

# Modulhandbuch

für den  
Masterstudiengang

Electrical and  
Microsystems Engineering  
(M.Eng.)

SPO-Version ab: Wintersemester 2018

**Wintersemester 2024/25**

erstellt am 07.10.2024

von Laura Petersen

Fakultät Angewandte Natur-  
und Kulturwissenschaften

## Hinweise

### 1. Die Angaben zum Arbeitsaufwand in der Form von ECTS-Credits in einem Modul in diesem Studiengang beruhen auf folgender Basis:

1 ECTS-Credit entspricht in der Summe aus Präsenz und Selbststudium einer durchschnittlichen Arbeitsbelastung von 30 Stunden (45 Minuten Lehrveranstaltung werden als 1 Zeitstunde gerechnet).

### 2. Erläuterungen zum Aufbau des Modulhandbuchs

Der Studiengang gliedert sich in drei Schwerpunkte:

- Modulblock Basis
- Modulblock Vertiefung
- Modulblock Interdisziplinär

sowie der Projekt- und Masterarbeit. Die Module sind alphabetisch sortiert. Jedem Modul sind eine oder mehrere Lehrveranstaltungen zugeordnet. Die Beschreibung der zugeordneten Lehrveranstaltungen folgt jeweils im Anschluss an das Modul. Durch Klicken auf das Modul oder die Lehrveranstaltungen im Inhaltsverzeichnis gelangen Sie direkt zur jeweiligen Modulbeschreibung.

#### 2.1 Basismodule

Je nach vorangegangenem Bachelor-Studiengang können nicht alle angebotenen Basismodule belegt werden. Angaben zur Belegung finden Sie in den Modulbeschreibungen der Basisblöcke unter „Belegungspflicht und Optionen“.

### 3. Standard-Hilfsmittel:

Die zugelassenen Hilfsmittel zu schriftlichen Prüfungen finden Sie in der jeweils semesteraktuellen Studienplattabelle.

Folgende Hilfsmittel sind bei allen Prüfungen zugelassen:

- Unbeschriebenes Schreibpapier (Name, Matrikelnummer und Modulbezeichnung dürfen vorab schon notiert werden)
- Schreibstifte aller Art (ausgenommen rote Stifte)
- Zirkel, Lineale aller Art, Radiergummi, Bleistiftspitzer, Tintenentferner
- - Zugelassene Taschenrechner der Fakultäten Angewandte Natur- und Kulturwissenschaften sowie Elektro- und Informationstechnik
- Ausnahmen von dieser Regel werden in der Spalte „Zugelassene Hilfsmittel“ in der Studienplattabelle explizit angegeben.

Bei Prüfungen mit dem Vermerk „keine“ sind ausschließlich die Standard-Hilfsmittel zugelassen.

Beachten Sie bitte auch, dass jedwede Nutzung kommunikationstauglicher Geräte (Telefone, Uhren, Brillen, etc.) verboten ist.

### 4. Lehrsprache:

Die Lehrsprachen im Studiengang sind Deutsch und Englisch. Informationen zur Lehrsprache im Modul finden Sie in den jeweiligen Modulbeschreibungen.

### 5. Sonstiges

Es gelten die allgemeinen Regeln der SPO und APO.

**Bitte informieren Sie sich zusätzlich zum Modulhandbuch immer semesteraktuell in der Studienplattabelle des Studiengangs!**

# Modulliste

Masterarbeit.....	5
Disputation (Disputation).....	6
Schriftliche Ausarbeitung (Written Paper).....	8
Projektarbeit (Project Thesis).....	10
Projektarbeit (Project Thesis).....	11

## BASIS

Basismodul 1 (Basic Module 1).....	14
Vertiefte Ingenieurmathematik (Advanced Engineering Mathematics).....	15
Basismodul 2 (Basic Module 2).....	17
Advanced Optoelectronics.....	19
Ausgewählte Kapitel der Elektrotechnik (Selected Topics of Electrical Engineering).....	22
Fortgeschrittene Signalverarbeitung (Advanced Signal Processing).....	24
Mikromechanik (Micromachining).....	26
Programmierbare Hardware mit Anwendungen in der digitalen Signalverarbeitung (Programmable Hardware with Applications in Digital Signal Processing).....	29
Basismodul 3 (Basic Module 3).....	32
Chemie für Ingenieure (Engineering Chemistry).....	34
Digitaltechnik 2 (Digital Design 2).....	37
Netzwerke für eingebettete Systeme (Embedded Communication).....	40
Photonics and Laser Technology.....	42
Basismodul 4 (Basic Module 4).....	46
Applied Optics.....	48
Festkörperphysik 2 (Solid State Physics 2).....	51
Microcontroller (Microcontrollers).....	54

## INTERDISZIPLINÄR

Betriebswirtschaft für Ingenieure (Business Management for Engineers).....	56
Project Management.....	58
Zusatzausbildung Ingenieur als Unternehmer (Additional Training as Engineer as Entrepreneur).....	60
Zusatzausbildung Technischer Vertrieb (Additional Training in Technical Sales).....	62
Internationale Handlungskompetenz (Intercultural Competence).....	64
Analyse kulturell bedingter Konfliktsituationen (Analysis of Culturally Influenced Interactions).....	66
Internationale Handlungskompetenz erkennen und fördern (Assessing and Advancing Intercultural Competence).....	68
Kulturelle Differenz und interkulturelles Handeln (Cultural Differences and Intercultural Action).....	70
Wissenschaftliche Grundlagen interkultureller Handlungskompetenz (Scientific basis of Intercultural Competence).....	72
International Research Methodology and Communication.....	74
English for Master Students.....	75
German for International Students.....	76
Project Management.....	77
Research Methodology.....	79
Qualität und Zuverlässigkeit.....	80
Fortgeschrittene Methoden des Qualitätsmanagements (Advanced Methods of Quality Management).....	82
Sicherheit und Zuverlässigkeit von Systemen (Safety und Reliability of Systems).....	85
Statistik und Operations Research (Statistics and Operations Research).....	89
Operations Research (Operations Research).....	90
Statistische Versuchsmethodik (Design of Experiments).....	92
Wahrscheinlichkeitsrechnung, Statistik und stochastische Prozesse (Probability, Statistics and Stochastic Processes).....	95

Zusatzausbildung Fachkraft für Arbeitssicherheit - Sicherheitsingenieur (Module PI-III) (Additional Training in Specialist for Occupational Safety - Safety Engineer).....	143
Sicherheitsingenieur PI (Specialist for Occupational Safety - Safety Engineer PI).....	145
Sicherheitsingenieur PII (Specialist for Occupational Safety - Safety Engineer PII).....	147
Sicherheitsingenieur PIII (Specialist for Occupational Safety - Safety Engineer PIII).....	148
Sicherheitsingenieur PIV (Specialist for Occupational Safety - Safety Engineer PIV).....	150
Sicherheitsingenieur PV (Specialist for Occupational Safety - Safety Engineer PV).....	152

## VERTIEFUNG

Vertiefung.....	97
Advanced Methods of Quality Management.....	99
Advanced Optical Sensing.....	102
Advanced Packaging.....	104
Advanced Semiconductor Technology.....	106
Analog/Digital- und Digital/Analog-Wandler (Analog/Digital and Digital/Analog Converter).....	108
Electronic Product Engineering.....	112
Elektromagnetische Verträglichkeit (Electromagnetic Compatibility).....	114
Elektronische Schaltungen und Systeme / Electronic Circuits and Systems).....	117
Embedded Linux.....	120
HF-Schaltungstechnik (RF-Circuit Design).....	124
LED Technology.....	127
Master Optoelectronics Projects with LabVIEW.....	129
Physik der Halbleiterbauelemente (Physics of Semiconductor Devices).....	131
Quantentheorie 1 (Quantum Theory 1).....	133
Quantentheorie 2 (Quantum Theory 2).....	137
Vertiefung Microcontrollertechnik für Master (Advanced Microcontroller Techniques for Master).....	141

<b>Modulbezeichnung (ggf. englische Bezeichnung)</b>		<b>Modul-KzBez. oder Nr.</b>
Masterarbeit		MA/M1
<b>Modulverantwortliche/r</b>	<b>Fakultät</b>	
Prof. Dr. Thomas Fuhrmann	Elektro- und Informationstechnik	

Studiensemester gemäß Studienplan	Studienabschnitt	Modultyp	Arbeitsaufwand [ECTS-Credits]
3.		Pflicht	26

Verpflichtende Voraussetzungen
Die Ausgabe des Themas setzt voraus, dass im Studienfortschritt mindestens 40 Credits erreicht worden sind.

Inhalte
Siehe Folgeseiten

Lernziele: Persönliche Kompetenz
Nach der erfolgreichen Absolvierung des Moduls sind die Studierenden in der Lage, Siehe Folgeseiten

Die Zahlen in Klammern geben die zu erreichenden Niveaustufen an: 1 - kennen, 2 - können, 3 - verstehen und anwenden

#### Zugeordnete Teilmodule:

Nr.	Bezeichnung der Teilmodule	Lehrumfang [SWS o. UE]	Arbeitsaufwand [ECTS-Credits]
1.	Disputation (Disputation)		6
2.	Schriftliche Ausarbeitung (Written Paper)		20

Hinweise zur Belegungspflicht oder zu Optionen
Bearbeitungszeit und weitere Bestimmungen siehe auch SPO und APO Zulassungsvoraussetzungen: bei M1.1 (Schriftliche Ausarbeitung) mind. Note "ausreichend" erreicht, um zu M1.2 (Disputation) zugelassen zu werden

Teilmodul		TM-Kurzbezeichnung
Disputation (Disputation)		
Verantwortliche/r	Fakultät	
Prof. Dr. Thomas Fuhrmann	Elektro- und Informationstechnik	
Lehrende/r / Dozierende/r	Angebotsfrequenz	
Betreuender Professor	in jedem Semester	
Lehrform		
Selbständige Präsentation eines wissenschaftlichen Projektes (optional auf Englisch).		

Studiensemester gemäß Studienplan	Lehrumfang [SWS oder UE]	Lehrsprache	Arbeitsaufwand [ECTS-Credits]
3.		deutsch/englisch	6

Zeitaufwand:

Präsenzstudium	Eigenstudium
	180h

Studien- und Prüfungsleistung
Referat mit Verteidigung (30 Minuten)
Zugelassene Hilfsmittel für Leistungsnachweis
Siehe Studienplantabelle

Inhalte
Mündliche Präsentation und Begründung der erarbeiteten Ergebnisse. In diesem Zusammenhang sind geeignete Vortragstechniken zu erlernen.
Lernziele: Fachkompetenz
Nach der erfolgreichen Absolvierung des Teilmoduls sind die Studierenden in der Lage, Ergebnisse eines umfassenden, wissenschaftlichen oder ingenieurstechnischen Projektes, dessen fachliche Grundlagen und fachübergreifenden Zusammenhänge mündlich darzustellen, zu präsentieren und selbständig zu begründen (3).
Lernziele: Persönliche Kompetenz
Nach der erfolgreichen Absolvierung des Teilmoduls sind die Studierenden in der Lage, <ul style="list-style-type: none"> <li>• den eigenen Lernfortschritt und Lernbedarf zu analysieren (3) und gegebenenfalls Handlungsweisendaraus abzuleiten (3),</li> <li>• zielorientiert mit anderen zusammenzuarbeiten (2), deren Interessen und soziale Situation zu erfassen (2), sich mit ihnen rational und verantwortungsbewusst auseinanderzusetzen und zu verständigen (2) sowie die Arbeits- und Lebenswelt mitzugestalten (3),</li> <li>• wissenschaftlich im Sinne der „Regeln guter wissenschaftlicher Praxis“ zu arbeiten (2), fachliche Inhalte darzustellen (2) und vor einem Publikum in korrekter Fachsprache zu präsentieren (2).</li> </ul>

Literatur
Der zur Verfügung stehende Stand der Technik.
Weitere Informationen zur Lehrveranstaltung
Zulassungsvoraussetzung: <i>Schriftliche Ausarbeitung</i> (Modul M1.1) mindestens mit Note "ausreichend"

Die Zahlen in Klammern geben die zu erreichenden Niveaustufen an: 1 - kennen, 2 - können, 3 - verstehen und anwenden

Teilmodul		TM-Kurzbezeichnung
Schriftliche Ausarbeitung (Written Paper)		
Verantwortliche/r	Fakultät	
Prof. Dr. Thomas Fuhrmann	Elektro- und Informationstechnik	
Lehrende/r / Dozierende/r	Angebotsfrequenz	
Betreuender Professor	in jedem Semester	
Lehrform		
Eigenständige Ingenieursarbeit nach wissenschaftlichen Methoden mit Dokumentation und unter fachlicher Anleitung der jeweils betreuenden Dozenten/innen (optional auf Englisch).		

Studiensemester gemäß Studienplan	Lehrumfang [SWS oder UE]	Lehrsprache	Arbeitsaufwand [ECTS-Credits]
3.		deutsch/englisch	20

Zeitaufwand:

Präsenzstudium	Eigenstudium
	750h

Studien- und Prüfungsleistung
Masterarbeit
Zugelassene Hilfsmittel für Leistungsnachweis
Siehe Studienplantabelle

Inhalte
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Selbstständige ingenieurmäßige Bearbeitung eines praxisorientierten wissenschaftlichen Projekts.</li> <li>• Theoretische, konstruktive experimentelle Aufgabenstellung mit ausführlicher Beschreibung und Erläuterung ihrer Lösung.</li> <li>• Aufbereitung und Dokumentation der Ergebnisse in wissenschaftlicher Form</li> </ul>
Lernziele: Fachkompetenz
<p>Nach der erfolgreichen Absolvierung des Teilmoduls sind die Studierenden in der Lage,</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• sowohl fachliche Einzelheiten als auch fachübergreifende Zusammenhänge zu verstehen (3)</li> <li>• Ergebnisse nach wissenschaftlichen und fachpraktischen Anforderungen aufzubereiten und zu dokumentieren (3)</li> <li>• ein größeres ingenieurwissenschaftliches Projekt innerhalb einer vorgegeben Frist selbstständig zu bearbeiten (3)</li> </ul>



<b>Lernziele: Persönliche Kompetenz</b>
Nach der erfolgreichen Absolvierung des Teilmoduls sind die Studierenden in der Lage, <ul style="list-style-type: none"><li>• den eigenen Lernfortschritt und Lernbedarf zu analysieren (3) und gegebenenfalls Handlungsweisendaraus abzuleiten (3),</li><li>• zielorientiert mit anderen zusammenzuarbeiten (2), deren Interessen und soziale Situation zu erfassen (2), sich mit ihnen rational und verantwortungsbewusst auseinanderzusetzen und zu verständigen (2) sowie die Arbeits- und Lebenswelt mitzugestalten (3),</li><li>• wissenschaftlich im Sinne der „Regeln guter wissenschaftlicher Praxis“ zu arbeiten (2), fachliche Inhalte darzustellen (2) und vor einem Publikum in korrekter Fachsprache zu präsentieren (2).</li></ul>
<b>Angebotene Lehrunterlagen</b>
Sämtliche Manuskripte, Übungsaufgaben etc. des Studienverlaufs
<b>Lehrmedien</b>
Alle erforderlichen Unterlagen zur Themenbearbeitung
<b>Literatur</b>
Der zur Verfügung stehende Stand der Technik

Die Zahlen in Klammern geben die zu erreichenden Niveaustufen an: 1 - kennen, 2 - können, 3 - verstehen und anwenden

<b>Modulbezeichnung (ggf. englische Bezeichnung)</b>		<b>Modul-KzBez. oder Nr.</b>
Projektarbeit (Project Thesis)		PA/P1
<b>Modulverantwortliche/r</b>	<b>Fakultät</b>	
Prof. Dr. Thomas Fuhrmann	Elektro- und Informationstechnik	

Studiensemester gemäß Studienplan	Studienabschnitt	Modultyp	Arbeitsaufwand [ECTS-Credits]
1.,2.,3.		Pflicht	6

<b>Verpflichtende Voraussetzungen</b>
Keine
<b>Empfohlene Vorkenntnisse</b>
Grundlagen des ingenieurmäßigen Arbeitens aus einem vorhergehenden Bachelorstudium

<b>Inhalte</b>
Siehe Folgeseite

<b>Lernziele: Persönliche Kompetenz</b>
Nach der erfolgreichen Absolvierung des Moduls sind die Studierenden in der Lage, Siehe Folgeseite

Die Zahlen in Klammern geben die zu erreichenden Niveaustufen an: 1 - kennen, 2 - können, 3 - verstehen und anwenden

**Zugeordnete Teilmodule:**

Nr.	Bezeichnung der Teilmodule	Lehrumfang [SWS o. UE]	Arbeitsaufwand [ECTS-Credits]
1.	Projektarbeit (Project Thesis)	4 SWS	6

<b>Hinweise zur Belegungspflicht oder zu Optionen</b>
Jederzeit während des Masterstudiums

<b>Teilmodul</b>		<b>TM-Kurzbezeichnung</b>
Projektarbeit (Project Thesis)		PA
<b>Verantwortliche/r</b>	<b>Fakultät</b>	
Prof. Dr. Thomas Fuhrmann	Elektro- und Informationstechnik	
<b>Lehrende/r / Dozierende/r</b>	<b>Angebotsfrequenz</b>	
Betreuender Professor-betreuende Professorin	in jedem Semester	
<b>Lehrform</b>		
Projekt		

Studiensemester gemäß Studienplan	Lehrumfang [SWS oder UE]	Lehrsprache	Arbeitsaufwand [ECTS-Credits]
1.,2.,3.	4 SWS	deutsch/englisch	6

Zeitaufwand:

Präsenzstudium	Eigenstudium
60h	120h

<b>Studien- und Prüfungsleistung</b>
Portfolioprüfung
<b>Zugelassene Hilfsmittel für Leistungsnachweis</b>
Siehe Studienplantabelle

## Inhalte

In der Projektarbeit bearbeiten die Studierenden, eingebunden in das Projekt- oder Laborteam, einen Teilaspekt aus einem an der OTH Regensburg laufenden, einschlägigen Forschungs- oder Entwicklungsvorhaben, z.B. ein Arbeitspaket aus einem Fördervorhaben. Das Niveau der Arbeit entspricht der Tätigkeit eines/r Ingenieurs/in.

Alternativ kann die Projektarbeit in einem Unternehmen mit Betreuung durch eine/n Professors/ in aus den Fakultäten Elektro- und Informationstechnik oder Angewandte Natur- und Kulturwissenschaften durchgeführt werden.

Das Thema kann im Rahmen der vorhandenen Vorhaben frei gewählt werden. Dozenten/innen bieten laufend Themen zur Bearbeitung an. Als Betreuer/in und Ansprechpartner/in fungiert die Projekt- oder Laborleitung.

Die Arbeitsergebnisse sind in geeigneter Weise zu dokumentieren (optional auf Englisch).

Dies kann auch mit einem Prototypen, einem Softwareprogramm, o.ä. geschehen.

### **Beschreibung des Moduls: Projektkurs über die Anwendung von Nanopartikeln für Informationstechnologien oder Sensorik**

4 SWS - 6 ECTS - Zu erbringende Leistungen: Projektvorschlag, praktischer Teil (verpflichtend) und schriftlicher Projektbericht

Maximale Anzahl von Teilnehmern: 10

Voraussetzungen: Die Studierenden müssen mit den Grundlagen der Chemie vertraut sein, d.h. den Kurs "Chemie für Ingenieure" oder einen vergleichbaren Chemiekurs erfolgreich absolviert haben.

Lernziele: Die Studierenden sind mit der Synthese und den Eigenschaften verschiedener nanostrukturierter Materialien vertraut und kennen Beispiele für Anwendungen in der Energiegewinnung, in elektrischen Bauteilen und in der Sensorik. Sie verstehen die Vorteile und Risiken der Verwendung von Nanopartikeln. Darüber hinaus erwerben sie Kenntnisse über die Eigenschaften von nanostrukturierten Materialien, die sich für die genannten Anwendungen eignen. Nach dem Besuch dieser Lehrveranstaltung verstehen die Studierenden, wie die Nanotechnologie neue Konzepte und Anwendungen in der Elektrotechnik ermöglicht. Darüber hinaus entwickeln die Studierenden einen Arbeitsplan zu einer wissenschaftlichen Fragestellung und schlagen einen geeigneten experimentellen Ansatz zur Beantwortung dieser Fragestellung vor. Im praktischen Teil machen sich die Studierenden mit grundlegenden Arbeitsverfahren und Charakterisierungstechniken in einem Chemielabor vertraut. Sie synthetisieren anorganische Nanopartikel mit Bottom-up-Methoden und wenden das hergestellte Material in einem Beispiel aus der Mikrosystemtechnik oder Sensorik an. Sie schließen das Projekt mit einem schriftlichen Bericht ab, der die Theorie zum Thema des Einzelprojekts, die durchgeführten Experimente und die erzielten Ergebnisse beschreibt.

Inhalt: Dieses Modul setzt sich aus Vorlesungen (2 SWS), einem praktischen Teil (2 SWS) und Selbststudium zusammen. Zusätzlich zu den Vorlesungen erarbeiten die Studierenden einen individuellen Projektplan, führen die Experimente durch und fassen die Theorie und Ergebnisse in einem Projektbericht zusammen.

