbeit.</li> </ul>
<b>Lehrveranstaltungen / SWS</b>	Seminar (Lesekreis) 3 SWS Praktikum 2 SWS
<b>Arbeitsaufwand</b>	280 h = 85 h Präsenz 195 h Selbststudium 3 h pro Woche im Lesekreis 2 h pro Woche Praktikum 13 h pro Woche Selbststudium 5 h direkte Betreuung durch Lehrstuhlmitarbeiter
<b>Modulnote</b>	benotet

### **Lernziele / Kompetenzen**

Im Bachelorseminar erwirbt der Studierende unter Anleitung die Fähigkeit zum wissenschaftlichen Arbeiten im Kontext eines angemessenen Themengebietes.

Am Ende des Bachelorseminars sind die Grundlagen für eine erfolgreiche Anfertigung der Bachelorarbeit gelegt, und wesentliche Lösungsansätze bereits eruiert.

Das Bachelorseminar bereitet somit die Themenstellung und Ausführung der Bachelorarbeit vor.

Es vermittelt darüber hinaus praktische Fähigkeiten des wissenschaftlichen Diskurses. Diese Fähigkeiten werden durch die aktive Teilnahme an einem Lesekreis vermittelt, in welchem die Auseinandersetzung mit wissenschaftlich anspruchsvollen Themen geübt wird.

### **Inhalt**

Auf der Grundlage des "state-of-the-art" werden die Methoden der Informatik systematisch unter Anleitung angewendet.

### **Weitere Informationen**

Unterrichtssprache: Deutsch oder Englisch

Literaturhinweise::

Dem Themengebiet entsprechende wissenschaftliche Artikel in enger Absprache mit dem Dozenten

Bachelorarbeit					CS 699
Studiensem.	Regelstudiensem.	Turnus	Dauer	SWS	ECTS-Punkte
6	6	jedes Semester	1 Semester		12

**Modulverantwortliche/r** Studiendekan der Fakultät Mathematik und Informatik  
bzw. Studienbeauftragter der Informatik

**Dozent/inn/en** Professoren der Fachrichtung

**Zuordnung zum Curriculum** Bachelor Eingebettete Systeme, Pflicht

**Zulassungsvoraussetzungen** Erfolgreicher Abschluss des Bachelor-Seminars

**Leistungskontrollen / Prüfungen** Schriftliche Ausarbeitung. Sie beschreibt sowohl das Ergebnis der Arbeit als auch den Weg, der zu dem Ergebnis führte. Der eigene Anteil an den Ergebnissen muss klar erkennbar sein. Außerdem Präsentation der Bachelorarbeit in einem Kolloquium, in dem auch die Eigenständigkeit der Leistung des Studierenden überprüft wird.

**Lehrveranstaltungen / SWS**

**Arbeitsaufwand** 360 h = 20 h Präsenz- und 340 h Eigenstudium

**Modulnote** Aus der Beurteilung der Bachelorarbeit

**Lernziele / Kompetenzen**

Die Bachelor-Arbeit ist eine Projektarbeit, die unter Anleitung ausgeführt wird. Sie zeigt, dass der Kandidat/die Kandidatin in der Lage ist, innerhalb einer vorgegebenen Frist ein Problem aus dem Gebiet der Informatik unter Anleitung zu lösen und die Ergebnisse zu dokumentieren.

**Inhalt**

Auf der Grundlage des "state-of-the-art" wird die systematische Anwendung der Methoden der Informatik dokumentiert.

**Weitere Informationen**

Unterrichtssprache: Deutsch / Englisch

Literatur:

Je nach Thema in Absprache mit dem Professor

Systemarchitektur					CS 230 / SysArch
Studiensem.	Regelstudiensem.	Turnus	Dauer	SWS	ECTS-Punkte
2	2	Jährlich / SS	1 Semester	6	9

<b>Modulverantwortliche/r</b>	Prof. Dr. W.-J. Paul
<b>Dozent/inn/en</b>	Prof. Dr. W.-J. Paul Prof. Dr. Jan Reineke
<b>Zuordnung zum Curriculum</b>	Bachelor Eingebettete Systeme, Wahlpflicht I
<b>Zulassungsvoraussetzungen</b>	Programmierung 1 und Mathematik für Informatiker 1 (empfohlen)
<b>Leistungskontrollen / Prüfungen</b>	<p>Studienleistungen: die Vorlesungen hören, nach bearbeiten und gegebenenfalls verstehen; die Übungen allein oder in Gruppen bearbeiten; erfolgreich bearbeitete Übungen in der Übungsgruppe vortragen.</p> <p>Prüfungsleistungen: erfolgreiche Bearbeitung von 50 % der Übungsaufgaben berechtigt zur Teilnahme an den Klausuren. Bestehen von zwei aus drei Klausuren.</p>
<b>Lehrveranstaltungen / SWS</b>	<p>Vorlesung: 4 SWS Übung: 2 SWS Übungsgruppen mit bis zu 20 Studierenden</p>
<b>Arbeitsaufwand</b>	270 h = 80 h Präsenz- und 190 h Eigenstudium
<b>Modulnote</b>	Wird aus Leistungen in Klausuren, Übungen und praktischen Aufgaben ermittelt. Die genauen Modalitäten werden vom Modulverantwortlichen bekannt gegeben.

### Lernziele / Kompetenzen

Die Studierenden sollen die Funktionsweise, die Eigenschaften und die Entwurfsprinzipien von Rechnerarchitekturen und Betriebssystemen kennen lernen.

### Inhalt

1. Hardware
  - a. Boole'sche Algebra und Schaltkreise
  - b. Elementare Rechnerarithmetik
  - c. ALU (Konstruktion und Korrektheit)
  - d. Sequentieller vereinfachter DLX-Prozessor (Konstruktion und Korrektheit)
2. Betriebssystemkern

- a. Virtualisierung
- b. Ressourcen-Verwaltung, Speicher, Prozessor
- c. Scheduling
- d. Datei-System

**Weitere Informationen**

Unterrichtssprache: deutsch

Literaturhinweise:

Bekanntgabe jeweils vor Beginn der Vorlesung auf der Vorlesungsseite im Internet.

Empfohlene Vorkenntnisse:

Programmierung 1 und Mathematik für Informatiker 1 oder vergleichbare Veranstaltungen der Mathematik

Grundzüge der Theoretischen Informatik					CS 420 / TheoInf
Studiensem.	Regelstudiensem.	Turnus	Dauer	SWS	ECTS-Punkte
3	3	Jährlich / WS	1 Semester	6	9

<b>Modulverantwortliche/r</b>	Prof. Dr. Raimund Seidel
<b>Dozent/inn/en</b>	Prof. Dr. Bernd Finkbeiner, Prof. Dr. Kurt Mehlhorn, Prof. Dr. W.J. Paul, Prof. Dr. Raimund Seidel, Prof. Dr. Reinhard Wilhelm, Prof. Dr. Markus Bläser
<b>Zuordnung zum Curriculum</b>	Bachelor Eingebettete Systeme, Wahlpflicht I
<b>Zulassungsvoraussetzungen</b>	Programmierung 1 und 2, Mathematik für Informatiker 1 und 2 (empfohlen)
<b>Leistungskontrollen / Prüfungen</b>	Erfolgreiche Bearbeitung der Übungsaufgaben berechtigt zur Klausurteilnahme.
<b>Lehrveranstaltungen / SWS</b>	Vorlesung 4 SWS Übung 2 SWS Übungsgruppen mit bis zu 20 Studierenden
<b>Arbeitsaufwand</b>	270 h = 80 h Präsenz- und 190 h Eigenstudium
<b>Modulnote</b>	Wird aus Leistungen in Klausuren, Übungen und praktischen Aufgaben ermittelt. Die genauen Modalitäten werden vom Modulverantwortlichen bekannt gegeben.
<b>Lernziele / Kompetenzen</b>	

Die Studierenden kennen verschiedene Rechenmodelle und ihre relativen Stärken und Mächtigkeiten. Sie können für ausgewählte Probleme zeigen, ob diese in bestimmten Rechenmodellen lösbar sind oder nicht.

Sie verstehen den formalen Begriff der Berechenbarkeit wie auch der Nicht-Berechenbarkeit.

Sie können Probleme aufeinander reduzieren.

Sie sind vertraut mit den Grundzügen der Ressourcenbeschränkung (Zeit, Platz) für Berechnungen und der sich daraus ergebenden Komplexitätstheorie.

**Inhalt**

Die Sprachen der Chomsky Hierarchie und ihre verschiedenen Definitionen über Grammatiken und Automaten; Abschlusseigenschaften; Klassifikation von bestimmten Sprachen („Pumping lemmas“); Determinismus und Nicht-Determinismus;

Turing Maschinen und äquivalente Modelle von allgemeiner Berechenbarkeit (z.B.  $\mu$ -rekursive Funktionen, Random Access Machines)

Reduzierbarkeit, Entscheidbarkeit, Nicht-Entscheidbarkeit;

Die Komplexitätsmaße Zeit und Platz; die Komplexitätsklassen P und NP; Grundzüge der Theorie der NP-Vollständigkeit

**Weitere Informationen**

Unterrichtssprache: deutsch

Literaturhinweise:

Bekanntgabe jeweils vor Beginn der Vorlesung auf der Vorlesungsseite im Internet.

Empfohlene Vorkenntnisse:

- Programmierung 1 und 2
- Mathematik für Informatiker 1 und 2 oder vergleichbare Veranstaltungen der Mathematik

Grundzüge von Algorithmen und Datenstrukturen					CS 340 / GrADS
Studiensem.	Regelstudiensem.	Turnus	Dauer	SWS	ECTS-Punkte
3	3	Jährlich / WS	1 Semester	4	6

<b>Modulverantwortliche/r</b>	Prof. Dr. Raimund Seidel,
<b>Dozent/inn/en</b>	Prof. Dr. Markus Bläser, Prof. Dr. Kurt Mehlhorn, Prof. Dr. Raimund Seidel
<b>Zuordnung zum Curriculum</b>	Bachelor Eingebettete Systeme, Wahlpflicht I
<b>Zulassungsvoraussetzungen</b>	Programmierung 1 und 2 (empfohlen) Mathematik für Informatiker 1 und 2 (empfohlen)
<b>Leistungskontrollen / Prüfungen</b>	Erfolgreiche Bearbeitung der Übungsblätter berechtigt zur Klausurteilnahme.
<b>Lehrveranstaltungen / SWS</b>	Vorlesung: 2 SWS Übung: 2 SWS Übungsgruppen mit bis zu 20 Studierenden
<b>Arbeitsaufwand</b>	180 h = 60 h Präsenz- und 120 h Eigenstudium
<b>Modulnote</b>	Wird aus Leistungen in Klausuren, Übungen und praktischen Aufgaben ermittelt. Die genauen Modalitäten werden vom Modulverantwortlichen bekannt gegeben.

### Lernziele / Kompetenzen

Die Studierenden lernen die wichtigsten Methoden des Entwurfs von Algorithmen und Datenstrukturen kennen: Teile-und-Herrsche, Dynamische Programmierung, inkrementelle Konstruktion, „Greedy“, Dezimierung, Hierarchisierung, Randomisierung. Sie lernen Algorithmen und Datenstrukturen bzgl. Zeit- und Platzverbrauch für das übliche RAM Maschinenmodell zu analysieren und auf Basis dieser Analysen zu vergleichen. Sie lernen verschiedene Arten der Analyse (schlechtester Fall, amortisiert, erwartet) einzusetzen.