In den Vorlesungen werden die folgenden Ziele behandelt:

Was sind nanostrukturierte Materialien? Definition und größenabhängige Eigenschaften  
Charakterisierungsmethoden für nanoskalige Objekte

Plasmonische Metall-Nanopartikel: Plasmonenresonanz und photothermischer Effekt, Synthese und Charakterisierung, Anwendungen in der Energiegewinnung, Sensorik und als Komponente in leitfähigen Tinten.

Magnetische Metalloxid-Nanopartikel: Magnetismus und Superparamagnetismus, Synthese und Charakterisierung von superparamagnetischen Eisenoxid-NP (SPIONs), Anwendungen für Datenspeicherung und Sensorik.

Halbleiter-Nanopartikel: Größenabhängige Fluoreszenz, Synthese und Charakterisierung, Verwendung von Halbleiterpartikeln in der Sensorik.

**Lernziele: Fachkompetenz**

Nach der erfolgreichen Absolvierung des Teilmoduls sind die Studierenden in der Lage,

- das im Studium erworbene Wissen anwendungsspezifisch einzusetzen (2),
- ein wissenschaftliches Projekt inhaltlich zu planen (2), und durchzuführen (3)
- die Projektergebnisse nach den Regeln guter wissenschaftlicher Arbeit zu dokumentieren(2) und zu präsentieren (2).

**Lernziele: Persönliche Kompetenz**

Nach der erfolgreichen Absolvierung des Teilmoduls sind die Studierenden in der Lage,

- den eigenen Lernfortschritt und Lernbedarf zu analysieren (3) und gegebenenfalls Handlungsweisendaraus abzuleiten (3),
- zielorientiert mit anderen zusammenzuarbeiten (2), deren Interessen und soziale Situation zu erfassen (2), sich mit ihnen rational und verantwortungsbewusst auseinanderzusetzen und zu verständigen (2) sowie die Arbeits- und Lebenswelt mitzugestalten (3),
- wissenschaftlich im Sinne der „Regeln guter wissenschaftlicher Praxis“ zu arbeiten (2), fachliche Inhalte darzustellen (2) und vor einem Publikum in korrekter Fachsprache zu präsentieren (2).

**Angebotene Lehrunterlagen**

Projekt-, fallspezifische Arbeitsunterlagen und Fachbücher

**Lehrmedien**

Tafel, Notebook, Beamer, Exponate

**Literatur**

- Wiesner, Hans-Jörg: "Wissenschaftliche Publikationen: Grundlagen der Gestaltung", BeuthVerlag, 2009
- Franck, Norbert: "Die Technik wissenschaftlichen Arbeitens", UTB, 2011

Die Zahlen in Klammern geben die zu erreichenden Niveaustufen an: 1 - kennen, 2 - können, 3 - verstehen und anwenden

<b>Modulbezeichnung (ggf. englische Bezeichnung)</b>		<b>Modul-KzBez. oder Nr.</b>
Basismodul 1 (Basic Module 1)		B1
<b>Modulverantwortliche/r</b>	<b>Fakultät</b>	
Prof. Dr. Ioana Serban Dr. Gabriela Tapken (LBA)	Angewandte Natur- und Kulturwissenschaften Informatik und Mathematik	

Studiensemester gemäß Studienplan	Studienabschnitt	Modultyp	Arbeitsaufwand [ECTS-Credits]
1.,2.,3.		Schwerpunkt Pflichtmodul	8

<b>Verpflichtende Voraussetzungen</b>
Keine
<b>Empfohlene Vorkenntnisse</b>
Mathematik aus den Bachelorstudiengängen. Insbesondere: Fourier-Reihen, Fourier-Transformationen, Gauß-Verfahren, Satz von Taylor, Definition von Ableitungen, Integration.

<b>Inhalte</b>
Siehe Folgeseite

<b>Lernziele: Fachkompetenz</b>
Nach der erfolgreichen Absolvierung des Moduls sind die Studierenden in der Lage, Siehe Folgeseite
<b>Lernziele: Persönliche Kompetenz</b>
Nach der erfolgreichen Absolvierung des Moduls sind die Studierenden in der Lage, Siehe Folgeseite

Die Zahlen in Klammern geben die zu erreichenden Niveaustufen an: 1 - kennen, 2 - können, 3 - verstehen und anwenden

**Zugeordnete Teilmodule:**

Nr.	Bezeichnung der Teilmodule	Lehrumfang [SWS o. UE]	Arbeitsaufwand [ECTS-Credits]
1.	Vertiefte Ingenieurmathematik (Advanced Engineering Mathematics)	6 SWS	8

<b>Hinweise zur Belegungspflicht oder zu Optionen</b>
Die Lehrveranstaltung <i>Höhere Mathematik</i> wird im Wintersemester auf Deutsch (Dr. Gabriela Tapken) und im Sommersemester auf Englisch angeboten (Dr. Michael Seidl).

Teilmodul		TM-Kurzbezeichnung
Vertiefte Ingenieurmathematik (Advanced Engineering Mathematics)		MM
Verantwortliche/r	Fakultät	
Prof. Dr. Ioana Serban	Angewandte Natur- und Kulturwissenschaften	
Lehrende/r / Dozierende/r	Angebotsfrequenz	
Andreas Schmalzl (LB) Prof. Dr. Ioana Serban	in jedem Semester	
Lehrform		
Seminaristischer Unterricht		

Studiensemester gemäß Studienplan	Lehrumfang [SWS oder UE]	Lehrsprache	Arbeitsaufwand [ECTS-Credits]
1.,2.,3.	6 SWS	deutsch/englisch	8

Zeitaufwand:

Präsenzstudium	Eigenstudium
150h	60 Stunden Eigenstudium, 30 Stunden Prüfungsvorbereitung

Studien- und Prüfungsleistung
schriftliche Prüfung, 120 Min.
Zugelassene Hilfsmittel für Leistungsnachweis
Siehe Studienplantabelle

Inhalte
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Rechengenauigkeit</li> <li>• Kondition und Fehlerkontrollen, Vektor- und Matrixnorm</li> <li>• Nullstellenverfahren</li> <li>• Lösung großer linearer Gleichungssysteme</li> <li>• Interpolation und Approximation, Splines</li> <li>• Fourier-Analyse</li> <li>• Nichtlineare Optimierung</li> <li>• Numerische Integration</li> <li>• Lösungsmethoden von gewöhnlichen und partiellen Differentialgleichungen</li> </ul>
Lernziele: Fachkompetenz
<p>Nach der erfolgreichen Absolvierung des Teilmoduls sind die Studierenden in der Lage,</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• bei numerischen Rechnungen aller behandelten Arten abzuschätzen wie groß die auftretenden Fehler sind und wovon diese abhängen. (2)</li> <li>• verschiedene bekannte Lösungsverfahren für verschiedene Problemtypen zu kennen (1) und für eine konkrete Problemstellung ein passendes Verfahren auszuwählen (2)</li> </ul>

- die Unterschiede und Vor- bzw. Nachteile zwischen klassischen und numerischen Lösungsverfahren von Anfangs- bzw. Randwertproblemen aufzulisten (1) und im Falle von numerischen Lösung ein zur Aufgabenstellung passendes Verfahren zu wählen (2)
- bei ihnen unbekanntem numerischen Verfahren aus prinzipiell bekannten Teilbereichen der Numerik hinsichtlich ihrer Qualität zu analysieren (3)
- zu erkennen bei welchen Arten von Problemen die Verwendung eines numerischen Verfahrens sinnvoll sein könnte oder eben auch nicht. (2)

#### Lernziele: Persönliche Kompetenz

Nach der erfolgreichen Absolvierung des Teilmoduls sind die Studierenden in der Lage,

- über abstrakte Sachverhalte zu kommunizieren. (2)
- zu wissen, welchen Genauigkeitsgrad an Information man gegenüber wem kommunizieren sollte. (1)
- die große und stärker werdende Bedeutung der Mathematik für die aktuellen technischen und gesellschaftlichen Herausforderungen zu erkennen. (1)
- durch ein tieferes Verständnis von Numerik und damit auch von durch numerische Rechnungen bzw. Simulationen erhaltenen Resultate und Erkenntnisse zu bewerten und damit zu einem verantwortungsvollen Umgang mit von computergestützter Wissenschaft zu gelangen. (3)

#### Angebote Lehrunterlagen

Lückenskript, Aufgaben + Lösungen

#### Lehrmedien

Beamer, Tafel, Computer

#### Literatur

- Dahmen, D; Reusken, A: Numerik für Ingenieure und Naturwissenschaftler, Springer (2008)
- Hucke, T; Schneider, S: Numerische Methoden, Springer (2006)
- MatLab User's Guide: Partial Differential Equation Toolbox
- [https://www.mathworks.com/help/pdf\\_doc/pde/pde.pdf](https://www.mathworks.com/help/pdf_doc/pde/pde.pdf) (9.3.2020)
- Meyberg, K; Vachenauer, P: Höhere Mathematik, Springer (2003)
- Hermann, M: Numerische Mathematik, Oldenburg (2011)
- Press, W; Teukolski, S; Vetterling, W; Flannery, B: Numerical recipes, Cambridge University Press (2007)
- Riley, K.F.; Hobson, M.P.; Bence, S.J.: Mathematical Methods for Physics and Engineering, Cambridge University Press (2006)

Die Zahlen in Klammern geben die zu erreichenden Niveaustufen an: 1 - kennen, 2 - können, 3 - verstehen und anwenden



Modulbezeichnung (ggf. englische Bezeichnung)		Modul-KzBez. oder Nr.
Basismodul 2 (Basic Module 2)		B2
Modulverantwortliche/r	Fakultät	
Prof. Dr. Florian Aschauer Prof. Dr. Peter Kuczynski Prof. Dr. Rupert Schreiner Prof. Dr. Martin Schubert	Elektro- und Informationstechnik Elektro- und Informationstechnik Angewandte Natur- und Kulturwissenschaften Elektro- und Informationstechnik	

Studiensemester gemäß Studienplan	Studienabschnitt	Modultyp	Arbeitsaufwand [ECTS-Credits]
1.,2.,3.		Schwerpunkt Pflichtmodul	8

Verpflichtende Voraussetzungen
Keine
Empfohlene Vorkenntnisse
Für MN: Grundlagen der Mathematik, der Physik und Werkstoffe Für AKE: Kenntnisse in Mathematik, Physik, Elektronische Bauelemente und Schaltungstechnik, die in den Bachelorstudiengängen Elektro- und Informationstechnik, Mikrosystemtechnik oder Sensorik und Analytik vermittelt werden. Kenntnisse Modul AT, DE (Bachelor) For AOE: Profound knowledge in Engineering Mathematics (calculus, partial differential equations) and College Physics: mechanics, electricity, optics (Bachelor level). Für PHDS: Modul Digitaltechnik

Inhalte
Siehe Folgeseiten

Lernziele: Persönliche Kompetenz
Nach der erfolgreichen Absolvierung des Moduls sind die Studierenden in der Lage, Siehe Folgeseiten

Die Zahlen in Klammern geben die zu erreichenden Niveaustufen an: 1 - kennen, 2 - können, 3 - verstehen und anwenden

Zugeordnete Teilmodule:

Nr.	Bezeichnung der Teilmodule	Lehrumfang	Arbeitsaufwand
		[SWS o. UE]	[ECTS-Credits]
1.	Advanced Optoelectronics	8 SWS	8
2.	Ausgewählte Kapitel der Elektrotechnik (Selected Topics of Electrical Engineering)	6 SWS	8
3.	Fortgeschrittene Signalverarbeitung (Advanced Signal Processing)	4 SWS	4
4.	Mikromechanik (Micromachining)	6 SWS	8
5.	Programmierbare Hardware mit Anwendungen in der digitalen Signalverarbeitung (Programmable Hardware with Applications in Digital Signal Processing)	4 SWS	4

Hinweise zur Belegungspflicht oder zu Optionen

Ergänzende Regelungen:

Ein Modul aus B 2.1 bis B 2.4 ist zu wählen.

Das Modul "Mikromechanik" (MN/MT2) kann nicht gewählt werden mit einem einschlägigen Studiengang der Mikrosystemtechnik.

Das Modul "Ausgewählte Kapitel der Elektrotechnik" (AKE) kann nicht gewählt werden mit einem einschlägigen Studiengang der Elektrotechnik.

Das Modul "Advanced Optoelectronics" (AOE) kann nicht gewählt werden mit einem einschlägigen Studiengang der Mikrosystemtechnik.

Die Teilmodule "Fortgeschrittene Signalverarbeitung" (FSV) und "Programmierbare Hardware mit Anwendungen in der digitalen Signalverarbeitung" (PHDS) bilden das Modul "Verfahren der Signalverarbeitung und deren Implementierungen" (VSI). Für das Modul müssen beide Teile belegt werden.

<b>Teilmodul</b>		<b>TM-Kurzbezeichnung</b>	
Advanced Optoelectronics		AOE	
<b>Verantwortliche/r</b>		<b>Fakultät</b>	
Prof. Dr. Rupert Schreiner		Angewandte Natur- und Kulturwissenschaften	
<b>Lehrende/r / Dozierende/r</b>		<b>Angebotsfrequenz</b>	
Prof. Dr. Rupert Schreiner		nur im Wintersemester	
<b>Lehrform</b>			
Seminaristischer Unterricht mit ca. 20% Übungsanteil			

Studiensemester gemäß Studienplan	Lehrumfang [SWS oder UE]	Lehrsprache	Arbeitsaufwand [ECTS-Credits]
1.,2.,3.	8 SWS	englisch	8

Zeitaufwand:

Präsenzstudium	Eigenstudium
90h	150h

<b>Studien- und Prüfungsleistung</b>
schriftliche Prüfung, 120 Min.
<b>Zugelassene Hilfsmittel für Leistungsnachweis</b>
Siehe Studienplantabelle

Inhalte
<p>Part I: Fundamentals</p> <ol style="list-style-type: none"><li>1. Wave Optics (Propagation of Light)<ol style="list-style-type: none"><li>1.1. Light Rays</li><li>1.2. Light waves</li><li>1.3. Light as an Electromagnetic Wave (Maxwell-Theory of EM-waves)</li><li>1.4. Dielectric waveguides</li></ol></li><li>2. Photons (Emission and Detection of Light)<ol style="list-style-type: none"><li>2.1 Discrepancies between Maxwell's Theory and Experiments</li><li>2.2 Light as a particle (Photon), Light-Particle dualism</li><li>2.3 Emission and absorption of light</li><li>2.4 Illumination and color perception</li><li>2.5 Optical gain and laser radiation</li></ol></li><li>3. Opto-Semiconductors<ol style="list-style-type: none"><li>3.1 Energy band model; direct and indirect semiconductors</li><li>3.2 Undoped and doped opto-Semiconductors</li><li>3.3 Semiconductor diode theory</li><li>3.4 Heterostructures / Technology of III-V-semiconductors</li></ol></li></ol> <p>Part II: Applications</p> <ol style="list-style-type: none"><li>4. LED's<ol style="list-style-type: none"><li>4.1 Excess recombination</li><li>4.2 Electro-optical characteristics</li><li>4.3 Radiative and non-radiative recombination</li><li>4.4 Measures for increasing efficiency</li><li>4.5 Emission spectrum</li><li>4.6 OLED</li><li>4.7 Modulation behavior</li></ol></li><li>5. Optical Amplification and Semiconductor Lasers<ol style="list-style-type: none"><li>5.1 First Laser condition (inversion condition)</li><li>5.2 Second laser condition (optical gain)</li><li>5.3 Technical realization of inversion</li><li>5.4 Electro-optical characteristic in cw-mode</li><li>5.5 Emission spectrum</li><li>5.6 wavelength tunable lasers</li><li>5.7 Modulation behavior</li></ol></li><li>6. Photodetectors, solarcells and semiconductor optical modulators<ol style="list-style-type: none"><li>6.1 Internal photoeffect</li><li>6.2 Electrical characteristics of illuminated pn-junctions („photo elements“)</li><li>6.3 Solar cells</li><li>6.4 pin-photo diodes</li><li>6.5 electro-optic modulators</li></ol></li></ol> <p>Part of the lecture is the participation in the Colloquium Microsystems Engineering. Please refer to the enclosed list for the dates and venue The content of the lectures and the subsequent questions are part of the lecture and are relevant for the examination.</p>
Lernziele: Fachkompetenz
<p>Nach der erfolgreichen Absolvierung des Teilmoduls sind die Studierenden in der Lage,</p> <ul style="list-style-type: none"><li>• After successful completion of the module, students are able to the students shall learn to know the fundamentals, the design, the technology and the operation of optoelectronic materials and modern optoelectronic devices (e.g. LED, Semiconductor Lasers, integrated optoelectronic circuits and photo-detectors). (2)</li></ul>

<ul style="list-style-type: none"><li>• Based on this knowledge they should be able to read scientific publications in this field and to understand the design, the fabrication process and the operation of optoelectronic devices. (2)</li><li>• A high degree of personal contributions is expected from the master students. The basics of optics and physics must be repeated or worked out in self-study. (2)</li><li>• to design parts of optoelectronic components and structures by themselves. (3)</li><li>• to select and to choose suitable optoelectronic components for specific engineering applications. (3)</li><li>• to join in and work together with an interdisciplinary team of physicists, chemists and engineers for the fabrication of modern optoelectronic devices. (3)</li></ul>
<b>Lernziele: Persönliche Kompetenz</b>
Nach der erfolgreichen Absolvierung des Teilmoduls sind die Studierenden in der Lage, <ul style="list-style-type: none"><li>• After successful completion of the module students are able to make a responsible assessment of the situation on the basis of the large number of known and available data and facts, and on this basis to make decisions and find target-oriented solutions that are in harmony with economic and ecological aspects. (2)</li></ul>
<b>Angebotene Lehrunterlagen</b>
Transcript, video recordings, exercises, supplemental tables and graphs.
<b>Lehrmedien</b>
Tafel, Notebook, Beamer
<b>Literatur</b>
<ul style="list-style-type: none"><li>• S.M. Sze, K.K. Ng „Physics of Semiconductor Devices (3rd Ed.): Chapter 1, Chapter, Chapter 12 and Chapter 13”, Wiley, 2007</li><li>• D. Meschede “Gerthsen Physik”, Springer, 2015</li></ul>

Die Zahlen in Klammern geben die zu erreichenden Niveaustufen an: 1 - kennen, 2 - können, 3 - verstehen und anwenden

Teilmodul		TM-Kurzbezeichnung
Ausgewählte Kapitel der Elektrotechnik (Selected Topics of Electrical Engineering)		AKE
Verantwortliche/r	Fakultät	
Prof. Dr. Martin Schubert	Elektro- und Informationstechnik	
Lehrende/r / Dozierende/r	Angebotsfrequenz	
Prof. Dr. Martin Schubert	in jedem Semester	
Lehrform		
seminaristischer Unterricht 2/3 theory, 1/3 practical training in the lab		

Studiensemester gemäß Studienplan	Lehrumfang [SWS oder UE]	Lehrsprache	Arbeitsaufwand [ECTS-Credits]
1., 2., 3.	6 SWS	deutsch/englisch	8

**Zeitaufwand:**

Präsenzstudium	Eigenstudium
84 h campus program	104 h preparation and follow-up, 52 h exam preparation

Studien- und Prüfungsleistung
schriftliche Prüfung, 120 Min. (written exam, 120 minutes)
Zugelassene Hilfsmittel für Leistungsnachweis
Siehe Studienplantabelle (see curriculum table)

Inhalte
<p><b>Part A: Classroom: Basics of electrical engineering and electronics</b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Fundamentals of electrical &amp; electronics engineering: Kirchhoff's laws, circuits, LTI systems, etc.</li> <li>2. Introduction of Laplace transform and Laplace variable <math>s</math> and application to simple circuits</li> <li>3. Working with complex impedances</li> <li>4. Build passive and active filters with complex impedances</li> <li>5. Fundamentals of digital filtering, translation methods <math>s \rightarrow z</math>, programming digital filters</li> <li>6. Basic principles of electric machines</li> <li>7. [Depending on time budget: The fundamental ideas of the 4 Maxwell equations]</li> </ol> <p><b>Part B: Laboratory: Practical Training</b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Measurement with modern equipment like oscilloscopes and vector network analyzer (Bode1) to experience the theoretical material practically in the laboratory</li> <li>2. Modeling the measured data with Matlab</li> </ol>

<b>Lernziele: Fachkompetenz</b>
Nach der erfolgreichen Absolvierung des Teilmoduls sind die Studierenden in der Lage, After successfully completing this module, the students are able to ... <ul style="list-style-type: none"><li>• Learn (2) und understand (3) basics of electronics</li><li>• Understand (3) and apply basic analog and digital filters.</li><li>• Understand (3) the fundamental ideas of frequently used electric machines</li><li>• Use (4) Matlab</li></ul>
<b>Lernziele: Persönliche Kompetenz</b>
Nach der erfolgreichen Absolvierung des Teilmoduls sind die Studierenden in der Lage, See Präambel
<b>Angebotene Lehrunterlagen</b>
Scripts, exercises, practical trainings, references
<b>Lehrmedien</b>
Tablet PC, beamer, Elektroniklabor (S081)
<b>Literatur</b>
[1] The MathWorks, available: <a href="https://de.mathworks.com">https://de.mathworks.com</a> [2] <i>Agile software development</i> , available: <a href="https://en.wikipedia.org/wiki/Agile_software_development">https://en.wikipedia.org/wiki/Agile_software_development</a> [3] <i>Scrum software development</i> , available: <a href="https://en.wikipedia.org/wiki/Scrum_(software_development)">https://en.wikipedia.org/wiki/Scrum_(software_development)</a> [4] M. Schubert, <i>Linear Feedback Loops</i> , available: <a href="https://hps.hs-regensburg.de/~scm39115/homepage/education/lessons/LinearFeedbackLoops/LinearFeedbackLoops.pdf">https://hps.hs-regensburg.de/~scm39115/homepage/education/lessons/LinearFeedbackLoops/LinearFeedbackLoops.pdf</a> . [5] H. Mann, H. Schiffelgen R. Froriep, K. Webers, <i>Einführung in die Regelungstechnik</i> , Carl Hanser Verlag München 2019, ISBN 978-3-446-45002-B, E-Book-ISBN: 978-3-446-45694-5 [6] <i>Buck Converter</i> , available: <a href="https://en.wikipedia.org/wiki/Buck_converter">https://en.wikipedia.org/wiki/Buck_converter</a> [7] Robert Sheehan, <i>Understanding and Applying Current-Mode Control Theory</i> , Texas Instruments Literature Number: SNVA555, available: <a href="http://www.ti.com/lit/an/snva555/snva555.pdf">http://www.ti.com/lit/an/snva555/snva555.pdf</a> [8] Henry J. Zhang, <i>Basic Concepts of Linear Regulator and Switching Mode Power Supplies</i> , Analog Devices, Application Note 140, Oct. 2013, available: <a href="https://www.analog.com/media/en/technical-documentation/application-notes/AN140.pdf">https://www.analog.com/media/en/technical-documentation/application-notes/AN140.pdf</a> . [9] <i>Eagle design software</i> available: <a href="https://de.wikipedia.org/wiki/Eagle_(Software)">https://de.wikipedia.org/wiki/Eagle_(Software)</a> . [10] <i>Simulink User's Guide</i> , available: <a href="https://www.mathworks.com/help/pdf_doc/simulink/sl_using.pdf">https://www.mathworks.com/help/pdf_doc/simulink/sl_using.pdf</a> . [11] <i>Matlab</i> , available: <a href="https://de.mathworks.com/help/matlab/">https://de.mathworks.com/help/matlab/</a> . [12] Middlebrook's and Rosenstark's loop gain measurements, EDN, Dec. 26, 2018, available: <a href="https://www.edn.com/middlebrooks-and-rosenstarks-loop-gain-measurements/">https://www.edn.com/middlebrooks-and-rosenstarks-loop-gain-measurements/</a>
<b>Weitere Informationen zur Lehrveranstaltung</b>
Mandatory requirements: Technical Bachelor degree Language: Documents English, teaching language is German or English, depending on audience.