Die Studierenden lernen wichtige effiziente Datenstrukturen und Algorithmen kennen. Sie sollen die Fähigkeit erwerben, vorhandene Methoden durch theoretische Analysen und Abwägungen für ihre Verwendbarkeit in tatsächlich auftretenden Szenarien zu prüfen. Ferner sollen die Studierenden die Fähigkeit trainieren, Algorithmen und Datenstrukturen unter dem Aspekt von Performanzgarantien zu entwickeln oder anzupassen.

### Weitere Informationen

Unterrichtssprache: deutsch

Literaturhinweise:

Bekanntgabe jeweils vor Beginn der Vorlesung auf der Vorlesungsseite im Internet.

Empfohlene Vorkenntnisse:

- Programmierung 1 und 2
- Mathematik für Informatiker 1 und 2  
oder vergleichbare Veranstaltungen der Mathematik

Nebenläufige Programmierung					CS 430
Studiensem.	Regelstudiensem.	Turnus	Dauer	SWS	ECTS-Punkte
4	4	Jährlich / SS	1 Semester	4	6

<b>Modulverantwortliche/r</b>	Prof. Dr. Ing. Holger Hermanns
<b>Dozent/inn/en</b>	Prof. Dr.-Ing. Holger Hermanns, Prof. Dr. Gert Smolka Prof. Bernd Finkbeiner, Ph.D Prof. Dr. Verena Wolf
<b>Zuordnung zum Curriculum</b>	Bachelor Eingebettete Systeme, Wahlpflicht I
<b>Leistungskontrollen / Prüfungen</b>	Zwei Klausuren (Mitte und Ende der Vorlesungszeit), praktisches Projekt.  Nachklausuren finden innerhalb der letzten Wochen vor Vorlesungsbeginn des Folgesemesters statt..
<b>Zulassungsvoraussetzungen</b>	Programmierung 1 und 2, Softwarepraktikum, Grundzüge der Theoretischen Informatik (empfohlen)
<b>Modulelemente / SWS</b>	<b>Element T – Theorie (2 SWS):</b> 8 Vorlesungen: 6 Wochen (ca. 150 Studierende) 4 Übungen: 6 Wochen (Übungsgruppen mit ca. 20 Studierenden) <b>Element A – Anwendung (2 SWS):</b> 9 Vorlesungen: 6 Wochen (ca. 150 Studierende) 4 Übungen: 6 Wochen (Übungsgruppen mit ca. 20 Studierenden) <b>Element P – Praxis (2 SWS):</b> Semesterbegleitend 8 schriftliche Reflektionen (Prüfungsvorleistungen), anschließend Projektarbeit über ca. 2 Wochen
<b>Arbeitsaufwand</b>	<b>Element T:</b> 24 h Präsenz, 36h Selbststudium <b>Element A:</b> 26 h Präsenz, 34h Selbststudium <b>Element P:</b> 60 h Selbststudium
<b>Modulnote</b>	Wird aus Leistungen in Klausuren (im Anschluss an die Elemente T und A), sowie den Prüfungsvorleistungen (Element P) ermittelt. Die genauen Modalitäten werden vom Modulverantwortlichen bekannt gegeben. Alle Modulelemente sind innerhalb eines Prüfungszeitraumes erfolgreich zu absolvieren.
<b>Lernziele / Kompetenzen</b>	

Die Teilnehmer lernen die Nebenläufigkeit von Prozessen als ein weitreichendes, grundlegendes  
Prinzip in der Theorie und Anwendung der modernen Informatik kennen. Durch die Untersuchung und

Verwendung unterschiedlicher formaler Modelle gewinnen die Teilnehmer ein vertieftes Verständnis von Nebenläufigkeit. Dabei lernen die Teilnehmer wichtige formale Konzepte der Informatik korrekt anzuwenden. Das im ersten Teil der Veranstaltung erworbene theoretische Wissen wird in der zweiten Hälfte in der (Programmier-) Praxis angewendet. Außerdem lernen die Teilnehmer verschiedene Phänomene des nebenläufigen Programmierens in den formalen Modellen zu beschreiben und mit deren Hilfe konkrete Lösungen für die Praxis abzuleiten. Des Weiteren werden die Teilnehmer in der Praxis existierende Konzepte auf diese Art auf ihre Verlässlichkeit hin untersuchen.

## **Inhalt**

### **Nebenläufigkeit als Konzept**

- Potentieller Parallelismus
- Tatsächlicher Parallelismus
- Konzeptioneller Parallelismus

### **Nebenläufigkeit in der Praxis**

- Objektorientierung
- Betriebssysteme
- Multi-core Prozessoren, Coprozessoren
- Programmierte Parallelität
- Verteilte Systeme  
(Client-Server, Peer-to-Peer, Datenbanken, Internet)

### **Die Schwierigkeit von Nebenläufigkeit**

- Ressourcenkonflikte
- Fairness
- Gegenseitiger Ausschluss
- Verklemmung (Deadlock)
- gegenseitige Blockaden (Livelock)
- Verhungern (Starvation)

### **Grundlagen der Nebenläufigkeit**

- Sequentielle Prozesse
- Zustände, Ereignisse und Transitionen
- Transitionssysteme
- Beobachtbares Verhalten
- Determinismus vs. Nicht-Determinismus
- Algebren und Operatoren

### **CCS: Der Kalkül kommunizierender Prozesse**

- Konstruktion von Prozessen: Sequenz, Auswahl, Rekursion
- Nebenläufigkeit
- Interaktion
- Strukturelle operationelle Semantik
- Gleichheit von Beobachtungen
- Implementierungsrelationen
- CCS mit Datentransfer

### **Programmieren von Nebenläufigkeit**

- pseuCo
- Message-passing in pseuCo und Go
- Shared-memory in pseuCo und Java
- Shared Objects und Threads in Java
- Shared Objects und Threads als Transitionssysteme

Analyse und Programmierunterstützung

- Erkennung von Verklemmungen
- Zusicherung von Sicherheit und Lebendigkeit
- Model-Basiertes Design von Nebenläufigkeit
- Software Architekturen für Nebenläufigkeit

### **Weitere Informationen**

Unterrichtssprache: deutsch

Literaturhinweise:

Bekanntgabe jeweils vor Beginn der Vorlesung auf der Vorlesungsseite im Internet.

Empfohlene Vorkenntnisse:

Programmierung 1 und 2, Softwarepraktikum, Grundzüge der Theoretischen Informatik

Telecommunications I					TC I
Studiensem.	Regelstudiensem.	Turnus	Dauer	SWS	ECTS-Punkte
5	5 - 6	At least once every two years	1 Semester	6	9

<b>Modulverantwortliche/r</b>	Prof. Dr.-Ing. Thorsten Herfet
<b>Dozent/inn/en</b>	Prof. Dr.-Ing. Thorsten Herfet
<b>Zuordnung zum Curriculum</b>	Bachelor Eingebettete Systeme Wahlpflicht I/Wahlpflicht Stammvorlesung Master Embedded Systems, Stammvorlesung
<b>Zulassungsvoraussetzungen</b>	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.
<b>Leistungskontrollen / Prüfungen</b>	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.
<b>Lehrveranstaltungen / SWS</b>	Lecture 4 h (weekly) Tutorial 2 h (weekly) Tutorials in groups of up to 20 students
<b>Arbeitsaufwand</b>	270 h = 90 h of classes and 180 h private study
<b>Modulnote</b>	Final exam mark
<b>Lernziele / Kompetenzen</b>	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.

## **Weitere Informationen**

Unterrichtssprache: Englisch

Literaturhinweise:

Bekanntgabe jeweils vor Beginn der Vorlesung auf der Vorlesungsseite im Internet.

Grundlagen der Signalverarbeitung					GSV
Studiensem. <b>3</b>	Regelstudiensem. <b>3</b>	Turnus <b>jährlich</b>	Dauer <b>1 Semester</b>	SWS <b>4</b>	ECTS-Punkte <b>6</b>

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

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

**Zuordnung zum Curriculum** Bachelor Eingebettete Systeme, Wahlpflicht II

**Zulassungsvoraussetzungen** Keine formalen Voraussetzungen

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

**Lehrveranstaltungen / SWS** Vorlesung: 2 SWS  
Übung: 2 SWS

**Arbeitsaufwand** Gesamt 180 Stunden, davon  
 Präsenzzeit Vorlesung 15 Wochen à 2 SWS = 30 Stunden  
 Präsenzzeit Übung 15 Wochen à 2 SWS = 30 Stunden  
 Vor- und Nachbereitung Vorlesung und Übung = 70 Stunden  
 Klausurvorbereitung = 50 Stunden

**Modulnote** Klausurnote

---

### Lernziele/Kompetenzen

Im Kurs werden die zentralen Verfahren der Signalverarbeitung behandelt. Auf der einen Seite werden die theoretischen Grundlagen und die damit verbundenen mathematischen Methoden besprochen, so dass die Studierenden in die Lage versetzt werden das Übertragungsverhalten einfacher LTI-Systeme zu bestimmen. Darüber hinaus werden die numerischen Aspekte der Fouriertransformation betont

---

### Inhalt

- Lineare Zeitinvariante Systeme
- Fouriertransformation
- Numerische Berechnung der Fouriertransformation
- Korrelation von Signalen
- Statistische Signalbeschreibung
- z-Transformation
- Filter

---

### Weitere Informationen

Unterrichtssprache deutsch;

Literatur:

- Hans Dieter Lüke, Signalübertragung, Springer
- Bernd Girod, Rudolf Rabenstein, Alexander Stenger, Einführung in die Systemtheorie, Teubner, 2003
- Beate Meffert und Olaf Hochmuth, Werkzeuge der Signalverarbeitung, Pearson 2004
- Alan V. Oppenheim, Roland W. Schaffer, John R. Buck, Zeitdiskrete Signalverarbeitung, Pearson 2004

Grundlagen der Automatisierungstechnik					GdA
Studiensem. <b>5</b>	Regelstudiensem. <b>5</b>	Turnus <b>WS</b>	Dauer <b>1 Semester</b>	SWS <b>3</b>	ECTS-Punkte <b>4</b>

**Modulverantwortlicher** Prof. Dr.-Ing. Georg Frey

**Dozent** Prof. Dr.-Ing. Georg Frey

**Zuordnung zum Curriculum** Bachelor Eingebettete Systeme, Wahlpflicht II

**Zulassungsvoraussetzungen** Keine formalen Voraussetzungen

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

**Lehrveranstaltungen / SWS** 2 SWS Vorlesung; 1 SWS Übung

**Arbeitsaufwand** Gesamt 120 Stunden, davon

- Präsenzzeit Vorlesung 15 Wochen à 2 SWS = 30 Stunden
- Präsenzzeit Übung 15 Wochen à 1 SWS = 15 Stunden
- Vor- und Nachbereitung Vorlesung und Übung = 45 Stunden
- Klausurvorbereitung = 30 Stunden

**Modulnote** Prüfungsnote

### Lernziele/Kompetenzen

Grundlagen der Automatisierungstechnik bietet einen Überblick über moderne Prinzipien, Verfahren und Realisierungen der Automatisierungstechnik. Studierenden erwerben:

- Verständnis von automatisierungstechnischen Systemen.
- Fähigkeit automatisierungstechnische Systeme zu modellieren bzw. ein geeignetes Beschreibungsmittel auszuwählen
- Kenntnis in modernen Verfahren zur Automatisierung technischer Systeme.
- Überblick über in der Automatisierungstechnik eingesetzte Technologien.
- Übung im Umgang mit Entwurfsmethoden für automatisierungstechnische Systeme

### Inhalt: *Grundlagen der Automatisierungstechnik*

- Automatisierungssysteme und Anwendungen
- Anforderungen an Automatisierungssysteme
- Verlässlichkeit und funktionale Sicherheit (SIL-Nachweis, stochastische Modelle)
- Speicherprogrammierbare Steuerungen (SPS)
- Steuerungsentwurf mit Petrinetzen
- Normfachsprachen für Steuerungen nach IEC 61131
- Kommunikation in der Automatisierungstechnik
- Einstellregeln für industrielle Standardregler

Weitere Informationen

Unterrichtssprache: Deutsch

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

Systemtheorie und Regelungstechnik 1					SR1
Studiensem.	Regelstudiensem.	Turnus	Dauer	SWS	ECTS-Punkte
4	4	jährlich	1 Semester	3	5

<b>Modulverantwortliche/r</b>	Prof. Dr.-Ing. habil. J. Rudolph		
<b>Dozent/inn/en</b>	Prof. Dr.-Ing. habil. J. Rudolph		
<b>Zuordnung zum Curriculum</b>	Bachelor Eingebettete Systeme, Wahlpflicht II		
<b>Zulassungsvoraussetzungen</b>	Keine formalen Voraussetzungen		
<b>Leistungskontrollen / Prüfungen</b>	Schriftliche Prüfung		
<b>Lehrveranstaltungen / SWS</b>	Systemtheorie und Regelungstechnik 1: 3 SWS – 2V+1Ü		
<b>Arbeitsaufwand</b>	Vorlesung und Übung	45 h	
	Vor- und Nachbereitung	60 h	
	Prüfungsvorbereitung	45 h	
<b>Modulnote</b>	Note der Prüfung		

#### 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 Jordan-Form, 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.

#### Weitere Informationen

##### 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).

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.

Schaltungstechnik					ELSA+ELNE
Studiensem. 4	Regelstudiensem. 4	Turnus jährlich	Dauer 1 Semester	SWS 2+2	ECTS-Punkte 3+3

<b>Modulverantwortlicher</b>	Prof. Dr.-Ing. Michael Möller
<b>Dozent</b>	Prof. Dr.-Ing. Michael Möller
<b>Zuordnung zum Curriculum</b>	Bachelor Eingebettete Systeme, Wahlpflicht II

**Zulassungsvoraussetzungen** Keine formalen Voraussetzungen.

**Leistungskontrollen / Prüfungen** Benotete Prüfungen zur Vorlesung Schaltungstechnik.

**Lehrveranstaltungen / SWS** Modulelement Vorlesung **Elektronische Schaltungen**: 2 SWS, Modulelement Vorlesung **Elektrische Netzwerke**: 2 SWS.

**Arbeitsaufwand**  
**Elektronische Schaltungen:**  
 Präsenzzeit Vorlesung und Übung 15 Wochen à 2 SWS  
 zzgl. Vor- und Nachbereitung und Klausurvorbereitung  
 insgesamt 30h+30h+30h = 90h.  
**Elektrische Netzwerke:**  
 Präsenzzeit Vorlesung und Übung 15 Wochen à 2 SWS  
 zzgl. Vor- und Nachbereitung und Klausurvorbereitung  
 insgesamt 30h+30h+30h = 90h.

**Modulnote** Einzelnoten der Prüfungen der Modulelemente.

#### Lernziele/Kompetenzen

**Elektronische Schaltungen:** Schaltungsprinzipien und -strukturen kennen und mit Hilfe von spezifischen Entwicklungsmethoden gezielt zur Lösung von Aufgabenstellungen einsetzen können.

**Elektrische Netzwerke:** Grundlegende Methoden zur Beschreibung, Berechnung und Analyse, von elektrischen Netzwerken und deren Eigenschaften kennen und anwenden können.

---

### **Inhalt der Vorlesung Elektronische Schaltungen**

1. Spannung, Strom und Leistung: Ermittlung in elektronischen Schaltungen
2. Arbeitspunkt: Einstellung und Stabilisierung, Temperatureinfluss
3. Transistorgrundschaltungen: Schaltungskonzepte und Eigenschaften
4. Rückgekoppelte Schaltungen: Berechnung und Eigenschaften
5. Schwingungen in Schaltungen: Ursachen, Wirkungen, Erzeugung und Unterdrückung,
6. Grundlegende Schaltungsstrukturen zur Konstruktion von Schaltungen
7. Aufbau und Analyse von Schaltungen mit Operationsverstärkern

### **Inhalt der Vorlesung Elektrische Netzwerke**

1. Netzwerke: Baum/Kobaum, Beschreibung mit Matrizen, Netzwerk-, Wirkungsfunktionen, Überlagerungssatz, Phasoren-Rechnung, Konzept der Komplexen Frequenz, Frequenzgang, Bode-Diagramm
2. Problemspezifische Modellreduktion, Gleich-, Wechselstrom- und Kleinsignal-Ersatzschaltbild
3. Transistorschaltungen: systematische Berechnung.
4. Rückgekoppelte Schaltungen: verallgemeinerte Zweitor-Beschreibung
5. Netzwerkfunktionen: Pol-, Nullstellen Analyse, Heavisidescher Entwicklungssatz, Schwarzsches Spiegelungsprinzip
6. Symmetrische Netzwerke: Gleichtakt-Gegentakt-Zerlegung
7. Bode-Diagramm: Analyse und Konstruktion elektrischer Netzwerke im Frequenzbereich

---

### **Weitere Informationen**

Beide Elemente des Moduls Schaltungstechnik ergeben in Kombination die Vorlesung Schaltungstechnik . D.h. das komplette Modul Schaltungstechnik und die in einzelnen Studienordnungen noch aufgeführte Veranstaltung Schaltungstechnik sind äquivalent. Der Inhalt der Modulelemente ist aufeinander abgestimmt. Die Vorlesung Elektronische Schaltungen dient als thematische Einführung in die Schaltungstechnik, indem Sachverhalte, deren Zusammenhänge und spezifische Entwicklungsmethoden zu den einzelnen Themenbereichen vorgestellt werden. Die Vorlesung Elektrische Netzwerke vermittelt auf allgemeiner Ebene eine Einführung in die zugrunde liegenden theoretischen Grundlagen.

### **Literatur zur Vorlesung Elektronische Schaltungen**

- U. Tietze, Ch. Schenk, Halbleiterschaltungstechnik, Springer
- Analoge Schaltungen, M. Seifart, Verlag Technik (nur gebraucht erhältlich)
- H. Hartl, E. Krasser, W. Pribyl, P. Söser, G. Winkler, Elektronische Schaltungstechnik, Pearson
- P. Horowitz, W. Hill, The Art of Electronics, Cambridge University Press
- M.T. Thompson Intuitive Analog Circuit Design, Elsevier
- Nilsson/Riedel, Electric Circuits, Prentice Hall

### **Literatur zur Vorlesung Elektrische Netzwerke**

- U. Tietze, Ch. Schenk, Halbleiterschaltungstechnik, Springer (14 Auflage oder höher)
- Unbehauen, Grundlagen der Elektrotechnik 1 (und 2) Springer
- Seshu, Balabanian, Linear Network Theory, Wiley 1969 (but still a good choice!),
- S. Paul, R. Paul, Grundlagen der Elektrotechnik und Elektronik 1, Springer 2010

Elektronische Systeme					ESYS
Studiensem. <b>5</b>	Regelstudiensem. <b>5</b>	Turnus <b>jährlich</b>	Dauer <b>1 Semester</b>	SWS <b>2</b>	ECTS-Punkte <b>3</b>

<b>Modulverantwortliche/r</b>	Prof. Dr.-Ing. Michael Möller
<b>Dozent/inn/en</b>	Prof. Dr.-Ing. Michael Möller
<b>Zuordnung zum Curriculum</b>	Bachelor Eingebettete Systeme, Wahlpflicht II
<b>Zulassungsvoraussetzungen</b>	Bestandene Prüfung der Veranstaltung Grundlagen der Elektrotechnik I und II. Die Kenntnis des Stoffes der Veranstaltung Elektronische Schaltungen wird vorausgesetzt.
<b>Leistungskontrollen / Prüfungen</b>	Benotete mündliche oder schriftliche Prüfung
<b>Lehrveranstaltungen</b>	3 SWS
<b>Arbeitsaufwand</b>	Präsenzzeit Vorlesung und Übung 15 Wochen à 2 SWS zzgl. Vor- und Nachbereitung und Klausurvorbereitung insgesamt 30h+30h+30h = 90h
<b>Modulnote</b>	Note der Prüfung

---

### Lernziele/Kompetenzen

Die Veranstaltung verfolgt das Ziel, Studierende in die spezifischen Überlegungen und Methoden zur Entwicklung elektronischer Systeme einzuführen. Inhalt und Ablauf der Veranstaltung sind so konzipiert, dass Studierende Kompetenz in den folgenden Bereichen erwerben können:

Entwickeln, Beschreiben und Analysieren von elektronischen Systemen bestehend aus einzelnen Komponenten oder Baugruppen auf Datenblatt- und Blockschaltbildebene unter Berücksichtigung nichtidealer Eigenschaften, Wechselwirkungen und Entwicklungsvorgaben.

Zur Verdeutlichung und Motivation bedient sich die Veranstaltung aktueller, praxisorientierter Beispiele in Vorlesung, Übung und experimentellen Demonstrationen.

---

### Inhalt

Eigenschaften und Grenzen Analoger, Digitaler und Hybrider elektronischer Systeme.

Partitionierungs- und Entwicklungskriterien elektronischer Systeme.

Problemspezifische Modellbildung, Modell-Konsistenz.

Entwicklung: Werkzeuge, Methoden, und Konzepte.

Realisierung: Strukturentwurf und Signalintegrität.

Anwendung: Test, Ausbeute, Qualifikation, Spezifikation/Datenblatt.

---

### Weitere Informationen

-

### Literatur

Wird zu Beginn der Veranstaltung bekannt gegeben.