Die Zahlen in Klammern geben die zu erreichenden Niveaustufen an: 1 - kennen, 2 - können, 3 - verstehen und anwenden

Teilmodul		TM-Kurzbezeichnung
Fortgeschrittene Signalverarbeitung (Advanced Signal Processing)		FSV
Verantwortliche/r	Fakultät	
Prof. Dr. Peter Kuczynski	Elektro- und Informationstechnik	
Lehrende/r / Dozierende/r	Angebotsfrequenz	
Prof. Dr. Peter Kuczynski	nur im Wintersemester	
Lehrform		
Seminaristischer Unterricht mit Übungen		

Studiensemester gemäß Studienplan	Lehrumfang [SWS oder UE]	Lehrsprache	Arbeitsaufwand [ECTS-Credits]
1.,2.,3.	4 SWS	deutsch	4

Zeitaufwand:

Präsenzstudium	Eigenstudium
60h	60h

Studien- und Prüfungsleistung
schriftliche Prüfung, 90 Min.
Zugelassene Hilfsmittel für Leistungsnachweis
Siehe Studienplantabelle

Inhalte
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Abtastratenerhöhung (Interpolation mit einem ganzzahligen Faktor), spezielle Entwurfsverfahren für digitale Filter</li> <li>• spezielle Anwendungen der DFT in der Praxis (schnelle Faltung, Zweikanal-DFT, Spektralschätzung, Interpolation)</li> <li>• Energiesignale und Leistungssignale</li> <li>• Grundlagen der Signalverarbeitung stochastischer Signale</li> <li>• Korrelation, Leistungsdichtespektrum, Energiedichtespektrum</li> <li>• Anwendung von Rauschen als Testsignal bzw. Referenzsignal</li> <li>• Schätzung der Korrelationsfunktionen in der Praxis</li> <li>• Adaptive Filter (Wiener-Filter), Optimierung nach der Methode der kleinsten mittleren Fehlerquadrate, spezielle Lösungsmethoden</li> <li>• Anwendungen von adaptiven Filtern (Systemidentifikation, inverse Modellierung, Störunterdrückung, Unterdrückung periodischer Interferenz, LPC-Analyse, Sprachmodellierung)</li> <li>• Wiener-Lee-Beziehungen und deren Anwendungen in der Praxis</li> <li>• Anwendung von Simulationsprogrammen Matlab und Simulink</li> <li>• Hilbert-Transformation, analytisches Signal</li> </ul>



<b>Lernziele: Fachkompetenz</b>
Nach der erfolgreichen Absolvierung des Teilmoduls sind die Studierenden in der Lage, <ul style="list-style-type: none"><li>• Verfahren zur Erhöhung der Abtastraten (Interpolation mit einem ganzzahligen Faktor) zu entwickeln und zu realisieren (3)</li><li>• ausgewählte fortgeschrittene Verfahren der Signalverarbeitung mithilfe der DFT zu entwickeln, zu realisieren und zu bewerten (3)</li><li>• die fundamentalen theoretischen Beziehungen der Signalverarbeitung stochastischer Signale zu verstehen und diese anzuwenden (3)</li><li>• adaptive Filter theoretisch zu verstehen, sie anzuwenden und die Lösungs- bzw. Optimierungsverfahren zu bewerten (3)</li><li>• die Wirkungsweise der grundlegenden Anwendungen adaptiver Filter zu verstehen und zu bewerten (3).</li><li>• die Theorie der Hilbert-Transformation zu verstehen und deren Anwendung zu kennen (3)</li><li>• die lineare Prädiktion zur Codierung von Sprachsignalen zu verstehen und anzuwenden (3)</li><li>• die theoretisch behandelten Verfahren der fortgeschrittenen Signalverarbeitung mithilfe von MATLAB und Simulink zu realisieren und zu bewerten (3)</li></ul>
<b>Angebotene Lehrunterlagen</b>
Hilfsblätter zur Vorlesung
<b>Lehrmedien</b>
Overheadprojektor, Tafel, Rechner/Beamer
<b>Literatur</b>
Oppenheim, Schafer: Discrete Time Signal Processing, Prentice Hall 1989
<b>Weitere Informationen zur Lehrveranstaltung</b>
Die Lehrveranstaltung ist ein Teil des Moduls B2.4: <i>Verfahren der Signalverarbeitung und deren Implementierungen (Methods of Signal Processing and their Implementations)</i>

Die Zahlen in Klammern geben die zu erreichenden Niveaustufen an: 1 - kennen, 2 - können, 3 - verstehen und anwenden

<b>Teilmodul</b>		<b>TM-Kurzbezeichnung</b>
Mikromechanik (Micromachining)		MT
<b>Verantwortliche/r</b>	<b>Fakultät</b>	
Prof. Dr. Rupert Schreiner	Angewandte Natur- und Kulturwissenschaften	
<b>Lehrende/r / Dozierende/r</b>	<b>Angebotsfrequenz</b>	
Prof. Dr. Rupert Schreiner	nur im Sommersemester	
<b>Lehrform</b>		
Seminaristischer Unterricht mit ca. 20% Übungsanteil		

Studiensemester gemäß Studienplan	Lehrumfang [SWS oder UE]	Lehrsprache	Arbeitsaufwand [ECTS-Credits]
1.,2.,3.	6 SWS	deutsch	8

Zeitaufwand:

Präsenzstudium	Eigenstudium
90h	150h

<b>Studien- und Prüfungsleistung</b>
schriftliche Prüfung, 90 Min.
<b>Zugelassene Hilfsmittel für Leistungsnachweis</b>
Siehe Studienplantabelle

Inhalte
<p>I. Kontinuumsmechanik:</p> <ol style="list-style-type: none"><li>1)Elastizität: Isotrope Festkörper, Anisotrope Festkörper</li><li>2)Effekte zur mechanisch-elektrischen Signalwandlung: Piezoelektrischer Effekt,Piezoresistiver Effekt</li><li>3)Analytische Näherungslösungen der Elastizitätstheorie für spezielle Fälle: Methode zur Bestimmung der mechanischen Verspannung einer dünnen Schicht auf einem runden Substrat,Verformung einer isotropen rechteckigen dünnen Platte, Einseitig eingespannte dünne Platte (Biegebalken), Allseitig eingespannte dünne Platte (Membran).</li></ol> <p>II. Einführung in die Mikrotechnologie mit Silizium und III-V- Halbleitern</p> <ol style="list-style-type: none"><li>1)Werkstoffe in der Mikrotechnologie: Werkstofftypen, Technologien, Einfluss des Kristallaufbaus auf die Strukturierungsmöglichkeiten</li><li>2)Anisotropes nasschemisches Ätzen von Silizium und III-V- Halbleitern: Anisotrope Nassätzlösungen, Konzentrations- und Temperaturabhängigkeit, Lage von Kristallebenen relativ zur Waferoberfläche, Kantenätzraten auf Waferoberflächen, Ätzgeometrien beivorgegebenen Ätzmaskengeometrien, Ätzgeometrien für lochartige Strukturen nach langer Ätzzeit, Kompensationsstrukturen zum Schutz konvexer Ecken, Ätzstoppschichten</li><li>3)Trockenätzverfahren: Funktionsweise, Mittlere freie Weglänge, Anisotropie und Selektivität, Plasma- und Barrelätzen, Sputter- und Ionenstrahlätzen, RIBE und CAIBE, Reaktives Ionenätzen (RIE), DRIE, Erhöhung der Anisotropie durch Seitenwandpassivierung</li></ol> <p>III. Kolloquium Mikrosystemtechnik (4 Vorträge)</p>
Lernziele: Fachkompetenz
<p>Nach der erfolgreichen Absolvierung des Teilmoduls sind die Studierenden in der Lage,</p> <ul style="list-style-type: none"><li>• Kenntnis der grundlegenden mechanisch/physikalischen Eigenschaften von Si und III/V-HL (1).</li><li>• Anwendung dieser Kenntnisse für das Design und die Herstellung halbleiterbasierter Mikrosysteme, Bauelemente und Mikrostrukturen (3).</li><li>• Theoretisches Hintergrundwissen dahingehend anwenden können, um die Strukturen in der Praxis zu realisieren (3).</li><li>• Von den Masterstudierenden wird ein hohes Maß an Eigenleistung erwartet, da die fehlenden Grundlagen in Halbleitertechnologie und Physik im Selbststudium erarbeitet werden müssen.</li><li>• Selbstständige Dimensionierung und Entwurf von Mikrostrukturen für Anwendungen in der Halbleitertechnologie (3).</li><li>• Selbständiges Entwerfen von Prozessabläufen zur Herstellung der Strukturen und Bauelemente (3).</li></ul>
Lernziele: Persönliche Kompetenz
<p>Nach der erfolgreichen Absolvierung des Teilmoduls sind die Studierenden in der Lage,</p> <ul style="list-style-type: none"><li>• Auf der Grundlage der Vielzahl bekannter und verfügbarer Daten und Fakten eine verantwortungsvolle Situationseinschätzung vorzunehmen und auf dieser Basis Entscheidungen zu treffen und zielführende Lösungen zu finden, die mit ökonomischen und ökologischen Aspekten in Einklang stehen. (2)</li></ul>

Angebote Lehrunterlagen
Mitschrift, Lehrvideos, Übungsaufgaben mit Lösungen, ergänzende Schaubilder und Tabellen
Lehrmedien
Tafel, Notebook, Beamer
Literatur
<ul style="list-style-type: none"><li>• Mescheder Ulrich: Mikrosystemtechnik, Teubner, Stuttgart, 2. Auflage 2004(Mikromechanik und Technologie)</li><li>• Robert E. Newnham: Properties of materials – Anisotropy, Symmetry, Structure, OxfordUniversity Press, New York, 2005 (Kontinuumsmechanik, ausführlich)</li><li>• Gerlach G., Dötzel W.: Einführung in die Mikrosystemtechnik, Hanser, 2006 (sehr knappaber umfassend, viele Anwendungen, ausführliche Herleitungen zur Kontinuumsmechanik,Tensorrechnung im Anhang)</li><li>• Volklein F., Zetterer T.: Praxiswissen Mikrosystemtechnik, Vieweg, 2. Auflage 2006(umfangreich, wenig Herleitungen, aber viele Anwendungen)</li></ul>
Weitere Informationen zur Lehrveranstaltung
Empfohlene Vorkenntnisse: Grundlagen Mathematik, Physik und Werkstoffe

Die Zahlen in Klammern geben die zu erreichenden Niveaustufen an: 1 - kennen, 2 - können, 3 - verstehen und anwenden

Teilmodul		TM-Kurzbezeichnung
Programmierbare Hardware mit Anwendungen in der digitalen Signalverarbeitung (Programmable Hardware with Applications in Digital Signal Processing)		PHDS
Verantwortliche/r	Fakultät	
Prof. Dr. Florian Aschauer	Elektro- und Informationstechnik	
Lehrende/r / Dozierende/r	Angebotsfrequenz	
Prof. Dr. Florian Aschauer	nur im Wintersemester	
Lehrform		
Seminaristischer Unterricht mit Übungen		

Studiensemester gemäß Studienplan	Lehrumfang [SWS oder UE]	Lehrsprache	Arbeitsaufwand [ECTS-Credits]
1.,2.,3.	4 SWS	deutsch	4

Zeitaufwand:

Präsenzstudium	Eigenstudium
30h	60 h Vor- und Nachbereitung, 30 h Prüfungsvorbereitung

Studien- und Prüfungsleistung
praktischer Leistungsnachweis (m.E.) Präsentation, 20 Min.
Zugelassene Hilfsmittel für Leistungsnachweis
Siehe Studienplantabelle

## Inhalte

### 10 Doppelstunden seminaristischer Unterricht:

- Programmierbare Bausteine
- PLD: Programmable Logic Device, CPLD: Complex Programmable Logic Device, FPGA: Field Programmable Gate Array, ARTIX-7-Architektur
- Einführung in VHDL
- Hardware-Grundlagen
- Spikes, Synchrone Logik, Zustandsautomaten, Systematischer Entwurf komplexer Digitalschaltungen, AXI-Lite-Interface

### 20 Doppelstunden Laborpraxis:

- Hardwarebasis: NEXYS4-FPGA-Development Board
- Aufgaben gemeinsam:
- Einarbeitung Entwicklungssystem VIVADO (XILINX Inc.)
- Kombinatorischer 7-Segment-Decoder
- 7-Segment-Decoder Multiplex
- Register-Leser AXI-INTERFACE
- Anwendung des "Register-Lesers" zur Kommunikation mit einer UART-Schnittstelle
- Einzelprojekte Projekte z. B.:
- Ansteuerung 16-Bit-DA-Wandler SPI PMOD DA3
- Testbench für PMODDA3 SPI-Output -> Analogdarstellung
- Ansteuerung 2-fach-12-Bit-DA-Wandler SPI PMOD DA2
- DA-Wandlung über PWM-Ausgang
- AD-Wandler ON-Chip AXI-Lite-Interface
- AXI-Register-Schreiber
- FIR-Filter parallel
- FIR-Filter seriell
- Daten-Schieberegister mit Speicherung im Block-RAM
- Weitere Projekte nach Bedarf

## Lernziele: Fachkompetenz

Nach der erfolgreichen Absolvierung des Teilmoduls sind die Studierenden in der Lage,

- Die grundlegenden Hardware-Konstrukte mit zugehörigen VHDL-Beschreibungen zu realisieren. (1)
- Den Umgang mit der Entwurfssoftware VIVADO zu beherrschen (2)
- Einen Überblick über die Toolchain, Bedienung VHDL-Editor, Simulator, Synthese und den Hardware-Download zu haben. (2)
- Den selbstständiger Entwurf komplexer Digitalschaltungen auf VHDL/FPGA-Basis durchzuführen. (3)
- Die Timingplanung, die RTL-Partitionierung, die VHDL-Codierung, die Verifikation und Dokumentation zu erstellen. (3)

## Lernziele: Persönliche Kompetenz

Nach der erfolgreichen Absolvierung des Teilmoduls sind die Studierenden in der Lage,

- den eigenen Lernfortschritt und Lernbedarf zu analysieren (3) und gegebenenfalls Handlungsweisen daraus abzuleiten (3),

<ul style="list-style-type: none"><li>• zielorientiert mit anderen zusammenzuarbeiten (2), deren Interessen und soziale Situation zu erfassen (2), sich mit ihnen rational und verantwortungsbewusst auseinanderzusetzen und zu verständigen (2) sowie die Arbeits- und Lebenswelt mitzugestalten (3),</li><li>• wissenschaftlich im Sinne der „Regeln guter wissenschaftlicher Praxis“ zu arbeiten (2), fachliche Inhalte darzustellen (2) und vor einem Publikum in korrekter Fachsprache zu präsentieren (2).</li></ul>
<b>Angebotene Lehrunterlagen</b>
Lückenskript, Anleitung für Laborübungen, Design-Beispiele, Literaturliste
<b>Lehrmedien</b>
Rechnerarbeitsplatz mit Entwurfssoftware VIVADO, NEXYS4-FPGA-Development Board, Testbenches, Messgeräte
<b>Literatur</b>
<ul style="list-style-type: none"><li>• Wakerly, John F.: „Digital Design, Principles and Practices“, New Jersey: Prentice Hall 2005</li><li>• Mano, M. Morris: „Computer System Architecture“, New Jersey: Prentice Hall 1993</li><li>• Hodges, D. A., Jackson, H. G.: „Analysis and Design of Digital Integrated Circuits“, New York: McGraw Hill 2003</li><li>• XILINX Inc.: HighLevel-Synthesis: UG871 (v2016.1) April 6, 2016</li><li>• XILINX Inc.: Vivado Design Suite User Guide: Synthesis: UG901 (v2016.1) April 1, 2015</li><li>• XILINX Inc.: UltraFast Design Methodology Guide for the Vivado Design Suite</li><li>• Digilent Inc.: Nexys4™ FPGA Board Reference Manual, DOC#:502-274, rev. B; Revised November 19, 2013</li></ul>
<b>Weitere Informationen zur Lehrveranstaltung</b>
Die Lehrveranstaltung ist ein Teil des Moduls B2.4: <i>Verfahren der Signalverarbeitung und deren Implementierungen (Methods of Signal Processing and their Implementations)</i>

Die Zahlen in Klammern geben die zu erreichenden Niveaustufen an: 1 - kennen, 2 - können, 3 - verstehen und anwenden

<b>Modulbezeichnung (ggf. englische Bezeichnung)</b>		<b>Modul-KzBez. oder Nr.</b>
Basismodul 3 (Basic Module 3)		B 3
<b>Modulverantwortliche/r</b>	<b>Fakultät</b>	
Prof. Dr. Florian Aschauer	Elektro- und Informationstechnik	
Prof. Dr. Norbert Balbierer	Elektro- und Informationstechnik	
Prof. Dr. Peter Bickel	Angewandte Natur- und Kulturwissenschaften	
Prof. Dr. Corinna Kaulen	Angewandte Natur- und Kulturwissenschaften	

Studiensemester gemäß Studienplan	Studienabschnitt	Modultyp	Arbeitsaufwand [ECTS-Credits]
1.,2.,3.		Schwerpunkt Pflichtmodul	5

<b>Verpflichtende Voraussetzungen</b>
Keine
<b>Empfohlene Vorkenntnisse</b>
Für DT2: Digitaltechnik Grundlagen; insbesondere Zahlensysteme, Bool'sche Algebra, Schaltnetze, KV-Diagramm, einfache Zählerschaltungen; Kenntnisse Modul Digitaltechnik Für CI: Werkstoffe Für LT: Basic Physic lectures (TP1, TP2), Electro-dynamics, Maxwell equations, Planck black body radiation, Basic facts of solid state physics, Linear algebra, matrix and vector calculus, Technical Optics Für NES: Digitaltechnik, Mikrocomputer, Informatik, Automatisierungssysteme

<b>Inhalte</b>
siehe Folgeseiten

<b>Lernziele: Fachkompetenz</b>
Nach der erfolgreichen Absolvierung des Moduls sind die Studierenden in der Lage, Siehe Folgeseiten
<b>Lernziele: Persönliche Kompetenz</b>
Nach der erfolgreichen Absolvierung des Moduls sind die Studierenden in der Lage, Siehe Folgeseiten

Die Zahlen in Klammern geben die zu erreichenden Niveaustufen an: 1 - kennen, 2 - können, 3 - verstehen und anwenden



Zugeordnete Teilmodule:

Nr.	Bezeichnung der Teilmodule	Lehrumfang	Arbeitsaufwand
		[SWS o. UE]	[ECTS-Credits]
1.	Chemie für Ingenieure (Engineering Chemistry)	4 SWS	5
2.	Digitaltechnik 2 (Digital Design 2)	4 SWS	5
3.	Netzwerke für eingebettete Systeme (Embedded Communication)	4 SWS	5
4.	Photonics and Laser Technology	4 SWS	5

Hinweise zur Belegungspflicht oder zu Optionen

Ergänzende Regelungen:

Ein Modul aus B 3.1 bis B 3.4 ist zu wählen.