Mikroelektronik 1					ME 1
Studiensem. <b>5</b>	Regelstudiensem. <b>5</b>	Turnus <b>WS</b>	Dauer <b>1 Semester</b>	SWS <b>3</b>	ECTS-Punkte <b>4</b>

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

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

**Zuordnung zum Curriculum** Bachelor Eingebettete Systeme, Wahlpflicht II

**Zulassungsvoraussetzungen** Keine formalen Vorraussetzungen

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

**Lehrveranstaltungen / SWS** Vorlesung: 2 SWS,  
Übung: 1 SWS

**Arbeitsaufwand** Gesamt 120 Stunden, davon  
 Präsenzzeit Vorlesung 15 Wochen à 2 SWS = 30 Stunden  
 Präsenzzeit Übung 15 Wochen à 1 SWS = 15 Stunden  
 Vor- und Nachbereitung Vorlesung und Übung = 45 Stunden  
 Klausurvorbereitung = 30 Stunden

**Modulnote** Klausurnote

---

### Lernziele/Kompetenzen

Kenntnisse der Struktur und der Funktionsweise der MOSFETs  
 Entwurf und Berechnung einfaches OP-Verstärkers und anderer Schaltungen  
 Kenntnisse der wichtigsten Grundelemente digitaler Schaltungen  
 Aufbau grundlegender Systeme  
 Überblick mikroelektronischer Möglichkeiten

---

### Inhalt

- Überblick und Entwicklungshistorie
- Charakteristiken und Modelle der wesentlichen Bauelemente insbes. MOS Transistoren (Vt, Gm, Sättigungsstrom... Dimensionierung)
- Grundlage der analogen IC (Inverter, Differenzstufe, Strom-Quelle und Spiegel)
- einfache Gatter und deren Layout, Übergänge und Verzögerung
- kombinatorische Logik und Sequentielle Logik
- Schieberegister, Zähler
- Tristate, Bus, I/O Schaltung
- Speicher: DRAM, SRAM, ROM, NVM
- PLA, FPGA
- Prozessor und digitaler Systementwurf

---

### Weitere Informationen

Unterrichtssprache: deutsch

Literatur: Skriptum des Lehrstuhls zur Vorlesung, Vorlesungsfolien

Aufbau- und Verbindungstechnik I					ECTS-Punkte
Studiensem. ab 5	Regelstudiensem. 5 - 6	Turnus WS	Dauer 1 Semester	SWS 3	4

<b>Modulverantwortliche/r</b>	Prof. Dr.-Ing. habil. Steffen Wiese
<b>Dozent/inn/en</b>	Prof. Dr.-Ing. habil. Steffen Wiese
<b>Zuordnung zum Curriculum</b>	Bachelor Eingebettete Systeme, WP Stammvorlesungen Master Embedded Systeme, WP Stammvorlesungen
<b>Zulassungsvoraussetzungen</b>	Keine formale Voraussetzungen
<b>Leistungskontrollen / Prüfungen</b>	Übungsbetrieb / mündliche oder schriftliche Abschlussprüfung
<b>Lehrveranstaltungen / SWS</b>	Vorlesung: 2 SWS Übung: 1 SWS
<b>Arbeitsaufwand</b>	Vorlesung 15 Wochen à 2 SWS = 30 h Übung 15 Wochen à 1 SWS = 15 h Vor- und Nachbearbeitung = 45 h Prüfungsvorbereitung = 30 h  Gesamtaufwand = 120 h
<b>Modulnote</b>	Note der Klausur bzw. der mündlichen Prüfung

---

### 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)

---

Weitere Informationen

Unterrichtssprache: deutsch

Literaturhinweise: Bekanntgabe zu Beginn der Vorlesung

Automation Systems					AS
Studiensem. <b>ab 5</b>	Regelstudiensem. <b>5- 6</b>	Turnus <b>SS</b>	Dauer <b>1 Semester</b>	SWS <b>3</b>	ECTS-Punkte <b>4</b>

<b>Modulverantwortlicher</b>	Prof. Dr.-Ing. Georg Frey
<b>Dozent</b>	Prof. Dr.-Ing. Georg Frey
<b>Zuordnung zum Curriculum</b>	Bachelor Eingebettete Systeme, WP Stammvorlesungen Master Embedded Systeme, WP Stammvorlesungen
<b>Zulassungsvoraussetzungen</b>	Keine formalen Voraussetzungen
<b>Leistungskontrollen / Prüfungen</b>	Benotete mündliche oder schriftliche Prüfung
<b>Lehrveranstaltungen / SWS</b>	2 SWS Vorlesung; 1 SWS Übung
<b>Arbeitsaufwand</b>	Gesamt 120 Stunden, davon <ul style="list-style-type: none"> <li>• Präsenzzeit Vorlesung 15 Wochen à 2 SWS = 30 Stunden</li> <li>• Präsenzzeit Übung 15 Wochen à 1 SWS = 15 Stunden</li> <li>• Vor- und Nachbereitung Vorlesung und Übung = 45 Stunden</li> <li>• Prüfungsvorbereitung = 30 Stunden</li> </ul>
<b>Modulnote</b>	Prüfungsnote

---

### Educational objectives

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.

---

### Content: Logic Control and Networked Automation Systems

- 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)

---

Weitere Informationen

Unterrichtssprache: Englisch

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

Compiler Construction					CS 561 / CC
Studiensem.	Regelstudiensem.	Turnus	Dauer	SWS	ECTS-Punkte
ab 5	5 - 6	At least once every two years	1 Semester	6	9

**Modulverantwortliche/r**

Prof. Dr. Sebastian Hack

**Dozent/inn/en**

Prof. Dr. Sebastian Hack

**Zuordnung zum Curriculum**

Bachelor Eingebettete Systeme, WP Stammvorlesungen  
Master Embedded Systeme, WP Stammvorlesungen

**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**

Lecture 4 h (weekly)  
Tutorial 2 h (weekly)  
Tutorials in groups of up to 20 students

**Arbeitsaufwand**

270 h = 90 h of classes and 180 h private study

**Modulnote**

Wird aus Leistungen in Klausuren, Übungen und praktischen Aufgaben ermittelt. Die genauen Modalitäten werden vom Modulverantwortlichen bekannt gegeben.

**Lernziele / Kompetenzen**

The students learn, how a source program is lexically, syntactically, and semantically analyzed, and how they re 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.

**Weitere Informationen**

Unterrichtssprache: Englisch

Literaturhinweise:

Bekanntgabe jeweils vor Beginn der Vorlesung auf der Vorlesungsseite im Internet.

Computational Electromagnetics 1					Abk. <b>CEM 1</b>
Studiensem. <b>ab 5</b>	Regelstudiensem. <b>5 - 6</b>	Turnus <b>Every WS</b>	Dauer <b>1 semester</b>	SWS <b>3</b>	ECTS-Punkte <b>4</b>

<b>Modulverantwortliche/r</b>	Romanus Dyczij-Edlinger
<b>Dozent/inn/en</b>	Romanus Dyczij-Edlinger
<b>Zuordnung zum Curriculum</b>	Bachelor Eingebettete Systeme, WP Stammvorlesungen Master Embedded Systeme, WP Stammvorlesungen
<b>Zulassungsvoraussetzungen</b>	None. Recommended: a first course in Electromagnetics (e.g. Theoretische Elektrotechnik)
<b>Leistungskontrollen / Prüfungen</b>	Programming projects during the semester. Written or oral final exam.
<b>Lehrveranstaltungen / SWS</b>	Computational Electromagnetics 1 Lecture 2 h (weekly) Tutorial 1 h (weekly)
<b>Arbeitsaufwand</b>	Classes: 45 h Private studies: 75 h Total: 120 h
<b>Modulnote</b>	Programming projects: 50 % Final exam: 50 %

---

### 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

---

Weitere Informationen Lecture notes (in English), project assignments, old exams, and selected solutions are available online.

Unterrichtssprache: Students may choose between German or English.

Literaturhinweise: See lecture notes.

Computational Electromagnetics 2					CEM 2
Studiensem. <b>ab 5</b>	Regelstudiensem. <b>5 - 6</b>	Turnus <b>Every SS</b>	Dauer <b>1 semester</b>	SWS <b>3</b>	ECTS-Punkte <b>4</b>

<b>Modulverantwortliche/r</b>	Romanus Dyczij-Edlinger
<b>Dozent/inn/en</b>	Romanus Dyczij-Edlinger
<b>Zuordnung zum Curriculum</b>	Bachelor Eingebettete Systeme, WP Stammvorlesungen Master Embedded Systeme, WP Stammvorlesungen
<b>Zulassungsvoraussetzungen</b>	None. Recommended: Computational Electromagnetics 1
<b>Leistungskontrollen / Prüfungen</b>	Oral final exam: student presentations of selected topics from current research papers.
<b>Lehrveranstaltungen / SWS</b>	Computational Electromagnetics 2 Lecture 2 h (weekly) Tutorial 1 h (weekly)
<b>Arbeitsaufwand</b>	Classes: 45 h Private studies: 75 h Total: 120 h
<b>Modulnote</b>	Final exam: 100 %

---

### 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

---

Weitere Informationen Lecture notes are available online.

Unterrichtssprache: Students may choose between German or English.

Literaturhinweise: Each section of lecture notes contains list of references.

Computer Architecture					CS 558 / CAR
Studiensem.	Regelstudiensem.	Turnus	Dauer	SWS	ECTS-Punkte
ab 5	5 - 6	At least once every two years	1 Semester	6	9

<b>Modulverantwortliche/r</b>	Prof. Dr. W.-J. Paul
<b>Dozent/inn/en</b>	Prof. Dr. W.-J. Paul
<b>Zuordnung zum Curriculum</b>	Bachelor Eingebettete Systeme, WP Stammvorlesungen Master Embedded Systeme, WP Stammvorlesungen
<b>Zulassungsvoraussetzungen</b>	For graduate students: none
<b>Leistungskontrollen / Prüfungen</b>	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.
<b>Lehrveranstaltungen / SWS</b>	Lecture 4 h (weekly) Tutorial 2 h (weekly) Tutorials in groups of up to 20 students
<b>Arbeitsaufwand</b>	270 h = 90 h of classes and 180 h private study
<b>Modulnote</b>	Wird aus Leistungen in Klausuren, Übungen und praktischen Aufgaben ermittelt. Die genauen Modalitäten werden vom Modulverantwortlichen bekannt gegeben.

### 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

### **Weitere Informationen**

Unterrichtssprache: Englisch

Literaturhinweise:

Bekanntgabe jeweils vor Beginn der Vorlesung auf der Vorlesungsseite im Internet.

Data Networks					CS 554 / DN
Studiensem.	Regelstudiensem.	Turnus	Dauer	SWS	ECTS-Punkte
ab 5	5 - 6	At least once every two years	1 Semester	6	9

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

**Dozent/inn/en** Prof. Dr. Holger Hermanns

**Zuordnung zum Curriculum** Bachelor Eingebettete Systeme,  
WP Stammvorlesungen  
Master Embedded Systeme, WP Stammvorlesungen

**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** Lecture 4 h (weekly)  
Tutorial 2 h (weekly)  
Tutorials in groups of up to 20 students

**Arbeitsaufwand** 270 h = 90 h of classes and 180 h private study

**Modulnote** Wird aus Leistungen in Klausuren, Übungen und praktischen Aufgaben ermittelt. Die genauen Modalitäten werden vom Modulverantwortlichen bekannt gegeben.

### 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
- Protocols 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

## **Weitere Informationen**

Unterrichtssprache: Englisch

Literaturhinweise:

Bekanntgabe jeweils vor Beginn der Vorlesung auf der Vorlesungsseite im Internet.

Digital Signal Processing					
Semester	Reference semester	Term	Duration	Weekly hours	Credits
ab 5	5	SS	1 Semester	4	6

**Responsible lecturer** Prof. Dr. Dietrich Klakow

**Lecturer(s)** Prof. Dr. Dietrich Klakow

**Level of the unit** Bachelor Eingebettete Systeme, WP Stammvorlesungen  
Master Embedded Systeme, WP Stammvorlesungen

**Entrance requirements** For graduate students: none  
Recommended: Sound knowledge of mathematics as taught in engineering, computer science or physics.