Das Modul Chemie für Ingenieure (CI) kann nicht gewählt werden mit einem einschlägigen Studiengang der Mikrosystemtechnik bzw. Sensorik und Analytik.

Das Modul Digitaltechnik 2 (DT2) kann nicht gewählt werden mit einem einschlägigen Studiengang der Elektrotechnik.

Das Modul "Photonics and Laser" (LT) kann nicht gewählt werden, wenn es im Bachelorstudiengang Mikrosystemtechnik der OTHR bereits belegt wurde.

Teilmodul		TM-Kurzbezeichnung
Chemie für Ingenieure (Engineering Chemistry)		CI
Verantwortliche/r	Fakultät	
Prof. Dr. Corinna Kaulen	Angewandte Natur- und Kulturwissenschaften	
Lehrende/r / Dozierende/r	Angebotsfrequenz	
Prof. Dr. Corinna Kaulen	nur im Sommersemester	
Lehrform		
Seminaristischer Unterricht Lectures and practical lessons		

Studiensemester gemäß Studienplan	Lehrumfang [SWS oder UE]	Lehrsprache	Arbeitsaufwand [ECTS-Credits]
1.,2.,3.	4 SWS	deutsch/englisch	5

Zeitaufwand:

Präsenzstudium	Eigenstudium
60h	90h

Studien- und Prüfungsleistung
schriftliche Prüfung, 90 Min. (Written exam, 90 Min.)
Zugelassene Hilfsmittel für Leistungsnachweis
Siehe Studienplantabelle (See study plan table)

Inhalte
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Aufbau der Materie: Elemente, Verbindungen, Aggregatzustände, Atombau und Periodensystem der Elemente, Massen und Mengen</li> <li>• Zustandsverhalten und Gasgesetze, Grundlagen der Thermodynamik</li> <li>• Konzepte der chemischen Bindung: Kovalente, metallische und ionische Bindung, Oxidationszahlen und intermolekulare Wechselwirkungen</li> <li>• Grundlagen chemischer Reaktionen: Stöchiometrie, chemisches Gleichgewicht, Säure-Base-Reaktionen, Redox-Reaktionen</li> <li>• Elektrochemie: Galvanische Elemente, Elektroden, Elektrolyse</li> </ul>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• The structure of matter: elements, compounds, states of matter, atomic structure and periodic table of the elements, masses and quantities</li> <li>• State behavior and gas laws, basics of thermodynamics</li> <li>• Concepts of chemical bonding: covalent, metallic, and ionic bonding, oxidation numbers and intermolecular interactions</li> <li>• Fundamentals of chemical reactions: Stoichiometry, chemical equilibrium, acid-base reactions, redox reactions Electrochemistry: galvanic elements, electrodes, electrolysis</li> </ul>

### Lernziele: Fachkompetenz

Nach der erfolgreichen Absolvierung des Teilmoduls sind die Studierenden in der Lage,

- atomaren und molekularen Aufbau der Materie wiederzugeben (1) und auf spezifische Fragestellungen anzuwenden (2)
- das Zustandsverhalten von Stoffen vorherzusagen (3)
- Energieverhältnisse bei chemischen Reaktionen zu analysieren und den Energieumsatz zu bestimmen (2)
- die Prinzipien stofflicher Änderungen sowie das chemische Verhalten wichtiger Stoffe zu verstehen und vorherzusagen (3)
- Säuren und Basen zu unterscheiden sowie die pH-Werte wässriger Lösungen von Säuren und Basen zu berechnen (2)
- Die Oxidationszahlen chemischer Verbindungen zu bestimmen und Redoxgleichungen aufzustellen (2)
- Ein elektrochemisches Element zu beschreiben (1), die Klemmspannung zu berechnen (2) und sie kennen die Einflüsse auf die Klemmspannung (1)
- Sie kennen verschiedene Konzepte elektrische Energie in chemische Energie umzuwandeln (1)
- Sie können physikalische Größen wie pH-Wert, Energieumsatz und Zustandsgrößen von Systemen bestimmen und einordnen (3)

- produce the atomic and molecular structure of matter (1) and apply it to specific problems (2)
- predict the state behavior of substances (3)
- analyze energy ratios in chemical reactions and determine the energy conversion (2)
- understand and predict the principles of material changes and the chemical behavior of important substances (3)
- differentiate between acids and bases and calculate the pH values of aqueous solutions of acids and bases (2)
- determine the oxidation numbers of chemical compounds and set up redox equations (2)
- describe an electrochemical element (1), calculate the electromotive force of an electrochemical element (2) and know the influences on the electromotive force (1)
- know different concepts for converting electrical energy into chemical energy (1)
- can determine and classify physical quantities such as pH value, energy conversion and state variables of systems (3)

### Lernziele: Persönliche Kompetenz

Nach der erfolgreichen Absolvierung des Teilmoduls sind die Studierenden in der Lage,

- Sich die naturwissenschaftliche Arbeitsweise anzueignen (3)
- eigenständig und verantwortlich zu handeln (3)
- zielorientiert zu arbeiten und den eigenen Lernfortschritt und Lernbedarf zu analysieren (3)
- sich über naturwissenschaftliche Fragestellungen auszutauschen (2)
- den Bezug zur Chemie in Alltagsfragen erkennen und faktenbasiert zu bewerten (3)

- to adopt the scientific way of working (3)
- act independently and responsibly (3)
- work focused and analyze their own learning progress and learning needs (3)

<ul style="list-style-type: none"><li>• exchange ideas and discuss scientific issues (2) recognize the connection to chemistry in everyday questions and evaluate them based on facts (3)</li></ul>
<b>Angebotene Lehrunterlagen</b>
<ul style="list-style-type: none"><li>• Skript, Aufgabensammlung, Foliensatz (Script, set of exercises, slides)</li></ul>
<b>Lehrmedien</b>
Tafel, Beamer, E-Tests (Blackboard, Beamer, E-tests)
<b>Literatur</b>
<ul style="list-style-type: none"><li>• Chemie, C. E. Mortimer, J. Beck, U. Müller, Thieme (2015)</li><li>• Chemistry – The Central Science, T. L. Brown, H. E. Le May, B. E. Bursten, Prentice Hall (2006)</li><li>• Chemistry, C. Housecroft, C. Constable, Prentice Hall (2006)</li></ul>

Die Zahlen in Klammern geben die zu erreichenden Niveaustufen an: 1 - kennen, 2 - können, 3 - verstehen und anwenden

<b>Teilmodul</b>		<b>TM-Kurzbezeichnung</b>	
Digitaltechnik 2 (Digital Design 2)		DT2	
<b>Verantwortliche/r</b>		<b>Fakultät</b>	
Prof. Dr. Florian Aschauer		Elektro- und Informationstechnik	
<b>Lehrende/r / Dozierende/r</b>		<b>Angebotsfrequenz</b>	
Prof. Dr. Florian Aschauer		nur im Sommersemester	
<b>Lehrform</b>			
Seminaristischer Unterricht mit Übungen			

Studiensemester gemäß Studienplan	Lehrumfang [SWS oder UE]	Lehrsprache	Arbeitsaufwand [ECTS-Credits]
1., 2., 3.	4 SWS	deutsch	5

**Zeitaufwand:**

Präsenzstudium	Eigenstudium
56h	62 h Vor- und Nachbereitung, 32 h Prüfungsvorbereitung

<b>Studien- und Prüfungsleistung</b>
schriftliche Prüfung, 90 Min.
<b>Zugelassene Hilfsmittel für Leistungsnachweis</b>
Siehe Studienplantabelle

Inhalte
<p><b>CMOS-Grundsaltungen kombinatorisch</b></p> <ul style="list-style-type: none"><li>• Inverter, NAND, NOR, Complex Gates</li></ul>
<p><b>CMOS-Grundsaltungen sequentiell</b></p> <ul style="list-style-type: none"><li>• Latch, D-Flipflop, Register, Schieberegister, diverse Universalregister</li></ul>
<p><b>Bipolar-Grundsaltungen kombinatorisch</b></p> <ul style="list-style-type: none"><li>• Grundprinzip ECL-Schaltungstechnik, OR/NOR</li></ul>
<p><b>Komplexe Grundfunktionen; Addierer, Multiplizierer</b></p> <ul style="list-style-type: none"><li>• Halbaddierer, Volladdierer, Carry Look Ahead</li><li>• Realisierung der Addiererstufen als Complex Gates</li><li>• Ripple-Carry-Multiplizierer, Carry-Save-Multiplizierer, Serieller Multiplizierer</li></ul>
<p><b>Zustandsautomaten</b></p> <ul style="list-style-type: none"><li>• Moore- Mealy-Maschine</li><li>• Entwurf über Zustandstabelle</li><li>• Entwurf über Zustandsdiagramm</li><li>• Entwurf mit Hardwarebeschreibungssprachen</li></ul>
<p><b>Einführung in die Hardwarebeschreibungssprache VHDL</b></p> <ul style="list-style-type: none"><li>• Sprachelemente Concurrent und Sequential</li><li>• Codierungsbeispiele der Grundblöcke</li></ul>
<p><b>Systematischer Entwurf komplexer Digitalssysteme</b></p> <ul style="list-style-type: none"><li>• Registerplanung</li><li>• Timingplanung mit Tabellenkalkulation</li><li>• Anwendungsbeispiel RS232-Schnittstelle - Anwendungsbeispiel SPI-Schnittstelle</li></ul>
<p><b>Lernziele: Fachkompetenz</b></p>
<p>Nach der erfolgreichen Absolvierung des Teilmoduls sind die Studierenden in der Lage,</p> <ul style="list-style-type: none"><li>• die Grundsaltungen der digitalen Mikroelektronik anzugeben (1)</li><li>• die Grundblöcke komplexer Systeme zu nennen (1)</li><li>• den Schaltungsentwurf von Digitalschaltungen auf FPGA- oder ASIC-Basis durchzuführen (2)</li><li>• das Systemdesign von Digitalschaltungen auf FPGA- oder ASIC-Basis zu generieren (2)</li><li>• komplexe digitale Systeme auf Gatter- und Register-Transfer-Ebene mit Hilfe von Hardwarebeschreibungssprachen systematisch zu entwerfen (3)</li><li>• die Machbarkeit digitaler Systeme zu beurteilen (3)</li><li>• komplexe Projekte in Teilprojekte aufzuteilen, Teilspezifikationen und Schnittstellen zu definieren (3)</li></ul>

<b>Lernziele: Persönliche Kompetenz</b>
Nach der erfolgreichen Absolvierung des Teilmoduls sind die Studierenden in der Lage, <ul style="list-style-type: none"><li>• den eigenen Lernfortschritt und Lernbedarf zu analysieren (3) und gegebenenfalls Handlungsweisen daraus abzuleiten (3),</li><li>• zielorientiert mit anderen zusammenzuarbeiten (2), deren Interessen und soziale Situation zu erfassen (2), sich mit ihnen rational und verantwortungsbewusst auseinanderzusetzen und zu verständigen (2) sowie die Arbeits- und Lebenswelt mitzugestalten (3),</li><li>• wissenschaftlich im Sinne der „Regeln guter wissenschaftlicher Praxis“ zu arbeiten (2), fachliche Inhalte darzustellen (2) und vor einem Publikum in korrekter Fachsprache zu präsentieren (2).</li></ul>
<b>Lehrmedien</b>
Grafiktablett, Lückenskript PDF, PDF Annotator, Rechner/Beamer, Simulationssoftware, Tafel
<b>Literatur</b>
<ul style="list-style-type: none"><li>• Weste, Eshragian: „Principles of CMOS VLSI Design, A Systems Perspective“,Massachusetts: Addison-Wesley 1993</li><li>• Wakerly, John F.: „Digital Design, Principles and Practices“,New Jersey:Prentice Hall 2005Mano,</li><li>• M. Morris :„Computer System Architecture“,New Jersey: Prentice Hall 1993</li><li>• Hodges, D. A., Jackson, H. G.:„Analysis and Design of Digital Integrated Circuits“, New York: McGraw Hill 2003</li><li>• Mead, C., Conway,L.:„Introduction To VLSI Systems“,Massachusetts:Addison-Wesley 1980</li><li>• Klar, H.: „Integrierte Digitale Schaltungen MOS/BICMOS“, Springer Verlag:Berlin 1996</li><li>• Navabi, Zainalabedin : „VHDL Analysis and Modeling of Digital Systems“, New York: McGraw Hill 1993</li></ul>
<b>Weitere Informationen zur Lehrveranstaltung</b>
<b>Empfohlene Vorkenntnisse:</b> Modul Digitaltechnik; Zahlensysteme, Bool'sche Algebra, Schaltnetze, KV-Diagramm, einfache Zählerschaltungen

Die Zahlen in Klammern geben die zu erreichenden Niveaustufen an: 1 - kennen, 2 - können, 3 - verstehen und anwenden

<b>Teilmodul</b>		<b>TM-Kurzbezeichnung</b>	
Netzwerke für eingebettete Systeme (Embedded Communication)		EMC/B3.4	
<b>Verantwortliche/r</b>		<b>Fakultät</b>	
Prof. Dr. Norbert Balbierer		Elektro- und Informationstechnik	
<b>Lehrende/r / Dozierende/r</b>		<b>Angebotsfrequenz</b>	
Prof. Dr. Norbert Balbierer		nur im Sommersemester	
<b>Lehrform</b>			
seminaristischer Unterricht, Übungen, Übungsanteil > 10 %			

Studiensemester gemäß Studienplan	Lehrumfang [SWS oder UE]	Lehrsprache	Arbeitsaufwand [ECTS-Credits]
1.,2.,3.	4 SWS	deutsch	5

Zeitaufwand:

Präsenzstudium	Eigenstudium
60h	90h

<b>Studien- und Prüfungsleistung</b>
schriftliche Prüfung, 90 Min.
<b>Zugelassene Hilfsmittel für Leistungsnachweis</b>
Siehe Studienplantabelle

<b>Inhalte</b>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Grundlagen von Computernetzwerken und Bussystemen</li> <li>• ISO/OSI-Schichtenmodell</li> <li>• Was sind Feldbusse?</li> <li>• Grundlagen CAN, Ethernet, Ethernet-TSN</li> <li>• Grundlagen Echtzeitfähigkeit und Dienstgüte</li> <li>• Zeitsynchronisation, Reservierungsverfahren und Traffic Shaping</li> <li>• Vorlesungbegleitende Beispiele und Übungen</li> </ul>
<b>Lernziele: Fachkompetenz</b>
<p>Nach der erfolgreichen Absolvierung des Teilmoduls sind die Studierenden in der Lage,</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Feldbusse und Netzwerke und deren Einsatzbereiche zu kennen und passende Systeme auswählen zu können (2)</li> <li>• Netzwerktechnik (Schicht 1 und 2) zu verstehen (2)</li> <li>• Anforderungen verschiedener Einsatzbereiche von Netzwerken und Bussen zu kennen (1)</li> <li>• CAN-Bus grundlegend zu verstehen und verwenden zu können (3)</li> <li>• 802.3 Ethernet grundlegend zu verstehen und verwenden zu können (3)</li> <li>• Netze und Busse hinsichtlich Echtzeitfähigkeit und Dienstgüte beurteilen zu können (2)</li> <li>• Mechanismen (802.1) zur Realisierung von Echtzeitfähigkeit und Dienstgüte bei Ethernet zu kennen (1)</li> </ul>



<b>Angebote Lehrunterlagen</b>
Skript / Tafelbild, Linux man-pages, Lehrbücher, Konfigurationsdateien und Programme
<b>Lehrmedien</b>
Rechner / Beamer, Tafel, Beispiele mit Ethernet- und CAN-fähiger Hardware (Raspberry Pi, STM32H743, ESP32 o.ä.)
<b>Literatur</b>
<ul style="list-style-type: none"><li>• Andrew S. Tanenbaum, Computernetzwerke, Pearson</li><li>• James Kurose &amp; Keith Ross, Computernetzwerke: Der Top-Down-Ansatz, Pearson</li></ul>
<b>Weitere Informationen zur Lehrveranstaltung</b>
Eigenstudium: 48h (Vor- und Nachbereitung Vorlesung), 16h (Prüfungsvorbereitung)

Die Zahlen in Klammern geben die zu erreichenden Niveaustufen an: 1 - kennen, 2 - können, 3 - verstehen und anwenden

Teilmodul		TM-Kurzbezeichnung
Photonics and Laser Technology		LT
Verantwortliche/r	Fakultät	
Prof. Dr. Peter Bickel	Angewandte Natur- und Kulturwissenschaften	
Lehrende/r / Dozierende/r	Angebotsfrequenz	
Prof. Dr. Peter Bickel	nur im Wintersemester	
Lehrform		
Seminaristischer Unterricht mit Übung		

Studiensemester gemäß Studienplan	Lehrumfang [SWS oder UE]	Lehrsprache	Arbeitsaufwand [ECTS-Credits]
1.,2.,3.	4 SWS	englisch	5

Zeitaufwand:

Präsenzstudium	Eigenstudium
60h	90h

Studien- und Prüfungsleistung
schriftliche Prüfung, 90 Min.
Zugelassene Hilfsmittel für Leistungsnachweis
Siehe Studienplantabelle

Inhalte
<ol style="list-style-type: none"><li>1) Characterization of light, Temporal and spatial coherence, Photon statistic and blackbody radiator, Planck's law, Sources of radiation</li><li>2) Interaction of electromagnetic waves with atomic systems, Radiation field, Emission and absorption of electromagnetic radiation, Spontaneous and induced emission, Two level system, thermal equilibrium, Population density balance</li><li>3) Spectral lines and line shape, Spectral line broadening</li><li>4) Physical elements of lasers, Storage of light: Resonator types and their geometry, Losses in resonators, optical resonators modes, Wavelength and mode selection, principle of Quality switching</li><li>5) The laser principle Creation of a population inversion, three and four level system, amplification of light and feedback, theoretical efficiency of lasers, threshold condition, bandwidth and mode spectrum, dynamics of laser systems</li><li>6) Beam propagation, The Gauss beam, Focusing of laser beams, Atmospheric transmission and turbulence</li><li>7) Example of real laser systems, Gas Lasers: CO<sub>2</sub> laser, Excimer laser, HeNe laser, Ar-Ion laser, Diode lasers, Solid state laser: NdYag laser, ErYag laser, Diode pumped solid state lasers, Dye lasers</li><li>8) Technical aspects of optical elements used in lasers, Metal mirrors versus dielectric mirrors, Brewster – plates, Electro-optical active elements, Pockels- and Kerr cell, Polarizers, Beam steering elements – Laser optics, Technical aspects of Q-switch, Short pulse creation: ps- and fs-lasers</li><li>9) Laser beam material interaction, Dielectric function, Absorption and reflection, Plasma formation, Pl. frequency ...</li><li>10) Micro machining with lasers</li><li>11) Lasers for measuring, Distance measurement, interferometry, ...</li><li>12) Other applications: Medical appl. , CD player , laser gyro, ...</li><li>13) Eye Safety – Laser hazards</li></ol>
Lernziele: Fachkompetenz
<p>Nach der erfolgreichen Absolvierung des Teilmoduls sind die Studierenden in der Lage,</p> <ul style="list-style-type: none"><li>• Understanding the properties of electromagnetic waves and radiation (1)</li><li>• Understanding basic physics and theory of laser operation. (2)</li><li>• Knowledge of technical elements of lasers (3)</li><li>• Handling Laser-beam propagation (2)</li><li>• Knowledge of the most popular lasers and their application (1)</li><li>• Understanding basic physics of Laser material interaction (1)</li><li>• Laser applications in machining, medicine and measurement (2)</li><li>• Understanding the hazard of laser operation (2)</li></ul>
Lernziele: Persönliche Kompetenz
<p>Nach der erfolgreichen Absolvierung des Teilmoduls sind die Studierenden in der Lage,</p> <ul style="list-style-type: none"><li>• After taking part successfully in the course, the attendant should be able to design a laser system and perform all necessary basic calculations for it, e.g. performance data like divergence, output power estimation, Gauß beam characterization, resonator layout</li><li>The Ability to choose an adequate lasers system for a specific material processing task.</li><li>-Responsibility in handling laser hazard and maintain eye safety</li></ul>

<b>Angebotene Lehrunterlagen</b>
Script is available in English
<b>Lehrmedien</b>
Board, Notebook, Beamer, Experiments
<b>Literatur</b>
<p><b>Literature for laser basics:</b></p> <ul style="list-style-type: none"><li>• Weber, Herziger: "Laser" Grundlagen und Anwendungen, Physik Verlag, Weinheim</li><li>• F.K. Kneubühl / M.W. Sigrist: "Laser", Teubner Studienbücher, B.G. Teubner Stuttgart</li><li>• N. Hodgeson, H.Weber: „Optische Resonatoren“, Springer Verlag</li><li>• A. Yariv: "Optical Electronics", Saunders College publishing, 1991</li><li>• J. Hawkes, I. Latimer: "Lasers, Theory and practice", Prentice Hall, 1995 / ISBN 0-13-521493-9</li><li>• A.E. Siegman: "Lasers", University Press Oxford, 1986</li><li>• H. Haken: "Laser theory", Springer, Berlin, 1985</li><li>• B.E.A. Saleh, M.C. Teich: Fundamentals of Photonics;Wiley, 1991</li><li>• P.W. Milonni, J.H. Eberly: Lasers; Wiley, 1988</li></ul> <p><b>Special lasers:</b></p> <ul style="list-style-type: none"><li>• W. Koechner: "Solid state laser engineering", Springer series in Opt. Sci., Berlin 1988</li><li>• W.J. Witteman: "The CO2 Laser", Springer Verlag</li></ul> <p><b>Laser material interaction:</b></p> <ul style="list-style-type: none"><li>• Martin von Allmen: "Laser-Beam Interactions with Materials" Springer Verlag</li><li>• P. Gibbon: "Short Pulse Laser Interactions with Matter"; Imperial College Press, 2005</li></ul> <p><b>Optics:</b></p> <ul style="list-style-type: none"><li>• Max Born and Emil Wolf: "Principles of Optics", Pergamon Press / ISBN 0-08-018018 3.</li></ul> <p>This is the standard reference for classical optics. It should be a part of every optics library. Although it does not deal with computer algorithms or numerical analysis, it covers most of the optical principles used in</p> <ul style="list-style-type: none"><li>• F.L. Pedrotti, S.J. Leno Pedrotti: "Introduction to optics", Prentice Hall, New Jersey, 1987 / ISBN 0-13-501545-6</li><li>• K.D. Moeller: "Optics", University science books, Mill Valley California, 1988 / ISBN 0-935702-145-8</li></ul> <p><b>Nonlinear optics:</b></p> <ul style="list-style-type: none"><li>• R.W. Boyd: Nonlinear Optics; Academic Press, 2nd edition, 2003</li><li>• Y.R. Shen: Principles of Nonlinear Optics;Wiley, 1984</li><li>• P.N. Butcher, D. Cotter: The Elements of Nonlinear Optics; Wiley 1984</li><li>• D.L. Mills: Nonlinear Optics; Springer 1999</li><li>• M. Schubert, B. Wilhelmi: Nonlinear Optics and Quantum Electronics; Wiley 1986</li></ul>

Weitere Informationen zur Lehrveranstaltung

We will visit the laboratory "Photonics" for laser experiments.

Die Zahlen in Klammern geben die zu erreichenden Niveaustufen an: 1 - kennen, 2 - können, 3 - verstehen und anwenden

<b>Modulbezeichnung (ggf. englische Bezeichnung)</b>		<b>Modul-KzBez. oder Nr.</b>	
Basismodul 4 (Basic Module 4)		B 4	
<b>Modulverantwortliche/r</b>		<b>Fakultät</b>	
Prof. Dr. Peter Bickel Prof. Dr. Franz Graf Prof. Dr. Rupert Schreiner		Angewandte Natur- und Kulturwissenschaften Elektro- und Informationstechnik Angewandte Natur- und Kulturwissenschaften	

Studiensemester gemäß Studienplan	Studienabschnitt	Modultyp	Arbeitsaufwand [ECTS-Credits]
1.,2., 3.		Schwerpunkt Pflichtmodul	5

<b>Verpflichtende Voraussetzungen</b>
Keine
<b>Empfohlene Vorkenntnisse</b>
Für FK 2: Allgemeine Physik und Mathematik Für MC: Digitaltechnik, Schaltungstechnik, Grundlagen der Programmierung in C oder C++ For TOM: Mathematics (vector analysis, differential and integral calculus, complex number, Fourier transformation) and physics (Engineering Optics), Microtechnology (Microfabrication)

<b>Inhalte</b>
Siehe Folgeseiten

<b>Lernziele: Persönliche Kompetenz</b>
Nach der erfolgreichen Absolvierung des Moduls sind die Studierenden in der Lage, Siehe Folgeseiten

Die Zahlen in Klammern geben die zu erreichenden Niveaustufen an: 1 - kennen, 2 - können, 3 - verstehen und anwenden

**Zugeordnete Teilmodule:**

Nr.	Bezeichnung der Teilmodule	Lehrumfang [SWS o. UE]	Arbeitsaufwand [ECTS-Credits]
1.	Applied Optics	4 SWS	5
2.	Festkörperphysik 2 (Solid State Physics 2)	4 SWS	5
3.	Microcontroller (Microcontrollers)	4 SWS	5

<b>Hinweise zur Belegungspflicht oder zu Optionen</b>
Ergänzende Regelungen: Ein Modul aus B 4.1 bis B 4.3 ist zu wählen.  Das Modul Festkörperphysik 2 (FK 2) kann nicht gewählt werden mit einem einschlägigen Studiengang der Mikrosystemtechnik.

Das Modul Mikrocomputertechnik (MC) kann nicht gewählt werden mit einem einschlägigen Studiengang der Elektrotechnik.

Teilmodul		TM-Kurzbezeichnung
Applied Optics		AO
Verantwortliche/r	Fakultät	
Prof. Dr. Peter Bickel	Angewandte Natur- und Kulturwissenschaften	
Lehrende/r / Dozierende/r	Angebotsfrequenz	
Prof. Dr. Peter Bickel	nur im Sommersemester	
Lehrform		
Seminaristischer Unterricht; 15 bis 25% Übungsanteil		

Studiensemester gemäß Studienplan	Lehrumfang [SWS oder UE]	Lehrsprache	Arbeitsaufwand [ECTS-Credits]
1.,2.,3.	4 SWS	englisch	5

Zeitaufwand:

Präsenzstudium	Eigenstudium
60h	90h

Studien- und Prüfungsleistung
schriftliche Prüfung, 90 Min.
Zugelassene Hilfsmittel für Leistungsnachweis
Siehe Studienplantabelle



<b>Inhalte</b>
<p>Basic optical concepts:</p> <ul style="list-style-type: none"><li>• Complex Numbers (mathematical representation of traveling waves) (2)</li><li>• Fourier Transformation (complex notation, basic Fourier rules) (1)</li><li>• Physics of Light (Maxwell equation, boundary conditions, wave propagation, electromagnetic waves, polarization, plane waves, wavefronts, Gaussian Beam, paraxial wave equation, energy and pointing</li><li>• vector, free-space and waveguide propagation, Dualism of particle and light (3)</li><li>• Optical Materials (refractive index, polarizability, atomic susceptibility, Lorentz Oscillator (1)</li><li>• Model, dispersion, attenuation, glass, semiconductors, other materials)</li><li>• Optical interfaces (reflection and refraction, Fresnel equations, power transmission and reflection, total internal reflection, evanescent field, optical multilayer coatings)</li><li>• (1)Geometrical optics (lenses mirrors and their limitations. Primary aberrations, GRIN lenses, GRIN rod lens, ball lenses, Fresnel lenses, telecentric lenses ...) (3)</li><li>• Diffraction and Interference (2)</li><li>• Photometry and radiometry (2)</li><li>• Matrix representation of paraxial optics and polarization (2)</li><li>• Optical instruments: Magnifier glass, microscope, telescope, camera and photographic lenses (3)</li><li>• The meaning of apertures in optical systems (3)</li><li>• Micro optics basics (1)</li><li>• Fiber optics basics (1)</li><li>• Applications: LIDAR, Range finder, distance measurement (1)</li></ul>
<b>Lernziele: Fachkompetenz</b>
<p>Nach der erfolgreichen Absolvierung des Teilmoduls sind die Studierenden in der Lage,</p> <ul style="list-style-type: none"><li>• Knowledge about the physical background and the key areas of optics (1)</li><li>• Knowledge about of the topics: basic optics, optical materials, refraction (1)Understanding radiometric and photometric calculations (3)</li><li>• Properties of diffraction elements, mirrors, lenses and fiber optics. (2)</li><li>• Knowledge about and the function, design and realization of compound and integrated free space Optics (3)</li></ul>
<b>Lernziele: Persönliche Kompetenz</b>
<p>Nach der erfolgreichen Absolvierung des Teilmoduls sind die Studierenden in der Lage,</p> <ul style="list-style-type: none"><li>• Design and calculation of basic optical instruments (3)</li><li>• Correct use of technical terms (3)</li><li>• Correct application of the introduced methods (3)</li><li>• Correct application of the introduced formulas on problems of optics (3)</li></ul>
<b>Angebotene Lehrunterlagen</b>
Script, videos , problems for exercising on ELO
<b>Lehrmedien</b>
Tafel, Notebook, Präsentationen, Experimente, Video-Clips, Skript.

## Literatur

### Basic Optics:

- Eugene Hecht. „Optics“, Addison Wesley, San Francisco, 2002, ISBN 0-8053- 8566-5
- F.L. Pedrotti, S.J. Leno Pedrotti: "Introduction to optics", Prentice Hall, New Jersey, 1987,ISBN 0-13- 501545-6
- K.D. Moeller: "Optics", University science books, Mill Valley California, 1988, ISBN 0-935702-145-8
- Bergmann, Schäfer "Lehrbuch der Experimentalphysik" Band III, Optik, Walter de Gruyter Verlag
- Max Born And Emil Wolf, "Principles Of Optics", Pergamon Press, Isbn 0-08- 018018 3.
- A. Yariv: “Optical Electronics”, Saunders College publishing, 1991
- J. Hawkes, I. Latimer: “Lasers, Theory and practice”, Prentice Hall, 1995, ISBN 0-13-521493-9
- B.E.A. Saleh, M.C. Teich: Fundamentals of Photonics, Wiley, 1991
- Axel Donges, Reinhard Noll: „Lasermesstechnik“, Hüthig, Heidelberg
- Wolfgang Demtröder: „Laserspektroskopie“, Springer Verlag
- Jörg Hoffmann: „Handbuch der Messtechnik“, Hanser
- A.W. Koch et.al, „Optische Messtechnik an technischen Oberflächen“, Expert Verlag, ISBN 3-8169-1372-5
- F.L. Pedrotti, S.J. Leno Pedrotti: “Introduction to optics”, Prentice Hall, New Jersey, 1987, ISBN 0-13-501545-6
- Hans Zappe: Micro-Optics, Cambridge University Press, Cambridge (UK), (2010)
- Jürgen Jahns, Stefan Helfert, Introduction to Micro and Nanooptics, WILEY-VCH GmbH & Co. KGaA, Weinheim (Germany) (2012)
- Stefan Sinzinger, Jürgen Jahns, Microoptics, WILEY-VCH GmbH & Co. KGaA, Weinheim (Germany) (2003)

Die Zahlen in Klammern geben die zu erreichenden Niveaustufen an: 1 - kennen, 2 - können, 3 - verstehen und anwenden

<b>Teilmodul</b>		<b>TM-Kurzbezeichnung</b>	
Festkörperphysik 2 (Solid State Physics 2)		FK2	
<b>Verantwortliche/r</b>		<b>Fakultät</b>	
Prof. Dr. Rupert Schreiner		Angewandte Natur- und Kulturwissenschaften	
<b>Lehrende/r / Dozierende/r</b>		<b>Angebotsfrequenz</b>	
Prof. Dr. Rupert Schreiner		nur im Sommersemester	
<b>Lehrform</b>			
Seminaristischer Unterricht mit 15 bis 25% Übungsanteil			

Studiensemester gemäß Studienplan	Lehrumfang [SWS oder UE]	Lehrsprache	Arbeitsaufwand [ECTS-Credits]
1.,2.,3.	4 SWS	deutsch	5

Zeitaufwand:

Präsenzstudium	Eigenstudium
60h	90h

<b>Studien- und Prüfungsleistung</b>
schriftliche Prüfung, 90 Min.
<b>Zugelassene Hilfsmittel für Leistungsnachweis</b>
Siehe Studienplantabelle

## Inhalte

### Freie Elektronen im Festkörper

- Adiabatische Näherung (Born-Oppenheimer)
- Elektronen als Welle • Elektron im Kastenpotential
- Einelektronennäherung
- Freies Elektronengas im Kastenpotential (Sommerfeld-Bethe)
- Zustandsdichte, tatsächliche Besetzungsdichte Fermi-Energie, - Temperatur, - Wellenlänge, - Geschwindigkeit
- Beitrag der Metallelektronen zur spezifischen Wärme
- Beitrag der Metallelektronen zur Wärmeleitfähigkeit
- Elektrische Leitfähigkeit von Metallen
- Fermi-Verteilung unter dem Einfluss äußerer Felder
- Vergleich Sommerfeld-Bethe Modell mit Drude Modell
- Ursache des elektrischen Widerstandes
- Zusammenhang zwischen elektrischer Leitfähigkeit und Wärmeleitfähigkeit von Metallen
- 2. Bändermodell des Festkörpers
- Berücksichtigung der Wechselwirkung mit dem periodischen Gitterpotential
- Periodische Randbedingungen, Oberflächen
- Metallbindung, kovalente Bindung und Ionenbindung in Kristallen
- Ursache der Bildung von Kristallen • Modell des fast freien Elektrons
- Stehende Elektronenwellen im Kristall • Energiebänderdiagramm: ausgedehntes, periodisches und reduziertes Zonenschema
- Blochsches Theorem, Blochwellen
- Richtungsabhängigkeit der Dispersionskurven, Überlapp von Bändern
- Metalle, Halbleiter und Isolatoren
- Effektive Masse von Kristallelektronen
- Elektronenfehlstellen (Löcher)
- Darstellungsformen der Energiebänder von 2- und 3-dimensionalen periodischen Potentialen
- Brillouinzonen und reziprokes Gitter
- Visualisierung der Bandstruktur für 2-dim Strukturen am Beispiel von Graphen
- Flächen konstanter Energie im 3-dim Kristall, Fermi-Flächen von Metallen
- Bandstruktur von Halbleitern • Indirekte und direkte Halbleiter
- Bandstruktur von Silizium und Germanium
- Bandstruktur von Galliumarsenid „schwere“ und „leichte“ Löcher
- Bandstruktur und Zustandsdichte
- Photoemissionsspektroskopie
- Kristallelektronen unter dem Einfluss äußerer Kräfte
- Effektiver Masse Tensor
- Parabelnäherung
- Dotierte und undotierte Halbleiter
- Elektrische Leitfähigkeit in Halbleitern
- Ladungsträgerbeweglichkeit, Hall-Effekt
- Modell des stark gebundenen Elektrons
- LCAO-Methode, Hybridisierung, Kristallstruktur von Halbleitern

### Lernziele: Fachkompetenz

Nach der erfolgreichen Absolvierung des Teilmoduls sind die Studierenden in der Lage,

- Kenntnis physikalische Modelle zur Beschreibung der Eigenschaften von Elektronen in Festkörpern (1).

<ul style="list-style-type: none"><li>• Kenntnis der auf mikroskopischen Betrachtungen beruhenden Modelle zur Beschreibung folgender makroskopisch messbarer physikalischer Größen: z.B. Elektrische Leitfähigkeit, Thermische Leitfähigkeit, Wärmekapazität, Thermoelektrizität, Hall-Effekt, Ladungsträgerdichten bei Halbleitern</li><li>• Grundlagen elektrischer und dielektrischer Eigenschaften von Festkörpern von (2)</li><li>• Sicheren Umgang mit den Fachbegriffen beherrschen (2).</li><li>• Modelle der Festkörperphysik und die physikalische Bedeutung von Gleichungen erklären und anwenden können (3).</li><li>• Von den Masterstudierenden wird ein hohes Maß an Eigenleistung erwartet. Die Grundlagen in Physik müssen im Selbststudium wiederholt, bzw. erarbeitet werden.</li><li>• Anwendung der im Rahmen der Modelle vorgestellten Gleichungen und mathematischen Methoden auf konkrete Problemstellungen der Festkörperphysik (3).</li></ul>
<b>Lernziele: Persönliche Kompetenz</b>
Nach der erfolgreichen Absolvierung des Teilmoduls sind die Studierenden in der Lage, <ul style="list-style-type: none"><li>• Auf der Grundlage der Vielzahl bekannter und verfügbarer Daten und Fakten eine verantwortungsvolle Situationseinschätzung vorzunehmen und auf dieser Basis Entscheidungen zu treffen und zielführende Lösungen zu finden, die mit ökonomischen und ökologischen Aspekten in Einklang stehen. (2)</li></ul>
<b>Angebotene Lehrunterlagen</b>
Mitschrift, Lehrvideos, Übungsaufgaben mit Lösungen, ergänzende Schaubilder und Tabellen
<b>Lehrmedien</b>
Elektronische Tafel, Notebook, Beamer
<b>Literatur</b>
<ul style="list-style-type: none"><li>• Friedsam: Skript zur Vorlesung Festkörperphysik II</li><li>• Ibach, Lüth: Festkörperphysik</li><li>• Hunklinger: Festkörperphysik</li><li>• Kopitzki: Einführung in die Festkörperphysik</li><li>• Gross, Marx: Festkörperphysik</li></ul>
<b>Weitere Informationen zur Lehrveranstaltung</b>
Empfohlene Vorkenntnisse: Allgemeine Physik und Mathematik

Die Zahlen in Klammern geben die zu erreichenden Niveaustufen an: 1 - kennen, 2 - können, 3 - verstehen und anwenden

<b>Teilmodul</b>		<b>TM-Kurzbezeichnung</b>
Microcontroller (Microcontrollers)		MC
Verantwortliche/r	Fakultät	
Prof. Dr. Norbert Balbierer	Elektro- und Informationstechnik	
Lehrende/r / Dozierende/r	Angebotsfrequenz	
Prof. Dr. Norbert Balbierer	in jedem Semester	
<b>Lehrform</b>		
Seminaristischer Unterricht, Laborübungen, Übungsanteil > 30%		

Studiensemester gemäß Studienplan	Lehrumfang [SWS oder UE]	Lehrsprache	Arbeitsaufwand [ECTS-Credits]
1.,2.,3.	4 SWS	deutsch	5

Zeitaufwand:

Präsenzstudium	Eigenstudium
60h	90h

<b>Studien- und Prüfungsleistung</b>
schriftliche Prüfung, 90 Min.
<b>Zugelassene Hilfsmittel für Leistungsnachweis</b>
Siehe Studienplantabelle

<b>Inhalte</b>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Einbettung von Mikrorechnern in Anwendungen (embedded control)</li> <li>• Interner Aufbau, externe Erweiterungen,</li> <li>• Speichersysteme, Speicheradressierung mit CS-Logik, Speichermapping</li> <li>• Input-/Outputsysteme, Bussysteme mit parallelen und seriellen Schnittstellen,</li> <li>• digitale und analoge Peripherie,</li> <li>• prinzipielle Datenerfassungssysteme und -abläufe: polling, interrupt, DMA</li> <li>• externe/interne Peripherieeinheiten wie Interruptsystem, GPT-Counter/Timer, PWM, ADC</li> <li>• Assemblerprogrammierung: Sprachstruktur und -umfang,</li> <li>• Strukturierte Programmierung und Dokumentation, Programmierwerkzeuge und Debugging</li> </ul>
<b>Lernziele: Fachkompetenz</b>
<p>Nach der erfolgreichen Absolvierung des Teilmoduls sind die Studierenden in der Lage,</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• die Funktionsweise von Prozessoren und Mikrocontrollern zu verstehen und anwenden zu können (3)</li> <li>• Assemblerprogramme für ARM-Befehlssatz zu verstehen und entwickeln zu können (3)</li> <li>• Code zweckmäßig dokumentieren zu können (Flussdiagramm, Kommentare) (2)</li> <li>• Hardwarenahe Programmierung in Assembler und C durchzuführen</li> <li>• Mit Interrupt-System umgehen zu können (2)</li> </ul>

<ul style="list-style-type: none"><li>• Funktionsweise von Peripherietreibern zu kennen (1)</li><li>• Aufteilung komplexer (Programmier-)Aufgaben in Module und Schnittstellen zu kennen (1)</li></ul>
<b>Lernziele: Persönliche Kompetenz</b>
Nach der erfolgreichen Absolvierung des Teilmoduls sind die Studierenden in der Lage, <ul style="list-style-type: none"><li>• Mit technischen Dokumenten (z.B. Datenblätter, Referenzhandbücher) eigenständig umgehen zu können (2)</li><li>• Englischem Fachwortschatz zu kennen (1)</li></ul>
<b>Angebotene Lehrunterlagen</b>
Skripte, englischsprachige Referenzhandbücher (ARM Cortex-M), Lehrbücher, Beispielprogramme in Assembler und C
<b>Lehrmedien</b>
Rechner / Beamer, Tafel, Evaluation-Boards und Logic-Analyzer, Webcam
<b>Literatur</b>
<ul style="list-style-type: none"><li>• J. Yiu, The Definitive Guide to the ARM Cortex-M3, Elsevier 2010</li><li>• H. Meier, Microcomputertechnik, Vorlesungsskript, OTH Regensburg</li><li>• F. Graf, Mikrocomputertechnik, Vorlesungsskript, OTH Regensburg</li><li>• N. Balbierer, Microcomputertechnik, Vorlesungsskript, OTH Regensburg</li><li>• ARM, ARMv7-M Architecture Reference Manual, Firmenschrift</li><li>• ARM, ARM Cortex-M4 Technical Reference Manual, Firmenschrift</li><li>• ARM, Procedure Call Standard for the ARM Architecture, Firmenschrift</li><li>• J. Valvano, Introduction to ARM Cortex-M Microcontrollers Vol. 1, 2015</li></ul>
<b>Weitere Informationen zur Lehrveranstaltung</b>
Empfohlene Vorkenntnisse: Für Vorlesung Mikrocomputertechnik: Informatik 1 (C-Programmierung)

Die Zahlen in Klammern geben die zu erreichenden Niveaustufen an: 1 - kennen, 2 - können, 3 - verstehen und anwenden

Modulbezeichnung (ggf. englische Bezeichnung)		Modul-KzBez. oder Nr.
Betriebswirtschaft für Ingenieure (Business Management for Engineers)		BI/I1
Modulverantwortliche/r	Fakultät	
Robert Bock (LB) Prof. Dr. Josef Duttler Brigitte Kauer (LB) Eva Neumaier (LB) Dr. Martin Winkler (LB)	Allgemeinwissenschaftliches Programm Informatik und Mathematik Angewandte Natur- und Kulturwissenschaften Allgemeinwissenschaftliches Programm Informatik und Mathematik	

Studiensemester gemäß Studienplan	Studienabschnitt	Modultyp	Arbeitsaufwand [ECTS-Credits]
1.,2.,3.,		Schwerpunkt Wahlpflichtmodul	12

Verpflichtende Voraussetzungen
Siehe AW-Modulkatalog
Empfohlene Vorkenntnisse
Siehe AW-Modulkatalog

Inhalte
Siehe AW-Modulkatalog

Lernziele: Fachkompetenz
Nach der erfolgreichen Absolvierung des Moduls sind die Studierenden in der Lage, Siehe AW-Modulkatalog
Lernziele: Persönliche Kompetenz
Nach der erfolgreichen Absolvierung des Moduls sind die Studierenden in der Lage, Siehe AW-Modulkatalog

Die Zahlen in Klammern geben die zu erreichenden Niveaustufen an: 1 - kennen, 2 - können, 3 - verstehen und anwenden

Zugeordnete Teilmodule:

Nr.	Bezeichnung der Teilmodule	Lehrumfang	Arbeitsaufwand
		[SWS o. UE]	[ECTS-Credits]
1.	Project Management	2 SWS	2
2.	Zusatzausbildung Ingenieur als Unternehmer (Additional Training as Engineer as Entrepreneur)	4 SWS	4
3.	Zusatzausbildung Technischer Vertrieb (Additional Training in Technical Sales)	6 SWS	6



#### Hinweise zur Belegungspflicht oder zu Optionen

Das Modul "Betriebswirtschaft für Ingenieure" setzt sich aus Modulen des AW-Programms der OTH Regensburg zusammen.