**Assessment / Exams** Regular attendance of classes and tutorials  
Presentation of a solution during a tutorial  
Final exam (30 minutes, oral)

**Course type / Weekly hours** 2 h lecture and 2 h Tutorial

**Total workload** Classes: 60 h  
Problem solving and private studies 120 h  
Total:180 h

**Grading** Final Exam Mark

---

#### Aims/Competences to be developed

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.

---

#### Content

- 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.

---

**Additional information**

Used Media: Powerpoint slides, whiteboard

Language: German or English

Literature:

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

Distributed Systems					DS
Studiensem.	Regelstudiensem.	Turnus	Dauer	SWS	ECTS-Punkte
ab 5	5 - 6	At least once every two years	1 Semester	6	9

<b>Modulverantwortliche/r</b>	Prof. Peter Druschel, Ph.D.
<b>Dozent/inn/en</b>	Prof. Peter Druschel, Ph.D. Allen Clement, Ph.D.
<b>Zuordnung zum Curriculum</b>	Bachelor Eingebettete Systeme, WP Stammvorlesungen Master Embedded Systeme, WP Stammvorlesungen
<b>Zulassungsvoraussetzungen</b>	Operating systems or concurrent programming.
<b>Leistungskontrollen / Prüfungen</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Regular attendance at classes and tutorials.</li> <li>• Successful completion of a course project in teams of 2 students. (Project assignments due approximately every 2 weeks.)</li> <li>• 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.</li> <li>• Final course grade: 50% project, 50% best 2 out of 3 exams.</li> </ul>
<b>Lehrveranstaltungen / SWS</b>	Lecture 4 h (weekly) Tutorial 2 h (weekly)
<b>Arbeitsaufwand</b>	270 h = 90 h of classes and 180 h private study
<b>Modulnote</b>	Wird aus Leistungen in Klausuren, Übungen und praktischen Aufgaben ermittelt. Die genauen Modalitäten werden vom Modulverantwortlichen bekannt gegeben.

### 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.

**Weitere Informationen**

Unterrichtssprache: Englisch

Literaturhinweise:

Bekanntgabe jeweils vor Beginn der Vorlesung auf der Vorlesungsseite im Internet.

Einführung in die elektromagnetische Feldsimulation					EMSim
Studiensem. <b>ab 5</b>	Regelstudiensem. <b>5 - 6</b>	Turnus <b>jährlich</b>	Dauer <b>1 Semester</b>	SWS <b>3</b>	ECTS-Punkte <b>4</b>

<b>Modulverantwortliche/r</b>	Prof. Dr. R. Dyczij-Edlinger
<b>Dozent/inn/en</b>	Prof. Dr. R. Dyczij-Edlinger
<b>Zuordnung zum Curriculum</b>	Bachelor Eingebettete Systeme, WP Stammvorlesungen Master Embedded Systeme, WP Stammvorlesungen

<b>Zulassungsvoraussetzungen</b>	keine
<b>Leistungskontrollen / Prüfungen</b>	Computerimplementierungen, mündliche Prüfung
<b>Lehrveranstaltungen / SWS</b>	Einführung in die elektromagnetische Feldsimulation / 2+1 SWS (Vorlesung+Übung)
<b>Arbeitsaufwand</b>	Präsenz: 45 h Vor- / Nachbereitung 45 h Prüfungsvorbereitung 30 h GESAMT 120 h
<b>Modulnote</b>	Computerimplementierungen 40 % Mündliche Prüfung 60 %

### 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-)Randwert-Problemen vertraut, und verstehen die Grundlagen von Differenzial- und Integralgleichungsverfahren zur numerischen Lösung von Problemstellungen der klassischen Maxwellschen 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, Ritzsches 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)

### Weitere Informationen

Vorlesungsskripten erhältlich, Übungsbeispiele und alte Prüfungen vom Internet abrufbar.  
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

Elektrische Antriebe					EA
Studiensem. <b>ab 5</b>	Regelstudiensem. <b>5 - 6</b>	Turnus <b>Jedes WS</b>	Dauer <b>1 Semester</b>	SWS <b>3</b>	ECTS-Punkte <b>4</b>

<b>Modulverantwortliche/r</b>	Prof. Dr.-Ing. Matthias Nienhaus		
<b>Dozent/inn/en</b>	Prof. Dr.-Ing. Matthias Nienhaus		
<b>Zuordnung zum Curriculum</b>	Bachelor Eingebettete Systeme, WP Stammvorlesungen Master Embedded Systeme, WP Stammvorlesungen		
<b>Zulassungsvoraussetzungen</b>	Keine formalen Voraussetzungen		
<b>Leistungskontrollen / Prüfungen</b>	Benotete Prüfung (Klausur)		
<b>Lehrveranstaltungen / SWS</b>	Vorlesung: 2 SWS, Übung: 1 SWS		
<b>Arbeitsaufwand</b>	Präsenzzeit Vorlesung 15 Wochen á 2 SWS	30 h	
	Präsenzzeit Übung 15 Wochen á 1 SWS	15 h	
	Vor- und Nachbereitung Vorlesung und Übung	45 h	
	Klausurvorbereitung	30 h	
	Summe		120 h (4 CP)
<b>Modulnote</b>	Klausurnote		

### 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

Weitere Informationen

Unterrichtssprache: Deutsch

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

Messtechnik und Sensorik					MTS
Studiensem. <b>ab 5</b>	Regelstudiensem. <b>5 - 6</b>	Turnus <b>jährlich</b>	Dauer <b>1 Semester</b>	SWS <b>4</b>	ECTS-Punkte <b>6</b>

<b>Modulverantwortliche/r</b>	Prof. Dr. rer. nat. Andreas Schütze		
<b>Dozent/inn/en</b>	Prof. Dr. rer. nat. Andreas Schütze und Mitarbeiter		
<b>Zuordnung zum Curriculum</b>	Bachelor Eingebettete Systeme, WP Stammvorlesungen Master Embedded Systeme, WP Stammvorlesungen		
<b>Zulassungsvoraussetzungen</b>	Keine formalen Voraussetzungen		
<b>Leistungskontrollen / Prüfungen</b>	benotete Klausur, zusätzlich benotete Hausaufgaben zum Erwerb von Bonuspunkten für die Klausur		
<b>Lehrveranstaltungen / SWS</b>	4 SWS, V3 Ü1		
<b>Arbeitsaufwand</b>	Vorlesung + Übungen 15 Wochen 4 SWS	60h	
	Vor- und Nachbereitung	60h	
	Klausurvorbereitung	60 h	
<b>Modulnote</b>	Klausurnote		

### 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 nicht-elektrischer 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)

### Weitere Informationen

Unterrichtssprache Deutsch;

Vorlesungsfolien, Übungsaufgaben und Musterlösungen zum Kopieren und Downloaden

---

Übungen in Kleingruppen (14-täglich) mit korrigierten Hausaufgaben.

Literatur:

E. Schröder: „Elektrische Messtechnik“, Hanser Verlag, München, 2004

H.-R. Tränkler: „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.

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

Elektronik / Bauelemente					ENK
Studiensem. <b>ab 5</b>	Regelstudiensem. <b>5 - 6</b>	Turnus <b>jährlich</b>	Dauer <b>1 Semester</b>	SWS <b>2</b>	ECTS-Punkte <b>3</b>

<b>Modulverantwortliche/r</b>	Prof. Dr.-Ing. Michael Möller
<b>Dozent/inn/en</b>	Prof. Dr.-Ing. Michael Möller Prof. Dr.-Ing. habil. Steffen Wiese
<b>Zuordnung zum Curriculum</b>	Bachelor Eingebettete Systeme, WP Stammvorlesungen Master Embedded Systeme, WP Stammvorlesungen
<b>Zulassungsvoraussetzungen</b>	Keine formalen Voraussetzungen
<b>Leistungskontrollen / Prüfungen</b>	Benotete Prüfungen Modulelementprüfungen
<b>Lehrveranstaltungen / SWS</b>	2 SWS
<b>Arbeitsaufwand</b>	Präsenzzeit Vorlesung und Übung 15 Wochen à 2 SWS zzgl. Vor- und Nachbereitung und Klausurvorbereitung insgesamt 90h
<b>Modulnote</b>	Gewichteter Mittelwert der Einzelnoten nach Studienordnung

---

### 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 Bauelement-Funktionswerkstoffen. 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)

---

### Weitere Informationen

#### Literatur

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.

High-Speed Electronics					
Semester	Reference semester	Term	Duration	Weekly hours	Credits
ab 5	5 - 6	WS	1 Semester	3	4

**Responsible lecturer** Prof. Dr. M. Möller

**Lecturer(s)** Prof. Dr. M. Möller

**Level of the unit** Bachelor Eingebettete Systeme, WP Stammvorlesungen  
Master Embedded Systeme, WP Stammvorlesungen

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

**Assessment / Exams** 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.

**Course type / Weekly hours** Lecture 2h (weekly)  
Tutorial 1h (weekly)

**Total workload** 120 h = 45 h classes and 75 h private study

**Grading** Final exam mark

---

**Aims/Competences to be developed**

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 signal-transmission 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”.

---

**Content:**

- 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) ).

---

**Additional information**

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

Language: English

Literature:

- 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.

High-Frequency Engineering					
Semester	Reference semester	Term	Duration	Weekly hours	Credits
ab 5	5-6	WS	1 Semester	3	4

**Responsible lecturer** Prof. Dr. M. Möller

**Lecturer(s)** Prof. Dr. M. Möller

**Level of the unit** Bachelor Eingebettete Systeme, WP Stammvorlesungen  
Master Embedded Systeme, WP Stammvorlesungen

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

**Assessment / Exams** 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.

**Course type / Weekly hours** Lecture 2h (weekly)  
Tutorial 1h (weekly)

**Total workload** 120 h = 45 h classes and 75 h private study

**Grading** Final exam mark

---

#### Aims/Competences to be developed

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".

---

#### Content

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

---

**Additional information**

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

Language: English

Literature:

- 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.

Future Media Internet - FMI					
Studiensem.	Regelstudiensem.	Turnus	Dauer	SWS	ECTS-Punkte
1 - 3	3	WS	1 Semester	4V2Ü	9

<b>Responsible Lecturer</b>	Prof. Dr.-Ing. Thorsten Herfet
<b>Lecturer</b>	Prof. Dr.-Ing. Thorsten Herfet
<b>Level of the unit / mandatory or not</b>	Bachelor Eingebettete Systeme, WP Stammvorlesungen Master Embedded Systeme, WP Stammvorlesungen
<b>Entrance requirements</b>	For graduate students: none
<b>Assessment / Exams</b>	Weekly exercise sheets, two blocks, each one must be passed individually, oral exam at the end of the modul
<b>Course Typ / weekly hours</b>	Extended Course, 4V2Ü
<b>Total workload</b>	9 CPs = 270 hrs for an average student
<b>Grade of the module</b>	Graded absolute 1.0-n.b. and relative A-F

### **Aims / Competences to be developed**

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.

### **Content**

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.

**Additional Information**

Teaching language: English

Literature:

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.