Modulbeschreibungen und Anmeldung über die Homepage des AW-Programms.

<b>Teilmodul</b>		<b>TM-Kurzbezeichnung</b>
Project Management		PM
<b>Verantwortliche/r</b>	<b>Fakultät</b>	
Prof. Dr. Thomas Fuhrmann	Elektro- und Informationstechnik	
<b>Lehrende/r / Dozierende/r</b>	<b>Angebotsfrequenz</b>	
Peter Burda (LB)	nur im Wintersemester	
<b>Lehrform</b>		
Siehe AW-Modulkatalog		

Studiensemester gemäß Studienplan	Lehrumfang [SWS oder UE]	Lehrsprache	Arbeitsaufwand [ECTS-Credits]
1.,2.,3.	2 SWS	englisch	2

Zeitaufwand:

Präsenzstudium	Eigenstudium
30h	30h

<b>Studien- und Prüfungsleistung</b>
Siehe AW-Modulkatalog
<b>Zugelassene Hilfsmittel für Leistungsnachweis</b>
Siehe AW-Modulkatalog

<b>Inhalte</b>
Siehe AW-Modulkatalog
<b>Lernziele: Fachkompetenz</b>
Nach der erfolgreichen Absolvierung des Teilmoduls sind die Studierenden in der Lage, Siehe AW-Modulkatalog
<b>Lernziele: Persönliche Kompetenz</b>
Nach der erfolgreichen Absolvierung des Teilmoduls sind die Studierenden in der Lage, Siehe AW-Modulkatalog
<b>Angebotene Lehrunterlagen</b>
Siehe AW-Modulkatalog
<b>Lehrmedien</b>
Siehe AW-Modulkatalog
<b>Literatur</b>
Siehe AW-Modulkatalog

Weitere Informationen zur Lehrveranstaltung

Näheres regelt der Kurskatalog des AW-Programms der OTH Regensburg.

Die Zahlen in Klammern geben die zu erreichenden Niveaustufen an: 1 - kennen, 2 - können, 3 - verstehen und anwenden

Teilmodul		TM-Kurzbezeichnung
Zusatzausbildung Ingenieur als Unternehmer (Additional Training as Engineer as Entrepreneur)		ZIU
Verantwortliche/r	Fakultät	
Prof. Dr. Thomas Fuhrmann	Elektro- und Informationstechnik	
Lehrende/r / Dozierende/r	Angebotsfrequenz	
Brigitte Kauer (LB)	in jedem Semester	
Lehrform		
Siehe AW-Modulkatalog		

Studiensemester gemäß Studienplan	Lehrumfang [SWS oder UE]	Lehrsprache	Arbeitsaufwand [ECTS-Credits]
1.,2.,3.	4 SWS	deutsch	4

Zeitaufwand:

Präsenzstudium	Eigenstudium
60h	60h

Studien- und Prüfungsleistung
Siehe AW-Modulkatalog
Zugelassene Hilfsmittel für Leistungsnachweis
Siehe AW-Modulkatalog

Inhalte
Siehe AW-Modulkatalog
Lernziele: Fachkompetenz
Nach der erfolgreichen Absolvierung des Teilmoduls sind die Studierenden in der Lage, Siehe AW-Modulkatalog
Lernziele: Persönliche Kompetenz
Nach der erfolgreichen Absolvierung des Teilmoduls sind die Studierenden in der Lage, Siehe AW-Modulkatalog
Angebotene Lehrunterlagen
Siehe AW-Modulkatalog
Lehrmedien
Siehe AW-Modulkatalog
Literatur
Siehe AW-Modulkatalog

### Weitere Informationen zur Lehrveranstaltung

Ziele dieser Zusatzausbildung sind:

- Unternehmerisches Denken und Handeln fördern
- Betriebswirtschaftliche Aspekte der Unternehmensgründung erläutern
- Unternehmensführung für Ingenieure vermitteln
- Unternehmerisches Handeln in der Gründungssituation trainieren

Näheres regelt der Kurskatalog des AW-Programms der OTH Regensburg.

Die Zahlen in Klammern geben die zu erreichenden Niveaustufen an: 1 - kennen, 2 - können, 3 - verstehen und anwenden

Teilmodul		TM-Kurzbezeichnung
Zusatzausbildung Technischer Vertrieb (Additional Training in Technical Sales)		ZTV
Verantwortliche/r	Fakultät	
Prof. Dr. Josef Duttler	Informatik und Mathematik	
Lehrende/r / Dozierende/r	Angebotsfrequenz	
Robert Bock (LB) Prof. Dr. Josef Duttler Eva Neumaier (LB)	in jedem Semester	
Lehrform		
Siehe AW-Modulkatalog		

Studiensemester gemäß Studienplan	Lehrumfang [SWS oder UE]	Lehrsprache	Arbeitsaufwand [ECTS-Credits]
1.,2.,3.	6 SWS	deutsch	6

Zeitaufwand:

Präsenzstudium	Eigenstudium
90h	90h

Studien- und Prüfungsleistung
Siehe AW-Modulkatalog
Zugelassene Hilfsmittel für Leistungsnachweis
Siehe AW-Modulkatalog

Inhalte
Siehe AW-Modulkatalog
Lernziele: Fachkompetenz
Nach der erfolgreichen Absolvierung des Teilmoduls sind die Studierenden in der Lage, Siehe AW-Modulkatalog
Lernziele: Persönliche Kompetenz
Nach der erfolgreichen Absolvierung des Teilmoduls sind die Studierenden in der Lage, Siehe AW-Modulkatalog
Angebotene Lehrunterlagen
Siehe AW-Modulkatalog
Lehrmedien
Siehe AW-Modulkatalog

Literatur
Siehe AW-Modulkatalog
Weitere Informationen zur Lehrveranstaltung
Siehe AW-Modulkatalog

Die Zahlen in Klammern geben die zu erreichenden Niveaustufen an: 1 - kennen, 2 - können, 3 - verstehen und anwenden

<b>Modulbezeichnung (ggf. englische Bezeichnung)</b>		<b>Modul-KzBez. oder Nr.</b>
Internationale Handlungskompetenz (Intercultural Competence)		IH/I3
<b>Modulverantwortliche/r</b>	<b>Fakultät</b>	
Ulrike de Ponte Prof. Dr. Wilfried Dreyer	Angewandte Natur- und Kulturwissenschaften Angewandte Natur- und Kulturwissenschaften	

Studiensemester gemäß Studienplan	Studienabschnitt	Modultyp	Arbeitsaufwand [ECTS-Credits]
1.,2.,3.		Schwerpunkt Wahlpflichtmodul	12

<b>Verpflichtende Voraussetzungen</b>
Siehe Homepage-IHaKo
<b>Empfohlene Vorkenntnisse</b>
Siehe Homepage-IHaKo

<b>Inhalte</b>
<p>Nicht nur im wirtschaftlichen Sektor, sondern auch im technischen, sozialen und öffentlichen Betätigungsfeld sowie im Gesundheits-, Forschungs- und Bildungsbereich, hat man mit KollegenInnen, MitarbeiterInnen, Vorgesetzten, KundenInnen, KlientenInnen, SchülernInnen etc. aus unterschiedlichen Kulturen zu tun.</p> <p>Daraus ergibt sich die Notwendigkeit, ein Bewusstsein dafür zu entwickeln, wie kulturspezifische Orientierungssysteme Wahrnehmung, Denken, Empfindungen sowie menschliches Verhalten beeinflussen,</p> <p>Unterschiede zwischen dem eigenkulturellen und fremdkulturellen Orientierungssystemen zu kennen, zu verstehen und zu würdigen, und zudem darauf aufbauend die Fähigkeit zu entwickeln, produktiv und sozialverträglich damit umzugehen.</p> <p>Kurzum: Die Entwicklung einer überfachlichen Schlüsselqualifikation "Internationale Handlungskompetenz" ist gefordert.</p> <p>Dies gilt im Besonderen für Fach- und Führungskräfte und wird für HochschulabsolventenInnen immer mehr zum Einstellungskriterium.</p>

<b>Lernziele: Persönliche Kompetenz</b>
Nach der erfolgreichen Absolvierung des Moduls sind die Studierenden in der Lage, Siehe Homepage-IHaKo

Die Zahlen in Klammern geben die zu erreichenden Niveaustufen an: 1 - kennen, 2 - können, 3 - verstehen und anwenden



Zugeordnete Teilmodule:

Nr.	Bezeichnung der Teilmodule	Lehrumfang [SWS o. UE]	Arbeitsaufwand [ECTS-Credits]
1.	Analyse kulturell bedingter Konfliktsituationen (Analysis of Culturally Influenced Interactions)	2 SWS	3
2.	Internationale Handlungskompetenz erkennen und fördern (Assessing and Advancing Intercultural Competence)	2 SWS	3
3.	Kulturelle Differenz und interkulturelles Handeln (Cultural Differences and Intercultural Action)	2 SWS	3
4.	Wissenschaftliche Grundlagen interkultureller Handlungskompetenz (Scientific basis of Intercultural Competence)	2 SWS	3

Hinweise zur Belegungspflicht oder zu Optionen

Das interdisziplinäre Wahlpflichtmodul "Internationale Handlungskompetenz" (IHaKo) ist als Zusatzqualifikation Teil des AW-Programms der OTH Regensburg. Modulbeschreibungen und Anmeldung über die IHaKo-Homepage

Teilmodul		TM-Kurzbezeichnung
Analyse kulturell bedingter Konfliktsituationen (Analysis of Culturally Influenced Interactions)		AK
Verantwortliche/r		Fakultät
Ulrike de Ponte		Angewandte Natur- und Kulturwissenschaften
Lehrende/r / Dozierende/r		Angebotsfrequenz
Ulrike de Ponte		nur im Wintersemester
Lehrform		
Siehe IHako-Homepage		

Studiensemester gemäß Studienplan	Lehrumfang [SWS oder UE]	Lehrsprache	Arbeitsaufwand [ECTS-Credits]
1.,2.,3.	2 SWS	deutsch	3

Zeitaufwand:

Präsenzstudium	Eigenstudium
30h	60h

Studien- und Prüfungsleistung
Siehe IHako-Homepage
Zugelassene Hilfsmittel für Leistungsnachweis
Siehe Studienplantabelle

Inhalte
Siehe IHaKo-Homepage
Lernziele: Fachkompetenz
Nach der erfolgreichen Absolvierung des Teilmoduls sind die Studierenden in der Lage, Siehe IHaKo-Homepage
Lernziele: Persönliche Kompetenz
Nach der erfolgreichen Absolvierung des Teilmoduls sind die Studierenden in der Lage, Siehe IHako-Homepage
Angebotene Lehrunterlagen
Siehe IHaKo-Homepage
Lehrmedien
Siehe IHaKo-Homepage
Literatur
Siehe IHaKo-Homepage

### Weitere Informationen zur Lehrveranstaltung

Siehe IHaKo-Homepage

Die Zahlen in Klammern geben die zu erreichenden Niveaustufen an: 1 - kennen, 2 - können, 3 - verstehen und anwenden

Teilmodul		TM-Kurzbezeichnung
Internationale Handlungskompetenz erkennen und fördern (Assessing and Advancing Intercultural Competence)		IHE
Verantwortliche/r		Fakultät
Ulrike de Ponte Prof. Dr. Wilfried Dreyer		Angewandte Natur- und Kulturwissenschaften
Lehrende/r / Dozierende/r		Angebotsfrequenz
Ulrike de Ponte		nur im Sommersemester
Lehrform		
Siehe IHako-Homepage		

Studiensemester gemäß Studienplan	Lehrumfang [SWS oder UE]	Lehrsprache	Arbeitsaufwand [ECTS-Credits]
1.,2.,3.	2 SWS	deutsch	3

Zeitaufwand:

Präsenzstudium	Eigenstudium
30h	60h

Studien- und Prüfungsleistung
Siehe IHako-Homepage
Zugelassene Hilfsmittel für Leistungsnachweis
Siehe IHako-Homepage

Inhalte
Siehe IHaKo-Homepage
Lernziele: Fachkompetenz
Nach der erfolgreichen Absolvierung des Teilmoduls sind die Studierenden in der Lage, Siehe IHaKo-Homepage
Lernziele: Persönliche Kompetenz
Nach der erfolgreichen Absolvierung des Teilmoduls sind die Studierenden in der Lage, Siehe IHako-Homepage
Angebotene Lehrunterlagen
Siehe IHaKo-Homepage
Lehrmedien
Siehe IHaKo-Homepage
Literatur
Siehe IHaKo-Homepage

### Weitere Informationen zur Lehrveranstaltung

Siehe IHaKo-Homepage

Die Zahlen in Klammern geben die zu erreichenden Niveaustufen an: 1 - kennen, 2 - können, 3 - verstehen und anwenden

Teilmodul		TM-Kurzbezeichnung
Kulturelle Differenz und interkulturelles Handeln (Cultural Differences and Intercultural Action)		KD
Verantwortliche/r	Fakultät	
Prof. Dr. Wilfried Dreyer	Angewandte Natur- und Kulturwissenschaften	
Lehrende/r / Dozierende/r	Angebotsfrequenz	
Prof. Dr. Wilfried Dreyer Dozententeam IHaKo	nur im Sommersemester	
Lehrform		
Siehe IHako-Homepage		

Studiensemester gemäß Studienplan	Lehrumfang [SWS oder UE]	Lehrsprache	Arbeitsaufwand [ECTS-Credits]
1.,2.,3	2 SWS	deutsch	3

Zeitaufwand:

Präsenzstudium	Eigenstudium
30h	60h

Studien- und Prüfungsleistung
Siehe IHako-Homepage
Zugelassene Hilfsmittel für Leistungsnachweis
Siehe IHako-Homepage

Inhalte
Siehe IHaKo-Homepage
Lernziele: Fachkompetenz
Nach der erfolgreichen Absolvierung des Teilmoduls sind die Studierenden in der Lage, Siehe IHaKo-Homepage
Lernziele: Persönliche Kompetenz
Nach der erfolgreichen Absolvierung des Teilmoduls sind die Studierenden in der Lage, Siehe IHaKo-Homepage
Angebotene Lehrunterlagen
Siehe IHaKo-Homepage
Lehrmedien
Siehe IHaKo-Homepage
Literatur
Siehe IHaKo-Homepage

**Weitere Informationen zur Lehrveranstaltung**

Siehe IHaKo-Homepage

Die Zahlen in Klammern geben die zu erreichenden Niveaustufen an: 1 - kennen, 2 - können, 3 - verstehen und anwenden

Teilmodul		TM-Kurzbezeichnung
Wissenschaftliche Grundlagen interkultureller Handlungskompetenz (Scientific basis of Intercultural Competence)		WGH
Verantwortliche/r	Fakultät	
Prof. Dr. Wilfried Dreyer	Angewandte Natur- und Kulturwissenschaften	
Lehrende/r / Dozierende/r	Angebotsfrequenz	
Prof. Dr. Wilfried Dreyer	nur im Wintersemester	
Lehrform		
Siehe IHako-Homepage		

Studiensemester gemäß Studienplan	Lehrumfang [SWS oder UE]	Lehrsprache	Arbeitsaufwand [ECTS-Credits]
1.,2.,3.	2 SWS	deutsch	3

Zeitaufwand:

Präsenzstudium	Eigenstudium
30h	60h

Studien- und Prüfungsleistung
Siehe IHako-Homepage
Zugelassene Hilfsmittel für Leistungsnachweis
Siehe IHako-Homepage

Inhalte
Siehe IHako-Homepage
Lernziele: Fachkompetenz
Nach der erfolgreichen Absolvierung des Teilmoduls sind die Studierenden in der Lage, Siehe IHako-Homepage
Lernziele: Persönliche Kompetenz
Nach der erfolgreichen Absolvierung des Teilmoduls sind die Studierenden in der Lage, Siehe IHako-Homepage
Angebotene Lehrunterlagen
Siehe IHako-Homepage
Lehrmedien
Siehe IHako-Homepage
Literatur
Siehe IHako-Homepage



### Weitere Informationen zur Lehrveranstaltung

Siehe IHaKo-Homepage

Die Zahlen in Klammern geben die zu erreichenden Niveaustufen an: 1 - kennen, 2 - können, 3 - verstehen und anwenden

<b>Modulbezeichnung (ggf. englische Bezeichnung)</b>		<b>Modul-KzBez. oder Nr.</b>
International Research Methodology and Communication		I 6
<b>Modulverantwortliche/r</b>	<b>Fakultät</b>	
Prof. Dr. Thomas Fuhrmann Gudrun Seebauer (LB)	Elektro- und Informationstechnik Allgemeinwissenschaftliches Programm	

Studiensemester gemäß Studienplan	Studienabschnitt	Modultyp	Arbeitsaufwand [ECTS-Credits]
1., 2., 3.		Schwerpunkt Wahlpflichtmodul	12

<b>Verpflichtende Voraussetzungen</b>
Keine
<b>Empfohlene Vorkenntnisse</b>
Je nach Modul

<b>Inhalte</b>
Siehe Folgeseiten

<b>Lernziele: Persönliche Kompetenz</b>
Nach der erfolgreichen Absolvierung des Moduls sind die Studierenden in der Lage, Siehe Folgeseiten

Die Zahlen in Klammern geben die zu erreichenden Niveaustufen an: 1 - kennen, 2 - können, 3 - verstehen und anwenden

**Zugeordnete Teilmodule:**

Nr.	Bezeichnung der Teilmodule	Lehrumfang [SWS o. UE]	Arbeitsaufwand [ECTS-Credits]
1.	English for Master Students	7 SWS	7
2.	German for International Students	7 SWS	7
3.	Project Management	2 SWS	2
4.	Research Methodology	3 SWS	3

<b>Hinweise zur Belegungspflicht oder zu Optionen</b>
Eine Belegung von Lehrveranstaltungen im Rahmen der Module <i>English for Master Students</i> und <i>German for International Students</i> , kann erst nach Antrag und Beschluss durch die PK erfolgen.

Teilmodul		TM-Kurzbezeichnung
English for Master Students		
Verantwortliche/r	Fakultät	
Prof. Dr. Thomas Fuhrmann	Elektro- und Informationstechnik	
Lehrende/r / Dozierende/r	Angebotsfrequenz	
Lehrende im AW-Programm (LB)	in jedem Semester	
Lehrform		
Seminaristischer Unterricht bei fachwissenschaftlichen Wahlpflichtmodulen		

Studiensemester gemäß Studienplan	Lehrumfang [SWS oder UE]	Lehrsprache	Arbeitsaufwand [ECTS-Credits]
1., 2., 3.	7 SWS	englisch	7

Zeitaufwand:

Präsenzstudium	Eigenstudium
105h	105h

Studien- und Prüfungsleistung
Siehe AW-Katalog
Zugelassene Hilfsmittel für Leistungsnachweis
Siehe AW-Katalog

Inhalte
Siehe AW-Katalog
Lernziele: Fachkompetenz
Nach der erfolgreichen Absolvierung des Teilmoduls sind die Studierenden in der Lage, Siehe AW-Katalog
Angebotene Lehrunterlagen
Siehe AW-Katalog
Lehrmedien
Siehe AW-Katalog
Literatur
Siehe AW-Katalog
Weitere Informationen zur Lehrveranstaltung
Die Studierenden wählen aus dem Sprachangebot des AW-Programms der OTH Regensburg Englischkurse im Umfang von 7 SWS und 7 ECTS. Die Belegung eines Sprachkurses kann erst nach Antrag und Beschluss durch die PK erfolgen.