Image Processing and Computer Vision					CS 572 / IPCV
Studiensem.	Regelstudiensem.	Turnus	Dauer	SWS	ECTS-Punkte
ab 5	5 - 6	At least once every two years	1 Semester	6	9

**Modulverantwortliche/r**

Prof. Dr. Joachim Weickert

**Dozent/inn/en**

Prof. Dr. Joachim Weickert

**Zuordnung zum Curriculum**

Bachelor Eingebettete Systeme,  
WP Stammvorlesungen  
Master Embedded Systeme, WP Stammvorlesungen

**Zulassungsvoraussetzungen**

For graduate students: none

**Leistungskontrollen / Prüfungen**

- Regular attendance of classes and tutorials.
- At least 50% of all possible points from the weekly assignments have to be gained to qualify for the final exam.
- 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**

Lecture 4 h (weekly)  
Tutorial 2 h (weekly)  
Tutorials in groups of up to 20 students

**Arbeitsaufwand**

270 h = 90 h of classes and 180 h private study

**Modulnote**

Wird aus Leistungen in Klausuren, Übungen und praktischen Aufgaben ermittelt. Die genauen Modalitäten werden vom Modulverantwortlichen bekannt gegeben.

**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**

1. Basics
  - 1.1 Image Types and Discretisation
  - 1.2 Degradations in Digital Images
2. Image Transformations
  - 2.1 Fourier Transform
  - 2.2 Image Pyramids
  - 2.3 Wavelet Transform
3. Colour Perception and Colour Spaces
4. Image Enhancement
  - 4.1 Point Operations
  - 4.2 Linear Filtering
  - 4.3 Wavelet Shrinkage, Median Filtering, M-Smoothers
  - 4.4 Mathematical Morphology
  - 4.5 Diffusion Filtering
  - 4.6 Variational Methods
  - 4.7 Deblurring
5. Feature Extraction
  - 5.1 Edges
  - 5.2 Corners
  - 5.3 Lines and Circles
6. Texture Analysis
7. Segmentation
  - 7.1 Classical Methods
  - 7.2 Variational Methods
8. Image Sequence Analysis
  - 8.1 Local Methods
  - 8.2 Variational Methods
9. 3-D Reconstruction
  - 9.1 Camera Geometry
  - 9.2 Stereo
  - 9.3 Shape-from-Shading
10. Object Recognition
  - 10.1 Eigenspace Methods
  - 10.2 Moment Invariances

## **Weitere Informationen**

Unterrichtssprache: Englisch

Literaturhinweise:

Bekanntgabe jeweils vor Beginn der Vorlesung auf der Vorlesungsseite im Internet.

Mikroelektronik 2					
Studiensem. <b>ab 5</b>	Regelstudiensem. <b>5 - 6</b>	Turnus <b>Jedes SS</b>	Dauer <b>1 Semester</b>	SWS <b>3</b>	ECTS-Punkte <b>4</b>

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

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

**Zuordnung zum Curriculum** Bachelor Eingebettete Systeme, WP Stammvorlesungen  
 Master Embedded Systeme, WP Stammvorlesungen

**Zulassungsvoraussetzungen** Keine formalen Voraussetzungen

**Leistungskontrollen / Prüfungen** Klausur am Semesterende

**Lehrveranstaltungen / SWS** 1 Vorlesung: 2SWS  
 [ggf. max. Gruppengröße] 1 Übung: 1SWS

**Arbeitsaufwand** Präsenzzeit Vorlesung: 15 Wochen à 2 SWS = 30h  
 Präsenzzeit Übung: 14 Wochen à 1 SWS = 14 Stunden  
 Vor- und Nachbereitung Vorlesung und Übung: 46 Stunden  
 Klausurvorbereitung: 30 Stunden

**Modulnote** Aus Klausurnote

---

### 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

---

### Weitere Informationen [Unterrichtssprache, Literaturhinweise, Methoden, Anmeldung]

Unterrichtssprache: deutsch

Literatur: Skriptum des Lehrstuhls zur Vorlesung, Vorlesungsfolien

Mikroelektronik 3					
Studiensem. <b>ab 5</b>	Regelstudiensem. <b>5 - 6</b>	Turnus <b>Jedes WS</b>	Dauer <b>1 Semester</b>	SWS <b>3</b>	ECTS-Punkte <b>4</b>

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

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

**Zuordnung zum Curriculum** Bachelor Eingebettete Systeme, WP Stammvorlesungen  
 Master Embedded Systeme, WP Stammvorlesungen

**Zulassungsvoraussetzungen** Keine formalen Vorraussetzungen

**Leistungskontrollen / Prüfungen** benotete mündliche Abschlussprüfung

**Lehrveranstaltungen / SWS** Mikroelektronik III  
 [ggf. max. Gruppengröße] 1 Vorlesung: 2SWS  
 1 Übung: 1SWS

**Arbeitsaufwand**

Präsenzzeit Vorlesung 15 Wochen à 2 SWS:	30h
Präsenzzeit Übung 15 Wochen à 1 SWS:	15h
Vor- und Nachbereitung Vorlesung und Übung:	45h
Prüfungsvorbereitung:	30h
<b>Summe:</b>	<b>120h (4CP)</b>

**Modulnote** Abschlussprüfungsnote

### Lernziele/Kompetenzen

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

### Inhalt

Vorlesung und Übung Mikroelektronik III

- 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, I-Referenz,  $g_m$ -Referenz)
- Switched Capacitor Schaltungen (Switched Capacitor (SC) Grundlagen, SC Integrator und Verstärker, SC Filter, Sample and Hold Schaltungen)
- AD-Wandler (Einführung, Komparator, paralleler AD-Wandler, sukzessive Approximation AD-Wandler, Integrierter Dual Slop AD-Wandler)
- DA-Wandler (Einführung, paralleler AD-Wandler, serieller DA-Wandler)

### Weitere Informationen [Unterrichtssprache, Literaturhinweise, Methoden, Anmeldung]

Unterrichtssprache: deutsch

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

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

Mikroelektronik 4					
Studiensem. <b>ab 5</b>	Regelstudiensem. <b>5 - 6</b>	Turnus <b>Jedes SS</b>	Dauer <b>1 Semester</b>	SWS <b>3</b>	ECTS-Punkte <b>4</b>

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

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

**Zuordnung zum Curriculum** Bachelor Eingebettete Systeme, WP Stammvorlesungen  
 Master Embedded Systeme, WP Stammvorlesungen

**Zulassungsvoraussetzungen** Keine formalen Voraussetzungen

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

**Lehrveranstaltungen / SWS** 1 Vorlesung: 2SWS  
 [ggf. max. Gruppengröße] 1 Übung: 1SWS

**Arbeitsaufwand** Präsenzzeit Vorlesung: 15 Wochen à 2 SWS = 30 h  
 Präsenzzeit Übung: 14 Wochen à 1 SWS = 14 Stunden  
 Vor- und Nachbereitung Vorlesung und Übung: 46 Stunden  
 Klausurvorbereitung: 30 Stunden

**Modulnote** Abschlußprüfung

---

### 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

---

### Weitere Informationen [Unterrichtssprache, Literaturhinweise, Methoden, Anmeldung]

Unterrichtssprache: deutsch

Literatur: Vorlesungsfolien, Veröffentlichungen

Mikromechanische Bauelemente					MM
Studiensem. <b>ab 5</b>	Regelstudiensem. <b>4</b>	Turnus <b>jährlich</b>	Dauer <b>1 Semester</b>	SWS <b>3</b>	ECTS-Punkte <b>4</b>

<b>Modulverantwortliche/r</b>	Prof. Dr. Helmut Seidel		
<b>Dozent/inn/en</b>	Prof. Dr. Helmut Seidel		
<b>Zuordnung zum Curriculum</b>	Bachelor Eingebettete Systeme, WP Stammvorlesungen Master Embedded Systeme, WP Stammvorlesungen		
<b>Zulassungsvoraussetzungen</b>	Keine formalen Voraussetzungen		
<b>Leistungskontrollen / Prüfungen</b>	Schriftlich oder mündlich		
<b>Lehrveranstaltungen / SWS</b>	3 SWS, V2 Ü1		
<b>Arbeitsaufwand</b>	Vorlesung + Übungen 15 Wochen 3 SWS	45 h	
	Vor- und Nachbereitung	45 h	
	Klausurvorbereitung	30 h	
	<b>GESAMT</b>	<b>120 h</b>	
<b>Modulnote</b>	Prüfungsnote		

---

### Lernziele/Kompetenzen

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

---

### Inhalt

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

---

### Weitere Informationen

Literatur:

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

Mikrotechnologie					FT
Studiensem. <b>ab 5</b>	Regelstudiensem. <b>5 - 6</b>	Turnus <b>WS</b>	Dauer <b>1 Semester</b>	SWS <b>3</b>	ECTS-Punkte <b>4</b>

<b>Modulverantwortliche/r</b>	Prof. Dr. Helmut Seidel
<b>Dozent/inn/en</b>	Prof. Dr. Helmut Seidel und N. N.
<b>Zuordnung zum Curriculum</b>	Bachelor Eingebettete Systeme, WP Stammvorlesungen Master Embedded Systeme, WP Stammvorlesungen

<b>Zulassungsvoraussetzungen</b>	Keine formalen Voraussetzungen	
<b>Leistungskontrollen / Prüfungen</b>	Mündliche oder schriftliche Prüfung	
<b>Lehrveranstaltungen / SWS</b>	3 SWS, V2 Ü1	
<b>Arbeitsaufwand</b>	Vorlesung + Übungen 15 Wochen 3 SWS	45 h
	Vor- und Nachbereitung	45 h
	Klausurvorbereitung	30 h
	GESAMT	120
<b>Modulnote</b>	Prüfungsnote	

---

### Lernziele/Kompetenzen

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

- 
- 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)

---

### Weitere Informationen

#### Literatur:

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"

Neural Networks: Implementation and Application					NNIA
Studiensem.	Regelstudiensem.	Turnus	Dauer	SWS	ECTS-Punkte
ab 5	5 – 6	jährlich	1 Semester	4	6

<b>Modulverantwortliche/r</b>	Prof. Dr. Dietrich Klakow
<b>Dozent/inn/en</b>	Prof. Dr. Dietrich Klakow
<b>Zuordnung zum Curriculum</b>	Bachelor Eingebettete Systeme, WP Stammvorlesungen Master Embedded Systems, WP Stammvolesungen
<b>Zulassungsvoraussetzungen</b>	Mfi I-III or comparable; good programming skills.
<b>Leistungskontrollen / Prüfungen</b>	Written Exam
<b>Lehrveranstaltungen / SWS</b>	Lecture: 2 SWS Tutorial: 2 SWS Tutorials with up to 20 students
<b>Arbeitsaufwand</b>	180h = 60h teaching and 120h individual work
<b>Modulnote</b>	Written exam. Exact details will be announced in the first lecture.

### **Lernziele / Kompetenzen**

The participants will be introduced to the key ideas of basic classification algorithms and in particular neural networks. A focus is also the implementation and applications to relevant problems.