Die Zahlen in Klammern geben die zu erreichenden Niveaustufen an: 1 - kennen, 2 - können, 3 - verstehen und anwenden

Teilmodul		TM-Kurzbezeichnung
German for International Students		
Verantwortliche/r	Fakultät	
Prof. Dr. Thomas Fuhrmann	Elektro- und Informationstechnik	
Lehrende/r / Dozierende/r	Angebotsfrequenz	
Lehrende im AW-Programm (LB)	in jedem Semester	
Lehrform		
Seminaristischer Unterricht bei fachwissenschaftlichen Wahlpflichtmodulen 80% Anwesenheit		

Studiensemester gemäß Studienplan	Lehrumfang [SWS oder UE]	Lehrsprache	Arbeitsaufwand [ECTS-Credits]
1., 2., 3.	7 SWS	deutsch/englisch	7

Zeitaufwand:

Präsenzstudium	Eigenstudium
105h	105h

Studien- und Prüfungsleistung
schrP, 90 Min.

Angebote Lehrunterlagen
Siehe AW-Katalog
Literatur
Weitere Informationen zur Lehrveranstaltung
<i>Ausländische Studierende wählen aus dem Sprachangebot des AW-Programms der OTH Regensburg Deutschkurse im Umfang von 7 SWS und 7 ECTS. Die Belegung eines Sprachkurses kann erst nach Antrag und Beschluss durch die PK erfolgen.</i>

Teilmodul		TM-Kurzbezeichnung
Project Management		PM
Verantwortliche/r	Fakultät	
Prof. Dr. Thomas Fuhrmann Peter Burda (LB)	Elektro- und Informationstechnik	
Lehrende/r / Dozierende/r	Angebotsfrequenz	
Peter Burda (LB)	in jedem Semester	
Lehrform		
Seminaristischer Unterricht bei fachwissenschaftlichen Wahlpflichtmodulen		

Studiensemester gemäß Studienplan	Lehrumfang [SWS oder UE]	Lehrsprache	Arbeitsaufwand [ECTS-Credits]
1., 2., 3.	2 SWS	englisch	2

Zeitaufwand:

Präsenzstudium	Eigenstudium
30h	30h

Studien- und Prüfungsleistung
schriftliche Prüfung, 90 Min.
Zugelassene Hilfsmittel für Leistungsnachweis
siehe Studienplantabelle

Inhalte
<ul style="list-style-type: none"> <li>• The lessons given will introduce you into the methodology and tools to successfully manage technical projects with a strong emphasis on technical project management.</li> <li>• Classic, agile as well as hybrid methodologies are discussed and compared.</li> <li>• The typical structure of projects is introduced with an additional focus on the special demands for managing and working in interdisciplinary projects according to the typical product development process used in automotive industry. An outlook to functional safety compliant product development is given.</li> <li>• Necessary tools and methods for managing schedules, costs, quality, risks, stakeholders, procurement, communication, quality, changes, and conflicts in a project are introduced.</li> </ul>
Lernziele: Fachkompetenz
<p>Nach der erfolgreichen Absolvierung des Teilmoduls sind die Studierenden in der Lage,</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Goal is to gain a good understanding of the structure of projects and procedure models for classic, agile and hybrid managed project (1).</li> <li>• The ability to work with project management tools (2) as a member of a project team such as participating in project planning, time and resource scheduling and risk assessments (2).</li> <li>• Gain sufficient knowledge about the management to be able to lead smaller, less complex projects (3).</li> </ul>

<ul style="list-style-type: none"><li>• Being able to choose the correct approach for conducting a project including classic, agile and hybrid procedural models (2).</li><li>• Gaining an overview (1) about the field of project management to extend the knowledge (2) about how to plan and control a project in self-studies with specialized literature</li></ul>
<b>Lernziele: Persönliche Kompetenz</b>
Nach der erfolgreichen Absolvierung des Teilmoduls sind die Studierenden in der Lage, <ul style="list-style-type: none"><li>• Understand the interaction between stakeholders in a project and management of conflicts in complex working environments (1).</li><li>• Understand leadership culture in projects and integration of project teams in a corporate culture (1).</li><li>• Being able to work in a interdisciplinary and cross-department project team by understanding the stakeholder goals and interactions (2).</li></ul>
<b>Angebotene Lehrunterlagen</b>
Powerpoint Slides, Literature suggestions, Toolbox (templates) for leading a project
<b>Lehrmedien</b>
Slides, (virtual) Whiteboard
<b>Literatur</b>
Siehe AW-Katalog
<b>Weitere Informationen zur Lehrveranstaltung</b>
Näheres regelt der Kurskatalog des AW-Programms der OTH Regensburg.

Die Zahlen in Klammern geben die zu erreichenden Niveaustufen an: 1 - kennen, 2 - können, 3 - verstehen und anwenden

Teilmodul		TM-Kurzbezeichnung
Research Methodology		
Verantwortliche/r	Fakultät	
Prof. Dr. Thomas Fuhrmann Gudrun Seebauer (LB)	Elektro- und Informationstechnik	
Lehrende/r / Dozierende/r	Angebotsfrequenz	
Gudrun Seebauer (LB)	in jedem Semester	
Lehrform		
Seminaristischer Unterricht bei fachwissenschaftlichen Wahlpflichtmodulen		

Studiensemester gemäß Studienplan	Lehrumfang [SWS oder UE]	Lehrsprache	Arbeitsaufwand [ECTS-Credits]
1., 2., 3.	3 SWS	englisch	3

Zeitaufwand:

Präsenzstudium	Eigenstudium
45h	45h

Studien- und Prüfungsleistung
schriftlicher Leistungsnachweis und mündliche Prüfung 20 Minuten
Zugelassene Hilfsmittel für Leistungsnachweis
Siehe AW-Katalog

Inhalte
Siehe AW-Katalog
Lernziele: Fachkompetenz
Nach der erfolgreichen Absolvierung des Teilmoduls sind die Studierenden in der Lage, Siehe AW-Katalog
Angebotene Lehrunterlagen
Siehe AW-Katalog
Lehrmedien
Siehe AW-Katalog
Literatur
Siehe AW-Katalog
Weitere Informationen zur Lehrveranstaltung
Näheres regelt der Kurskatalog des AW-Programms der OTH Regensburg.

Die Zahlen in Klammern geben die zu erreichenden Niveaustufen an: 1 - kennen, 2 - können, 3 - verstehen und anwenden

<b>Modulbezeichnung (ggf. englische Bezeichnung)</b>		<b>Modul-KzBez. oder Nr.</b>
Qualität und Zuverlässigkeit		QZ/I4
<b>Modulverantwortliche/r</b>	<b>Fakultät</b>	
Prof. Dr. Thomas Fuhrmann	Elektro- und Informationstechnik	

Studiensemester gemäß Studienplan	Studienabschnitt	Modultyp	Arbeitsaufwand [ECTS-Credits]
1.,2.,3.		Schwerpunkt Wahlpflichtmodul	12

<b>Verpflichtende Voraussetzungen</b>
Keine
<b>Empfohlene Vorkenntnisse</b>
Keine

<b>Inhalte</b>
Siehe Folgeseiten

<b>Lernziele: Persönliche Kompetenz</b>
Nach der erfolgreichen Absolvierung des Moduls sind die Studierenden in der Lage, Siehe Folgeseiten

Die Zahlen in Klammern geben die zu erreichenden Niveaustufen an: 1 - kennen, 2 - können, 3 - verstehen und anwenden

**Zugeordnete Teilmodule:**

Nr.	Bezeichnung der Teilmodule	Lehrumfang [SWS o. UE]	Arbeitsaufwand [ECTS-Credits]
1.	Fortgeschrittene Methoden des Qualitätsmanagements (Advanced Methods of Quality Management)	4 SWS	5
2.	Sicherheit und Zuverlässigkeit von Systemen (Safety und Reliability of Systems)	6 SWS	7

<b>Hinweise zur Belegungspflicht oder zu Optionen</b>
<p>Prüfungsleistung: schriftliche Prüfung, 90 Min. Studienarbeit mit Präsentation (beide Prüfungen gleich gewichtet)</p> <p>Das Modul wird derzeit nicht angeboten.</p>





Teilmodul		TM-Kurzbezeichnung
Fortgeschrittene Methoden des Qualitätsmanagements (Advanced Methods of Quality Management)		FQM
Verantwortliche/r	Fakultät	
Prof. Dr. Thomas Fuhrmann	Elektro- und Informationstechnik	
Lehrende/r / Dozierende/r	Angebotsfrequenz	
N.N.	nur im Sommersemester	
Lehrform		
Seminaristischer Unterricht bei fachwissenschaftlichen Wahlpflichtmodulen		

Studiensemester gemäß Studienplan	Lehrumfang [SWS oder UE]	Lehrsprache	Arbeitsaufwand [ECTS-Credits]
1.,2.,3.	4 SWS	deutsch	5

Zeitaufwand:

Präsenzstudium	Eigenstudium
60h	90h

Studien- und Prüfungsleistung
Siehe Studienplantabelle
Zugelassene Hilfsmittel für Leistungsnachweis
Siehe Studienplantabelle

Inhalte
<ul style="list-style-type: none"> <li>• QM - Grundlagen und Begriffe (Wiederholung und gemeinsame Basis zur Verständigung)</li> <li>• Qualitätsmanagement in unterschiedlichen Branchen</li> <li>• Total Quality Management (TQM) mit einschlägigen Modellen zur Umsetzung (z.B. EFQM)</li> <li>• Managementsysteme in verschiedenen Ausprägungen, Gemeinsamkeiten und Unterschiede</li> <li>• Verwandte Ansätze und Konzepte (Prozessmanagement, Innovationsmanagement, Wissensmanagement, Lean, Reifegradmodelle u.v.a.)</li> <li>• Stand der Forschung zum Thema QM und Managementsysteme</li> <li>• Methoden und Werkzeuge (Balanced Score Card, Six Sigma, Risikomanagement/FMEA, Audits, KVP/Kaizen, Problemlösungsmethodik u.a.)</li> </ul>
Lernziele: Fachkompetenz
<p>Nach der erfolgreichen Absolvierung des Teilmoduls sind die Studierenden in der Lage,</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Die Studierenden können aufbauend auf Grundkenntnissen des Qualitäts- und Prozessmanagements sowie der betrieblichen Organisation ihr Wissen auf dem Gebiet der Managementsysteme, insbesondere der Qualitätsmanagementsysteme (QM-Systeme) und einschlägiger Methoden des Qualitätsmanagements gezielt und auf dem aktuellen Stand der Wissenschaft anwenden (3).</li> </ul>

- Sie sind damit befähigt, Managementsysteme im Unternehmen zu verbessern und in enger Zusammenarbeit mit allen betrieblichen Funktionsbereichen zur Exzellenz weiterzuentwickeln (3).
- Insbesondere gilt dies für die Einbeziehung nichttechnischer Aspekte in das Fachgebiet der Lehrveranstaltung (2).
- Die Studierenden können das QM-System eines Unternehmens gezielt charakterisieren, sein Zusammenwirken mit anderen Ansätzen wie z.B. Lean-, Prozess-, Innovationsmanagement analysieren und durch effektiven und effizienten Methodeneinsatz eine nachhaltige Verbesserung des gesamten Managementsystems in die Wege leiten. Insbesondere gilt dies für das Zusammenwirken technischer und nichttechnischer Funktionsbereiche eines Unternehmens (2). Die Studierenden sind darüber hinaus in der Lage, wissenschaftliche Methoden anzuwenden und wissenschaftliche Abhandlungen zu verfassen (2)

#### Lernziele: Persönliche Kompetenz

Nach der erfolgreichen Absolvierung des Teilmoduls sind die Studierenden in der Lage,

- Die Studierenden können zielorientiert im Team kooperieren (Teamfähigkeit) und angemessen kommunizieren (2).
- Sie sind in der Lage, Arbeitsergebnisse zielgruppengerecht zu erarbeiten, zu präsentieren sowie fachlich zu verteidigen (Präsentation, Argumentation, Geben und Annehmen von Feedback) (3)
- Die Studierenden sind sich der Rolle des modernen Qualitätsmanagements im Unternehmen bewusst, insbesondere der Tatsache, dass QM und andere Ansätze einander ergänzen, und dass die Mitwirkung im Qualitätsmanagement nicht auf Zugehörigkeit zu einer entsprechenden Organisationseinheit beschränkt ist (3).

#### Angebotene Lehrunterlagen

Skriptum

#### Lehrmedien

Tafel, Notebook, Beamer

#### Literatur

Pflichtliteratur:

Skriptum zu „QM – Grundlagen und Begriffe“

Zusätzlich empfohlene Literatur:

- Crosby, Ph. B., Quality Is Free, New York, 1979
- Crosby, Ph. B., Quality Without Tears, New York, 1984
- Hammer, Michael, Das prozesszentrierte Unternehmen, Campus Verlag, 1997
- Kamiske, G. F., Brauer, J.-P., Qualitätsmanagement von A-Z , Carl Hanser Verlag 2011
- Masing, W., Handbuch Qualitätsmanagement, Hanser, 2014
- Müller, E., Qualitätsmanagement für Unternehmer und Führungskräfte, Springer Gabler 2014
- Schmelzer, H., Sesselmann, W., Geschäftsprozessmanagement in der Praxis, Hanser, 2013
- Zollondz, H.-D., Grundlagen Qualitätsmanagement, Oldenbourg, 2011
- Zollondz, H.-D., Grundlagen Lean Management, Oldenbourg, 2013

#### Weitere Informationen zur Lehrveranstaltung

Eine identische Lehrveranstaltung FQM wird jeweils im Sommersemester für den Studiengang Master Logistik in der Fakultät BW angeboten. Sie kann auch von Studierenden des Studiengangs MEM besucht werden.

**Das Modul wird derzeit nicht angeboten.**

Die Zahlen in Klammern geben die zu erreichenden Niveaustufen an: 1 - kennen, 2 - können, 3 - verstehen und anwenden

Teilmodul		TM-Kurzbezeichnung
Sicherheit und Zuverlässigkeit von Systemen (Safety und Reliability of Systems)		SZS
Verantwortliche/r	Fakultät	
Prof. Dr. Thomas Fuhrmann	Elektro- und Informationstechnik	
Lehrende/r / Dozierende/r	Angebotsfrequenz	
N.N.	nur im Wintersemester	
Lehrform		
Seminaristischer Unterricht bei fachwissenschaftlichen Wahlpflichtmodulen		

Studiensemester gemäß Studienplan	Lehrumfang [SWS oder UE]	Lehrsprache	Arbeitsaufwand [ECTS-Credits]
1.,2.,3.	6 SWS	deutsch	7

Zeitaufwand:

Präsenzstudium	Eigenstudium
90h	120h

Studien- und Prüfungsleistung
Siehe Studienplantabelle
Zugelassene Hilfsmittel für Leistungsnachweis
Siehe Studienplantabelle

## Inhalte

### Teil I: Zuverlässigkeit und Risikomanagement

1. Einführung
  - 1.1 Begriffe: u.a. Definitionen nach EN 61508-4 („Begriffe und Abkürzungen“)
  - 1.2 Bedeutung von Sicherheit und Zuverlässigkeit
  - 1.3 Produkthaftung
2. Werkzeuge des Risikomanagements
  - 2.1 Überblick über Methoden, die in EN 61508-7 Anhang B genannt werden
  - 2.2 Eingehende Behandlung allgemein verbreiteter Methoden: FMEA, FTA u.a.
3. Zuverlässigkeit von Einzelkomponenten
  - 3.1 Zuverlässigkeitskenngrößen
  - 3.2 Ermittlung und Auswertung von Lebensdauerdaten
  - 3.3 Konstante Ausfallrate
  - 3.4 Zeitabhängige Ausfallrate
4. Systembetrachtungen
  - 4.1 Grundlagen und Begriffe
  - 4.2 Ausfallverhalten von Systemen
  - 4.3 Zuverlässigkeitsplanung
  - 4.4 Systemstruktur aus Sicht der Zuverlässigkeit
  - 4.5 Beschreibung eines Systems mit der Systemfunktion
  - 4.6 Betrachtung komplexer Strukturen
  - 4.7 Wahrscheinlichkeitstheoretische Beschreibung
  - 4.8 Zeitabhängiges Verhalten

### Teil II: Sichere Rechnersysteme

#### 1 Was bedeutet Sicherheit?

- 1)Challenges
- 2)Human errors
- 3)The need for safety
- 4)Failure modes in electronics
- 5)HW System Architekturmaßnahmen

#### 2 Beherrschung von Fehlern

- 1)Fehlertoleranz und Absicherung
- 2)Risiken durch Fehlfunktionen
- 3)Beispiele zu redundanten/abgesicherten Strukturen

#### 3 Automotive Norm ISO 26262

- 1)Rechtliche Lage und Normeneinstieg
- 2)Ausgewählte Kapitel der ISO 26262

#### 4 Ausgewählte Kapitel der FuSi

- 1)Automotive Multicontroller mit Lock Step Mode
- 2)Common-Mode-Failure (CMF)

- 3) Diverse Hardware
- 4) Diversität in der Software
- 5) Datenkommunikation in E/E/PE-Systemen
- 6) Security in E/E/PE-Systemen
- 7) Proven-in-Use (PIU) Argumentation
- 8) Standard-FuSI-Konzept für E-Gas

## 5 Sicherheitsnachweis (Safety Case) Anhang

### Lernziele: Fachkompetenz

Nach der erfolgreichen Absolvierung des Teilmoduls sind die Studierenden in der Lage,

- Die Studierenden erwerben, aufbauend auf den Grundkenntnissen aus dem Bachelorstudium vertiefte, wissenschaftlich fundierte Kenntnisse der relevanten Fragestellungen des Zuverlässigkeits- und Risikomanagements sowie der wichtigen Werkzeuge und Methoden (3)
- Die Studierenden haben einen Überblick über grundlegende Begriffe und Normen zu sicherheitsrelevanten Rechneranwendungen und kennen die gängigen Methoden für das Design von Rechnersystemen mit Sicherheitsverantwortung sowie den Nachweis der Einhaltung der applikationsspezifischen Sicherheitsanforderungen gemäß IEC 61508 und ISO 26262 (3)
- Die Studierenden erwerben die Kompetenz, über den zweckmäßigen Einsatz der Methoden und Werkzeuge zu entscheiden und sie anzuwenden (2).

### Lernziele: Persönliche Kompetenz

Nach der erfolgreichen Absolvierung des Teilmoduls sind die Studierenden in der Lage,

- Die Studierenden sind sich der Bedeutung von Sicherheit und Zuverlässigkeit sowie ihrer persönlichen Verantwortung hierfür bewusst (2).
- Die Studierenden sind sich des Einflusses stochastischer Ereignisse auf Sicherheit und Zuverlässigkeit von Systemen bewusst, sowie der möglichen Folgen vor diesem Hintergrund getroffener Entscheidungen (quantifizierbares Restrisiko) (3). Dieses Erkenntnis soll auch die Persönlichkeit der Studierenden mit prägen.