#### Inhalt

- Classification
- Regression
- Linear Classifiers
- Perceptron
- Support Vector Machines
- Multy-Layer Perceptrons
- Deep Learning Software
- Autoencoders
- LSTMs
- Recurrent Neural Networks
- Sequence-to-sequence learning

Weitere Informationen

Unterrichtssprache: Englisch

Literaturhinweise:

Ian Goodfellow and Yoshua Bengio and Aaron Courville

Deep Learning

MIT Press, 2016

<http://www.deeplearningbook.org>

Operating Systems					CS 551 / OS
Studiensem.	Regelstudiensem.	Turnus	Dauer	SWS	ECTS-Punkte
ab 5	5 - 6	At least once every two years	1 Semester	6	9

<b>Modulverantwortlicher</b>	Prof. Peter Druschel, Ph.D.
<b>Dozent</b>	Prof. Peter Druschel, Ph.D. Björn Brandenburg, Ph.D.
<b>Zuordnung zum Curriculum</b>	Bachelor Eingebettete Systeme, WP Stammvorlesungen Master Embedded Systeme, WP Stammvorlesungen
<b>Zulassungsvoraussetzungen</b>	For graduate students: none
<b>Leistungskontrollen / Prüfungen</b>	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.
<b>Lehrveranstaltungen /SWS</b>	Lecture 4 h (weekly) Tutorial 2 h (weekly) Tutorials in groups of up to 20 students
<b>Arbeitsaufwand</b>	270 h = 90 h of classes and 180 h private study
<b>Modulnote</b>	Wird aus Leistungen in Klausuren, Übungen und praktischen Aufgaben ermittelt. Die genauen Modalitäten werden vom Modulverantwortlichen bekannt gegeben.

**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

## **Weitere Informationen**

Unterrichtssprache: Englisch

Literaturhinweise:

Bekanntgabe jeweils vor Beginn der Vorlesung auf der Vorlesungsseite im Internet

Security					CS 559 / SEC
Studiensem.	Regelstudiensem.	Turnus	Dauer	SWS	ECTS-Punkte
ab 5	5 - 6	At least once every two years	1 Semester	6	9

<b>Modulverantwortliche/r</b>	Prof. Dr. Matteo Maffei
<b>Dozent/inn/en</b>	Prof. Dr. Michael Backes, Prof. Dr. Christian Hammer, Prof. Dr. Matteo Maffei
<b>Zuordnung zum Curriculum</b>	Bachelor Eingebettete Systeme, WP Stammvorlesungen Master Embedded Systeme, WP Stammvorlesungen
<b>Zulassungsvoraussetzungen</b>	For graduate students: none
<b>Leistungskontrollen / Prüfungen</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Regular attendance of classes and tutorials</li> <li>• Passing the final exam</li> <li>• A re-exam is normally provided (as written or oral examination).</li> </ul>
<b>Lehrveranstaltungen / SWS</b>	Lecture 4 h (weekly) Tutorial 2 h (weekly) Tutorials in groups of up to 20 students
<b>Arbeitsaufwand</b>	270 h = 90 h of classes and 180 h private study
<b>Modulnote</b>	Wird aus Leistungen in Klausuren, Übungen und praktischen Aufgaben ermittelt. Die genauen Modalitäten werden vom Modulverantwortlichen bekannt gegeben.

### Lernziele / Kompetenzen

The students will acquire a deep understanding and hands-on experience on a broad spectrum of attack and defense techniques for IT systems.

### Inhalt

- Security principles
- Authentication and access control
- Network security
- Operating system security
- Web application security
- Malware
- Risk management
- Logging and log analysis
- Cryptographic protocols
- Security of information flow

**Weitere Informationen**

Unterrichtssprache: Englisch

Literaturhinweise:

Bekanntgabe jeweils vor Beginn der Vorlesung auf der Vorlesungsseite im Internet.

Software Engineering					CS 560 / SE
Studiensem.	Regelstudiensem.	Turnus	Dauer	SWS	ECTS-Punkte
ab 5	5 - 6	At least once every two years	1 Semester	6	9

<b>Modulverantwortliche/r</b>	Prof. Dr. Andreas Zeller
<b>Dozent/inn/en</b>	Prof. Dr. Andreas Zeller
<b>Zuordnung zum Curriculum</b>	Bachelor Eingebettete Systeme, WP Stammvorlesungen Master Embedded Systeme, WP Stammvorlesungen
<b>Zulassungsvoraussetzungen</b>	For graduate students: none
<b>Leistungskontrollen / Prüfungen</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Successful project completion (including deliverables such as requirements, design, implementation)</li> <li>• Successful project demonstration</li> <li>• Regular attendance of classes</li> <li>• Passing the final exam</li> </ul>
<b>Lehrveranstaltungen / SWS</b>	Lecture 2 h (weekly) Project 4 h (weekly) Project work in teams of 4–7 students
<b>Arbeitsaufwand</b>	270 h = 90 h of classes and 180 h private study
<b>Modulnote</b>	Wird aus Leistungen in Klausuren und praktischen Aufgaben ermittelt. Die genauen Modalitäten werden vom Modulverantwortlichen bekannt gegeben.

### Lernziele / Kompetenzen

The students know and apply modern software development techniques.

They are aware of systematic elicitation of requirements and how to document them.

They are aware of advanced quality assurance techniques such as test coverage, program analysis, and verification and know about the appropriate standards.

They know modern paradigms of programming and design, and know when to use them.

They know the standards of project management and project organization and can assess the state of given projects as well as suggest consequences to reach specific targets.

They apply these techniques in a project in small teams.

### **Lecture Inhalts**

- Software Processes (Testing process, ISO 9000, maturity model, extreme programming)
- Modeling and design (requirements engineering, formal specification, proofs, model checking)
- Programming paradigms (aspect-oriented, generative, and component-based programming)
- Validation (Testing, Reliability assessment, tools)
- Software maintenance (configuration management, reengineering, restructuring)
- Project skills (organization, structure, estimations)
- Human resources (communication, assessment)
- Controlling (metrics, change requests, risk and quality management)

### **Weitere Informationen**

Unterrichtssprache: Englisch

Literaturhinweise:

Bekanntgabe jeweils vor Beginn der Vorlesung auf der Vorlesungsseite im Internet.

Statistical Natural Language Processing					Abbreviation
Semester	Reference semester	Term	Duration	Weekly hours	Credits
<b>5</b>	<b>5</b>	<b>SS</b>	<b>1 Semester</b>	<b>4</b>	<b>6</b>

**Responsible lecturer** Prof. Dr. Dietrich Klakow

**Lecturer(s)** Prof. Dr. Dietrich Klakow

**Level of the unit** Bachelor Eingebettete Systeme, WP Stammvorlesungen  
 Master Embedded Systeme, WP Stammvorlesungen

**Entrance requirements** For graduate students: none

**Assessment / Exams** Written exam

**Course type / Weekly hours** 2 h lecture and 2 h Tutorial

**Total workload** Classes: 60 h  
 Problem solving and private studies 120 h  
 Total: 180 h

**Grading** Final Exam Mark

---

**Aims/Competences to be developed**

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

---

**Content**

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

---

**Additional information**

**Language:** English

**Literature:** Foundations of Statistical Natural Language Processing  
 Chris Manning and Hinrich Schütze

Systemtheorie und Regelungstechnik 1					SR1
Studiensem. <b>ab 5</b>	Regelstudiensem. <b>5-6</b>	Turnus <b>jährlich</b>	Dauer <b>1 Semester</b>	SWS <b>4</b>	ECTS-Punkte <b>6</b>

<b>Modulverantwortliche/r</b>	Prof. Dr.-Ing. habil. J. Rudolph
<b>Dozent/inn/en</b>	Prof. Dr.-Ing. habil. J. Rudolph
<b>Zuordnung zum Curriculum</b>	Bachelor Eingebettete Systeme, WP Stammvorlesungen Master Embedded Systeme, WP Stammvorlesungen
<b>Zulassungsvoraussetzungen</b>	Keine formalen Voraussetzungen
<b>Leistungskontrollen / Prüfungen</b>	Schriftliche Prüfung
<b>Lehrveranstaltungen / SWS</b>	Systemtheorie und Regelungstechnik 1: 4 SWS – 2V+2Ü
<b>Arbeitsaufwand</b>	180 h = 60 h Präsenz- und 120 h Eigenstudium
<b>Modulnote</b>	Note der Prüfung

#### 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 Jordan-Form, 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.

#### Weitere Informationen

##### 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).

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.

Systemtheorie und Regelungstechnik 2					SR2
Studiensem. ab 5	Regelstudiensem. 5	Turnus jährlich	Dauer 1 Semester	SWS 3	ECTS-Punkte 5

<b>Modulverantwortliche/r</b>	Prof. Dr.-Ing. habil. J. Rudolph				
<b>Dozent/inn/en</b>	Prof. Dr.-Ing. habil. J. Rudolph				
<b>Zuordnung zum Curriculum</b>	Bachelor Eingebettete Systeme, WP Stammvorlesungen Master Embedded Systeme, WP Stammvorlesungen				
<b>Zulassungsvoraussetzungen</b>	Keine formalen Voraussetzungen				
<b>Leistungskontrollen / Prüfungen</b>	Schriftliche oder mündliche Prüfung				
<b>Lehrveranstaltungen / SWS</b>	Systemtheorie und Regelungstechnik 2: 3 SWS – 2V+1Ü				
<b>Arbeitsaufwand</b>	Vorlesung und Übung				45 h
	Vor- und Nachbereitung				60 h
	Prüfungsvorbereitung				45 h
<b>Modulnote</b>	Note der Prüfung				

### 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.

### Weitere Informationen

#### 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).

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

Telecommunications II					CS 650 / TC II
Studiensem.	Regelstudiensem.	Turnus	Dauer	SWS	ECTS-Punkte
ab 5	5 - 6	At least once every two years	1 Semester	6	9

**Modulverantwortliche/r**

Prof. Dr.-Ing. Thorsten Herfet

**Dozent/inn/en**

Prof. Dr.-Ing. Thorsten Herfet

**Zuordnung zum Curriculum**

Bachelor Eingebettete Systeme, WP Stammvorlesung  
Master Embedded Systems, WP Stammvorlesung

**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 "TC I - Digital Transmission and Signal Processing" are strongly recommended but not required.

Related core lecture TC I

**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**

Lecture 4 h (weekly)  
Tutorial 2 h (weekly)  
Tutorials in groups of up to 20 students

**Arbeitsaufwand**

270 hours = 90 h classes and 180 h private study

**Modulnote**

Final Exam Mark

**Lernziele / Kompetenzen**

TC II 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).

## **Weitere Informationen**

Unterrichtssprache: Englisch

Literaturhinweise:

Bekanntgabe jeweils vor Beginn der Vorlesung auf der Vorlesungsseite im Internet.

Theoretische Elektrotechnik 2					TET2
Studiensem. <b>ab 5</b>	Regelstudiensem. <b>5 - 6</b>	Turnus <b>jährlich</b>	Dauer <b>2 Semester</b>	SWS <b>4</b>	ECTS-Punkte <b>5</b>

<b>Modulverantwortliche/r</b>	Prof. Dr. R. Dyczij-Edlinger
<b>Dozent/inn/en</b>	Prof. Dr. R. Dyczij-Edlinger
<b>Zuordnung zum Curriculum</b>	Bachelor Eingebettete Systeme, WP Stammvorlesungen Master Embedded Systeme, WP Stammvorlesungen
<b>Zulassungsvoraussetzungen</b>	Keine formalen Voraussetzungen
<b>Leistungskontrollen / Prüfungen</b>	Mündliche oder schriftliche Prüfung
<b>Lehrveranstaltungen / SWS</b>	2+2 SWS (Vorlesung + Übung)
<b>Arbeitsaufwand</b>	Präsenz: 60 h Vor- / Nachbereitung 60 h Prüfungsvorbereitung 30 h GESAMT 150 h
<b>Modulnote</b>	Theoretische Elektrotechnik II: mündliche oder schriftliche Prüfung

### 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, vektoriell Huygensches Prinzip, Fernfeldnäherungen, Gruppenstrahler); verlustfreie homogene Wellenleiter (axiale Separation, Wellentypen, Ein-Komponenten-Vektorpotentiale, Modenorthogonalität, Dispersionsgleichung, Ausbreitungseigenschaften, Beispiele); verlustfreie homogene Resonatoren (Modenorthogonalität, Störungsrechnung, Beispiele);

### Weitere Informationen

Vorlesungsskripte erhältlich, Übungsbeispiele und alte Prüfungen im Internet abrufbar.  
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.

Verification					CS 581 / VERI
Studiensem.	Regelstudiensem.	Turnus	Dauer	SWS	ECTS-Punkte
ab 5	5 - 6	At least once every two years	1 Semester	6	9

<b>Modulverantwortliche/r</b>	Prof. Dr. Holger Hermanns
<b>Dozent/inn/en</b>	Prof. Dr. Holger Hermanns, Prof. Bernd Finkbeiner, Ph.D
<b>Zuordnung zum Curriculum</b>	Bachelor Eingebettete Systeme, WP Stammvorlesungen Master Embedded Systeme, WP Stammvorlesungen
<b>Zulassungsvoraussetzungen</b>	For graduate students: none
<b>Leistungskontrollen / Prüfungen</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Regular attendance of classes and tutorials</li> <li>• Passing the final exam</li> <li>• A re-exam takes place during the last two weeks before the start of lectures in the following semester.</li> </ul>
<b>Lehrveranstaltungen / SWS</b>	Lecture 4 h (weekly) Tutorial 2 h (weekly) Tutorials in groups of up to 20 students
<b>Arbeitsaufwand</b>	270 h = 90 h of classes and 180 h private study
<b>Modulnote</b>	Wird aus Leistungen in Klausuren, Übungen und praktischen Aufgaben ermittelt. Die genauen Modalitäten werden vom Modulverantwortlichen bekannt gegeben.

#### 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

### **Weitere Informationen**

Unterrichtssprache: Englisch

Literaturhinweise:

Bekanntgabe jeweils vor Beginn der Vorlesung auf der Vorlesungsseite im Internet.

Tutortätigkeit					CS 690
Studiensem.	Regelstudiensem.	Turnus	Dauer	SWS	ECTS-Punkte
Ab 2.		jedes Semester	1 Semester	2	4

<b>Modulverantwortliche/r</b>	Studiendekan
<b>Dozent/inn/en</b>	Qualifizierte Studierende
<b>Zuordnung zum Curriculum</b>	ab dem 2. Studiensemester frei wählbar
<b>Zulassungsvoraussetzungen</b>	Die Tutoren werden vom Dozenten ausgewählt, Voraussetzung ist, dass der Tutor die Lehrveranstaltung mit sehr guter Note absolviert hat und didaktisches Interesse und didaktische Befähigung erkennen lässt.
<b>Leistungskontrollen / Prüfungen</b>	.
<b>Lehrveranstaltungen / SWS</b>	Übungen 2 SWS Leitung von Übungsgruppen mit bis zu 20 Studierenden
<b>Arbeitsaufwand</b>	Ein Tutor unterstützt eine Lehrveranstaltung (typischerweise Grundvorlesung oder Stammvorlesung) über der Zeitraum eines Semesters. Das beinhaltet im Einzelnen: 0) Erlernen der fachdidaktischen Aspekte der jeweiligen Lehrveranstaltung (4h) 1) Moderieren einer wöchentlichen Übungsgruppe (je 90 min) mit etwa 20 Studenten 2) Korrigieren der wöchentlichen Tests, die in den ersten 15 Minuten der Übungsgruppe geschrieben werden. 3) Wöchentliche Beratungsstunden (je 90 Minuten) für die Hörer der Vorlesung 4) Teilnahme an der wöchentlichen Teambesprechung der Vorlesung, an der das gesamte Lehrpersonal teilnimmt (je 45 Minuten)

- 5) Mitwirkung an der Erstellung der Musterlösungen für die wöchentlichen Übungsblätter (je 90 Minuten)
- 6) Beantwortung von Fragen zum Vorlesungsstoff und zum Übungsblatt auf der Mailingliste der Vorlesung (60 Minuten pro Woche)
- 7) Einarbeitung in den Vorlesungsstoff (2 Stunden pro Woche)
- 8) Erfinden neuer Übungsaufgaben (1 Stunde pro Woche)
- 9) Klausuraufsicht und Klausurkorrektur (Zwischenklausur, Endklausur, Nachklausur, je 12 Stunden)

**Modulnote**

unbenotet

**Lernziele / Kompetenzen**

Tutoren lernen, wie Lehrveranstaltungen organisiert werden und welche methodischen Ziele dabei verfolgt werden. Sie lernen, komplexe fachliche Inhalte sowohl in einer größeren Gruppe (Übungsgruppe) als auch in individuellen Beratungsgesprächen zu vermitteln.

Vor Beginn ihrer Tätigkeit, werden die Tutoren in einem oder mehreren Kolloquien in die wesentlichen fachdidaktischen Aspekte der jeweiligen Lehrveranstaltung eingeführt.

Sie lernen in ihrer Tätigkeit, sich an das unterschiedliche Vorwissen und die unterschiedlichen intellektuellen Fähigkeiten der betreuten Studierenden anzupassen. Sie werden ermutigt, komplexe fachliche Zusammenhänge einfach, prägnant und wirkungsvoll zu vermitteln. Gegebenfalls lernen Sie auch die Vermittlung fachlicher Inhalte auf Englisch

**Inhalt**

Siehe Arbeitsaufwand und Lernziele

**Weitere Informationen**

Unterrichtssprache: Deutsch

Literatur:

Dem Themengebiet entsprechende wissenschaftliche Artikel in enger Absprache mit dem Dozenten

Sprachkurse					
Studiensem.	Regelstudiensem.	Turnus	Dauer	SWS	ECTS-Punkte
1-5		jedes Semester	1 Semester	2-4 & indiv.	3/6

<b>Modulverantwortliche/r</b>	Dr. Peter Tischer, Leiter des Sprachenzentrums
<b>Dozent/inn/en</b>	<a href="http://www.szsbs.uni-saarland.de/mitarbeiter/">http://www.szsbs.uni-saarland.de/mitarbeiter/</a>
<b>Zuordnung zum Curriculum</b>	Bachelor Eingebettete Systeme, Freier Wahlbereich
<b>Zulassungsvoraussetzungen</b>	Für Anfänger: keine Französisch, Englisch, Spanisch: Obligatorischer Einstufungstest Fortgeschrittenenkurse: Nachweise über belegte Kurse bzw. Gespräch mit dem Dozenten.
<b>Leistungskontrollen / Prüfungen</b>	Abschlussklausur und Anwesenheit beim Unterricht (mindestens 80%)
<b>Lehrveranstaltungen / SWS</b>	Seminar mit 2 - 4 SWS, eigenständiges Lernen mit monatlichen Treffen und 4wöchige Intensivkurse mit 4 h Unterricht täglich. Gruppen von 6 – 40 Studierenden
<b>Arbeitsaufwand</b>	90 h = 30 h Seminar und 60 h Eigenstudium 180 h = 80 h Seminar und 100 h Eigenstudium
<b>Modulnote</b>	

### Lernziele / Kompetenzen

Auf entsprechendem Niveau:

- Leseverstehen
- Hörverstehen
- Sprechfertigkeit
- Grammatik
- Schreibtraining

### Inhalt

Abhängig vom Kurs

### Weitere Informationen

Unterrichtssprache: Deutsch und unterrichtete Sprache

Literatur: Kursabhängig

Medienform: Bücher, Beamer, Folien, Tafel, Sprachlabor, Video

Praktikum Netzwerktechnik (Hands-On Networking)					
Studiensem.	Regelstudiensem.	Turnus	Dauer	SWS	ECTS-Punkte
4	4	Jährlich	1 Semester	4	6

<b>Modulverantwortliche/r</b>	Prof. Dr.-Ing. Thorsten Herfet
<b>Dozent/inn/en</b>	Prof. Dr.-Ing. Thorsten Herfet
<b>Zuordnung zum Curriculum</b>	Praktikum, beliebige Veranstaltung der Informatik
<b>Zulassungsvoraussetzungen (Nachweis durch Eingangs-Test)</b>	Programmieren für Ingenieure oder Vergleichbare programmier-Vorlesung
<b>Leistungskontrollen / Prüfungen</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Regular attendance of classes and tutorials</li> <li>• Written exam at the end of the course, theoretical exercises, and compiler-laboratory project.</li> <li>• A re-exam takes place during the last two weeks before the start of lectures in the following semester.</li> </ul>
<b>Lehrveranstaltungen / SWS</b>	Lecture 4 h (weekly) Tutorial 2 h (weekly) Tutorials in groups of up to 20 students
<b>Arbeitsaufwand</b>	180 h = 60 h - 2 Wochen Präsenzzeit à 30h 30 h – Nachbereitung 60 h – Projekte 30 h – Vorbereitung Klausur
<b>Modulnote</b>	unbenotet

### Lernziele / Kompetenzen

Die Studierenden erwerben innerhalb der Veranstaltung ein Grundverständnis für Struktur und Betrieb von Netzwerkarchitekturen wie z. B. dem Internet. Dabei werden Grundlagen über wichtige Konzepte, Protokolle und Werkzeuge vermittelt und in der praktischen Anwendung umgesetzt, sodass Problemstellungen erfasst und Lösungen gefunden werden können. Ferner wird den Studierenden durch den Aufbau kleiner Netzwerke sowie die Entwicklung von Netzwerkanwendungen das nötige Wissen vermittelt, um selbstständig Netzwerke zu gestalten und mit ihnen zu interagieren.

### Inhalt

- Grundlagen der Kommunikation, Netzwerktechnik und Informationstheorie
- Charakteristiken von Netzwerk-Kommunikation
- Protokolle (Definition, Design, Charakteristiken)
- Anwendungsschicht (Client-Server vs. Peer-to-Peer, DNS, Email, SMTP, Web, HTTP, SSH, ...)
- Transportschicht (Fehler-, Stau- und Fluss-Kontrolle, UDP, TCP, Raw Sockets, ...)

- Vermittlungsschicht (Routing vs. Forwarding, IPv4, IPv6, ICMP, NAT, ...)
- Netzzugriffsschicht (MAC, IEEE802.3 / Ethernet, IEEE802.11 / WLAN, ARP, VLAN, LLDP, ...)
- Anwendungsprogrammierung (Server, Client, Nebenläufige Server, ...)
- Fortgeschrittene Themen (DHCP, Zeitsynchronisation, VPN, Multimedia, ...)
- Netzwerk-Praxis (Linux, Wireshark, ...)
- Fehlerbehandlung, Netzwerk-Wartung
- Sicherheitsaspekte (Grundkonzepte, Firewalls, Intrusion-Detection, ...)

### **Weitere Informationen**

Unterrichtssprache: Englisch (Betreuung/Fragen auf Deutsch möglich)

Literaturhinweise:

Wird im Rahmen der Veranstaltung bekanntgegeben.