### Angebotene Lehrunterlagen

Skriptum, Praktikumsanleitungen

### Lehrmedien

Tafel, Notebook, Beamer, Software

## Literatur

- Skript, ausgegeben von den Dozenten
- Praktikumsanleitungen, ausgegeben von den Dozenten
- EN 61508 Funktionale Sicherheit sicherheitsbezogener elektrischer/elektronischer/ programmierbarer elektronischer Systeme DIN EN 61508 Teil 1 bis 7
- Grams, T.: Grundlagen des Qualitäts- und Risikomanagements. Zuverlässigkeit, Sicherheit, Bedienbarkeit. Vieweg Praxiswissen, Braunschweig, Wiesbaden 2007
- Debra S. Hermann, Software Safety and Reliability, IEEE Computer Society, ISBN 07695-0299-7, Piscataway, 1999
- Les Hatton, Safer C, ISBN 0-07-707640-0, McGraw-Hill-Book, Berkshire, 1994
- MISRA, MISRA Development Guidelines for Vehicle Based Software, ISBN 0-9524156-0-7
- MISRA, Guidelines for the Use of the C Language in Vehicle Based Software, ISBN 09542156-9-0

## Weitere Informationen zur Lehrveranstaltung

Das Modul wird derzeit nicht angeboten

Die Zahlen in Klammern geben die zu erreichenden Niveaustufen an: 1 - kennen, 2 - können, 3 - verstehen und anwenden



<b>Modulbezeichnung (ggf. englische Bezeichnung)</b>		<b>Modul-KzBez. oder Nr.</b>
Statistik und Operations Research (Statistics and Operations Research)		SOR/I5
<b>Modulverantwortliche/r</b>	<b>Fakultät</b>	
N.N.	Ostbayerische Technische Hochschule Regensburg	

Studiensemester gemäß Studienplan	Studienabschnitt	Modultyp	Arbeitsaufwand [ECTS-Credits]
1., 2., 3.		Schwerpunkt Wahlpflichtmodul	12

<b>Verpflichtende Voraussetzungen</b>
Keine
<b>Empfohlene Vorkenntnisse</b>
Keine

<b>Inhalte</b>
Siehe Folgeseiten

<b>Lernziele: Persönliche Kompetenz</b>
Nach der erfolgreichen Absolvierung des Moduls sind die Studierenden in der Lage, Siehe Folgeseiten

Die Zahlen in Klammern geben die zu erreichenden Niveaustufen an: 1 - kennen, 2 - können, 3 - verstehen und anwenden

**Zugeordnete Teilmodule:**

Nr.	Bezeichnung der Teilmodule	Lehrumfang [SWS o. UE]	Arbeitsaufwand [ECTS-Credits]
1.	Operations Research (Operations Research)	2 SWS	2
2.	Statistische Versuchsmethodik (Design of Experiments)	4 SWS	5
3.	Wahrscheinlichkeitsrechnung, Statistik und stochastische Prozesse (Probability, Statistics and Stochastic Processes)	4 SWS	5

<b>Hinweise zur Belegungspflicht oder zu Optionen</b>
Prüfungsleistung: schriftliche Prüfung, 90 Min.
<b>Das Modul wird derzeit nicht angeboten.</b>

<b>Teilmodul</b>		<b>TM-Kurzbezeichnung</b>	
Operations Research (Operations Research)		OR	
<b>Verantwortliche/r</b>		<b>Fakultät</b>	
		Ostbayerische Technische Hochschule Regensburg	
<b>Lehrende/r / Dozierende/r</b>		<b>Angebotsfrequenz</b>	
Erich Müller (LB)		nur im Sommersemester	
<b>Lehrform</b>			
Seminaristischer Unterricht mit Übungen			

Studiensemester gemäß Studienplan	Lehrumfang [SWS oder UE]	Lehrsprache	Arbeitsaufwand [ECTS-Credits]
1.,2.,3.	2 SWS	englisch	2

Zeitaufwand:

Präsenzstudium	Eigenstudium
30h	30h

<b>Studien- und Prüfungsleistung</b>
Siehe Studienplantabelle
<b>Zugelassene Hilfsmittel für Leistungsnachweis</b>
Siehe Studienplantabelle

<b>Inhalte</b>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Grundlagen linearer Optimierungsverfahren</li> <li>• Unterscheidung von nichtlinearen Verfahren zur Optimierung</li> <li>• Formulierung linearer Optimierungsprobleme in der Grund und Normalform</li> <li>• Graphische Lösung und Lösung mittels Simplex-Algorithmus</li> <li>• Transportprobleme</li> <li>• Reihenfolgeprobleme</li> <li>• Einblick in weitere Problemstellungen des OR, z.B. Netzplantechnik, Warteschlangentheorie</li> </ul>
<b>Lernziele: Fachkompetenz</b>
<p>Nach der erfolgreichen Absolvierung des Teilmoduls sind die Studierenden in der Lage,</p> <p><b>Kenntnisse:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Die Teilnehmer kennen die Teilgebiete des Operations Research sowie die grundlegenden Problemstellungen und Methoden der linearen Optimierung.</li> </ul> <p><b>Fertigkeiten:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Sie können die Anwendbarkeit dieser Methoden in der Praxis beurteilen und einfachere Probleme selbständig bearbeiten.</li> </ul>

Lehrmedien
Tafel, Notebook, Beamer
Literatur
Weitere Informationen zur Lehrveranstaltung
Das Modul wird derzeit nicht angeboten.

Die Zahlen in Klammern geben die zu erreichenden Niveaustufen an: 1 - kennen, 2 - können, 3 - verstehen und anwenden

<b>Teilmodul</b>		<b>TM-Kurzbezeichnung</b>	
Statistische Versuchsmethodik (Design of Experiments)		VM	
<b>Verantwortliche/r</b>		<b>Fakultät</b>	
		Ostbayerische Technische Hochschule Regensburg	
<b>Lehrende/r / Dozierende/r</b>		<b>Angebotsfrequenz</b>	
N.N.		nur im Sommersemester	
<b>Lehrform</b>			
Seminaristischer Unterricht bei fachwissenschaftlichen Wahlpflichtmodulen			

Studiensemester gemäß Studienplan	Lehrumfang [SWS oder UE]	Lehrsprache	Arbeitsaufwand [ECTS-Credits]
1.,2.,3.	4 SWS	deutsch	5

Zeitaufwand:

Präsenzstudium	Eigenstudium
60h	90h

<b>Studien- und Prüfungsleistung</b>
Siehe Studienplantabelle
<b>Zugelassene Hilfsmittel für Leistungsnachweis</b>
Siehe Studienplantabelle

<b>Inhalte</b>
<p>1. Grundlagen und Begriffe: Zielsetzung der Versuchsmethodik (VM), Überblick über die verschiedenen Methoden</p> <p>2. Statistische Grundlagen (Wiederholung): Vorgehensweise der Statistik: Deskriptive und induktive Statistik , Grundprinzip der Hypothesentests, Fehler 1. u. 2. Art; Wichtige Hypothesentests: T-Test, F-Test, ANOVA</p> <p>3. Klassische Versuchsmethodik (DoE - Design of Experiments): Vollständige und unvollständige Versuchspläne, Vermengungsstrukturen, Blockbildung und Randomisierungen, Signifikanz von Wirkungen und Wechselwirkungen, Zentral zusammengesetzte Versuchspläne</p> <p>4. Weitere Varianten der Versuchsmethodik: Taguchi, Plackett-Burman- Pläne, Box-Behnken- Pläne, dreistufige und allgemeine mehrstufige Pläne</p> <p>5. Begleitende Aspekte: Messsystemanalyse, typischer Ablauf eines DOE-Projekts, Einsatz einer typischen Statistiksoftware</p>
<b>Lernziele: Fachkompetenz</b>
Nach der erfolgreichen Absolvierung des Teilmoduls sind die Studierenden in der Lage,

- Die Studierenden erwerben, aufbauend auf mathematisch / statistischen Grundkenntnissen aus dem Bachelorstudium vertiefte, wissenschaftlich fundierte Kenntnisse der Statistischen Versuchsmethodik (Niveaustufe 3).
- Hiermit werden sie befähigt, Versuche in Entwicklung und Produktion effektiv und effizient zu planen, durchzuführen, die Ergebnisse auf statistisch fundierter Basis korrekt zu interpretieren und darauf aufbauend fundierte Entscheidungen zu treffen (Niveaustufe 3).
- Die Studierenden können Systeme, die sich zum Einsatz von Versuchsmethodik eignen, identifizieren und geeignete Versuchspläne erstellen, umsetzen und auswerten (Niveaustufe 3).
- Sie können gezielt die hierzu jeweils nach dem Stand der Wissenschaft geeigneten Varianten der Versuchsmethodik Verfahren auswählen und anwenden (Niveaustufe 2).
- Die Studierenden kennen die Möglichkeiten und Grenzen beim Einsatz von Spezialsoftware zur Versuchsmethodik und können eine typische Software selbständig anwenden. (Niveaustufe 2)

#### Lernziele: Persönliche Kompetenz

Nach der erfolgreichen Absolvierung des Teilmoduls sind die Studierenden in der Lage,

- komplexe Projekte zur Versuchsmethodik unter Einbeziehung aller Interessenspartner zu planen und als Projektleiter erfolgreich umzusetzen (Niveaustufe 2).
- sich in ein komplexes Thema wie Versuchsmethodik mittels aktiver Beteiligung und Diskussion einzuarbeiten (Niveaustufe 2).
- Die Studierenden sind sich der Rolle statistischer Gesetzmäßigkeiten bei Planung und Durchführung von Versuchen bewusst, sowie der möglichen Folgen vor diesem Hintergrund getroffener Entscheidungen (quantifizierbares Restrisiko) (Niveaustufe 3). Diese Erkenntnis soll auch die Persönlichkeit der Studierenden mit prägen.

#### Angebotene Lehrunterlagen

Skriptum

#### Lehrmedien

Tafel, Notebook, Beamer

#### Literatur

Empfohlene Literatur (jeweils in der neuesten Auflage):

- Box, G., Hunter, W. u. J./ Statistics for Experimenters Eng., Wiley, New York
- Graf; Henning; Stange; Wilrich: Formeln und Tabellen der angewandten mathematischen Statistik, Springer Verlag, Berlin
- Klein, B.: Design of Experiments - Einführung in die Taguchi/Shainin-Methodik, Oldenburg-Verlag
- Kleppmann, W.: Taschenbuch Versuchsplanung: Produkte und Prozesse optimieren, Hanser-Verlag, München
- Rinne, H.; Mittag H. J., Statistische Methoden der Qualitätssicherung, Hanser Verlag München
- Taguchi, Genichi, Einführung in Quality Engineering, 1989, Neuauflage 2004

#### Weitere Informationen zur Lehrveranstaltung

Die Kapitel 1-3 sind deckungsgleich mit dem Teil „Statistische Versuchsmethodik“ der Lehrveranstaltung *Vertiefung Qualitätsmanagement (VQM)* im Masterstudiengang Industrial Engineering der Fakultät M. Die Veranstaltungsteile können von Studierenden dieses Studiengangs besucht werden.

**Das Modul wird derzeit nicht angeboten.**

Die Zahlen in Klammern geben die zu erreichenden Niveaustufen an: 1 - kennen, 2 - können, 3 - verstehen und anwenden

Teilmodul		TM-Kurzbezeichnung
Wahrscheinlichkeitsrechnung, Statistik und stochastische Prozesse (Probability, Statistics and Stochastic Processes)		WST
Verantwortliche/r	Fakultät	
	Ostbayerische Technische Hochschule Regensburg	
Lehrende/r / Dozierende/r	Angebotsfrequenz	
N.N.	nur im Wintersemester	
Lehrform		
Seminaristischer Unterricht bei fachwissenschaftlichen Wahlpflichtmodulen		

Studiensemester gemäß Studienplan	Lehrumfang [SWS oder UE]	Lehrsprache	Arbeitsaufwand [ECTS-Credits]
1.,2.,3.	4 SWS	deutsch	5

Zeitaufwand:

Präsenzstudium	Eigenstudium
60h	90h

<b>Studien- und Prüfungsleistung</b>
Siehe Studienplantabelle
<b>Zugelassene Hilfsmittel für Leistungsnachweis</b>
Siehe Studienplantabelle

<b>Inhalte</b>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Grundlagen der Wahrscheinlichkeitsrechnung</li> <li>• Zufallsgrößen, Verteilungsfunktionen und -dichten</li> <li>• Grundlagen der mathematischen Statistik</li> <li>• Maßzahlen, Grundgesamtheit, Stichproben</li> <li>• Schätzverfahren, Punkt- und Intervallschätzung</li> <li>• Parametrische und nichtparametrische Tests</li> <li>• Einführung in die Theorie der Stochastischen Prozesse und Warteschlangen</li> <li>• Kenntnis typischer stochastischer Prozesse in der Praxis</li> </ul>
<b>Lernziele: Fachkompetenz</b>
<p>Nach der erfolgreichen Absolvierung des Teilmoduls sind die Studierenden in der Lage,</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Die Studierenden verfügen auf wissenschaftlicher Basis über vertiefte Kenntnisse der Wahrscheinlichkeitsrechnung und der Statistik und sind im Detail mit stochastischen Prozessen vertraut (Niveaustufe 3). Sie sind damit befähigt, die Einflüsse stochastischer Größen auf betriebliche Prozesse und Prozessergebnisse richtig zu beurteilen und auf statistisch fundierter Basis optimale Entscheidungen zu treffen (Niveaustufe 3).</li> <li>• Die Studierenden können stochastische Systeme identifizieren und bezüglich der relevanten Größen analysieren (Niveaustufe 2). Sie können gezielt die hierzu jeweils nach dem Stand der Wissenschaft geeigneten Methoden und Verfahren auswählen, einsetzen</li> </ul>

und auf Basis der Analyseergebnisse optimale Entscheidungen im betrieblichen Umfeld treffen (Niveaustufe 2).

#### Lernziele: Persönliche Kompetenz

Nach der erfolgreichen Absolvierung des Teilmoduls sind die Studierenden in der Lage,

- Die Studierenden sind in der Lage, sich in ein komplexes Thema wie Wahrscheinlichkeitsrechnung und Statistik mittels aktiver Beteiligung und Diskussion einzuarbeiten (Niveaustufe 2).
- Die Studierenden sind sich des Einflusses stochastischer Größen im betrieblichen Umfeld sowie der möglichen Folgen vor diesem Hintergrund getroffener Entscheidungen bewusst (quantifizierbares Restrisiko) (Niveaustufe 3). Diese Erkenntnis soll auch die Persönlichkeit der Studierenden mit prägen.

#### Angebotene Lehrunterlagen

Skriptum

#### Lehrmedien

Tafel, Notebook, Beamer

#### Literatur

Empfohlene Literatur:

- Beichelt F., Stochastische Prozesse für Ingenieure, Teubner Verlag, 2013
- Bosch, Karl, Elementare Einführung in die Wahrscheinlichkeitsrechnung, Vieweg, 2006
- Ross, Sheldon M., Statistik für Ingenieure und Naturwissenschaftler, Spektrum Verlag, 2006
- Sachs, L., Angewandte Statistik, Springer Verlag, 2003
- Stocker, U., Waldmann, K.-H., Stochastische Modelle, Springer Verlag, 2012
- Tran-Gia, P., Einführung in die Leistungsbewertung und Verkehrstheorie, Oldenbourg, 2005
- Trivedi, K., Probability and Statistics with Reliability, Queueing and Computer Science Applications, Wiley, 2001
- Weber, Hubert, Einführung in die Wahrscheinlichkeitsrechnung und Statistik für Ingenieure, Tebner, Stuttgart 1992

#### Weitere Informationen zur Lehrveranstaltung

Die Veranstaltung ist auch für Studierende des Masterstudiengangs Logistik geeignet, da es weitgehende inhaltliche Überschneidungen mit dem Modul MML (Mathematische und stochastische Methoden in der Logistik) gibt.

**Das Modul wird derzeit nicht angeboten.**

Die Zahlen in Klammern geben die zu erreichenden Niveaustufen an: 1 - kennen, 2 - können, 3 - verstehen und anwenden



Modulbezeichnung (ggf. englische Bezeichnung)		Modul-KzBez. oder Nr.
Vertiefung		V
Modulverantwortliche/r	Fakultät	
Prof. Dr. Mikhail Chamonine	Elektro- und Informationstechnik	
Prof. Dr. Thomas Fuhrmann	Elektro- und Informationstechnik	
Prof. Dr. Rainer Holmer	Elektro- und Informationstechnik	
Prof. Dr. Corinna Kaulen	Angewandte Natur- und Kulturwissenschaften	
Prof. Dr. Hans Meier	Elektro- und Informationstechnik	
Prof. Dr. Michael Niemetz	Elektro- und Informationstechnik	
Klaus Pressel (LB)	Angewandte Natur- und Kulturwissenschaften	
Prof. Dr. Rupert Schreiner	Angewandte Natur- und Kulturwissenschaften	
Prof. Dr. Martin Schubert	Elektro- und Informationstechnik	
Prof. Dr. Thomas Stücke	Elektro- und Informationstechnik	
Prof. Dr. Heiko Unold	Elektro- und Informationstechnik	
Richard Weininger (LB)	Elektro- und Informationstechnik	
Prof. Dr. Vooi Voon Yap	Angewandte Natur- und Kulturwissenschaften	

Studiensemester gemäß Studienplan	Studienabschnitt	Modultyp	Arbeitsaufwand [ECTS-Credits]
1.,2.,3.		Schwerpunkt Wahlpflichtmodul	5

Verpflichtende Voraussetzungen
Je nach Modul
Empfohlene Vorkenntnisse
Je nach Modul

Inhalte
Siehe Folgeseiten

Lernziele: Persönliche Kompetenz
Nach der erfolgreichen Absolvierung des Moduls sind die Studierenden in der Lage, Siehe Folgeseiten

Die Zahlen in Klammern geben die zu erreichenden Niveaustufen an: 1 - kennen, 2 - können, 3 - verstehen und anwenden

Zugeordnete Teilmodule:

Nr.	Bezeichnung der Teilmodule	Lehrumfang	Arbeitsaufwand
		[SWS o. UE]	[ECTS-Credits]
1.	Advanced Methods of Quality Management	4 SWS	5
2.	Advanced Optical Sensing	4 SWS	5
3.	Advanced Packaging	4 SWS	5
4.	Advanced Semiconductor Technology	4 SWS	5
5.	Analog/Digital- und Digital/Analog-Wandler (Analog/Digital and Digital/Analog Converter)	4 SWS	5
6.	Electronic Product Engineering	4 SWS	5
7.	Elektromagnetische Verträglichkeit (Electromagnetic Compatibility)	4 SWS	5
8.	Elektronische Schaltungen und Systeme / Electronic Circuits and Systems)	4 SWS	5
9.	Embedded Linux	4 SWS	5
10.	HF-Schaltungstechnik (RF-Circuit Design)	4 SWS	5
11.	LED Technology	4 SWS	5
12.	Master Optoelectronics Projects with LabVIEW	4 SWS	5
13.	Physik der Halbleiterbauelemente (Physics of Semiconductor Devices)	4 SWS	5
14.	Quantentheorie 1 (Quantum Theory 1)	4 SWS	5
15.	Quantentheorie 2 (Quantum Theory 2)	4 SWS	5
16.	Vertiefung Microcontrollertechnik für Master (Advanced Microcontroller Techniques for Master)	4 SWS	5

Teilmodul		TM-Kurzbezeichnung
Advanced Methods of Quality Management		FQM
Verantwortliche/r	Fakultät	
Prof. Dr. Thomas Fuhrmann	Elektro- und Informationstechnik	
Lehrende/r / Dozierende/r	Angebotsfrequenz	
Dr. Martin Winkler (LB)	nur im Wintersemester	
Lehrform		
Seminaristischer Unterricht bei fachwissenschaftlichen Wahlpflichtmodulen		

Studiensemester gemäß Studienplan	Lehrumfang [SWS oder UE]	Lehrsprache	Arbeitsaufwand [ECTS-Credits]
1.,2.,3.	4 SWS	englisch	5

Zeitaufwand:

Präsenzstudium	Eigenstudium
60h	90h

Studien- und Prüfungsleistung
Siehe Wahlpflichtmodulkatalog <i>Master Electrical and Microsystems Engineering</i> Portfolioprüfung: Pitch und Ausarbeitung (vgl. Studienplantabelle)
Zugelassene Hilfsmittel für Leistungsnachweis
Siehe Studienplantabelle (see curriculum table)

Inhalte
<ul style="list-style-type: none"> <li>• QM - basics and terms (repetition and common basis for mutual communication)</li> <li>• Basics of management and quality management models; process concept, leadership, environment and context, stakeholders, requirements management, process map, organizational structure and processes, etc.</li> <li>• Quality management in different industries</li> <li>• Total Quality Management (TQM) with relevant models for implementation (e.g. EFQM)</li> <li>• Management systems in various forms, similarities and differences (e.g. PRINCE2, CMMI, ISO 9001, etc.)</li> <li>• Current developments in the area of QM and management systems</li> <li>• Communication and information in teams and organizations, basics, models, methods</li> <li>• Methods for generating ideas in teams</li> <li>• Methods and tools (e.g. 8D, Six Sigma, Poka Yoke, risk management/FMEA, audits, KVP, problem-solving methodology/Ishikawa/5why, etc.)</li> </ul>
Lernziele: Fachkompetenz
Nach der erfolgreichen Absolvierung des Teilmoduls sind die Studierenden in der Lage, After successfully completing the sub-module, students are able to:

- Building on basic knowledge of quality and process management as well as operational organization, students can apply their knowledge in the field of management systems, in particular quality management systems (QM systems) and relevant quality management methods in a targeted manner and in line with the current state of science (3).
- They are thus able to improve management systems in the organization and develop them further to excellence in close cooperation with all operational functional areas (3).
- This applies in particular to the inclusion of non-technical aspects in the subject area of this course (2).
- The students can specifically characterize the QM system of a company, analyze its interaction with other management approaches and initiate a sustainable improvement of the entire management system through effective and efficient use of methods. This applies in particular to the interaction of technical and non-technical functional areas of a company (2).
- The students are also able to apply scientific methods and write scientific papers in the taught areas (2)

#### Lernziele: Persönliche Kompetenz

Nach der erfolgreichen Absolvierung des Teilmoduls sind die Studierenden in der Lage,  
After successfully completing the sub-module, students are able to:

- The students can cooperate in a team in a goal-oriented manner (teamwork skills) and communicate appropriately (2).
- They are able to develop work results in a way that is appropriate for the target group, present them and defend them professionally (presentation, argumentation, giving and receiving feedback) (3)
- The students are aware of the role of modern quality management in the organization, in particular the fact that QM and other approaches complement each other and that participation in quality management is not limited to belonging to a corresponding organizational unit (3).

#### Angebotene Lehrunterlagen

Script (ELO)

#### Lehrmedien

Board, notebook, beamer

Literatur
<p>Required reading:</p> <ul style="list-style-type: none"><li>• Script (ELO) regarding Advanced Methods of Quality Management</li></ul>
<p>Additional reading:</p> <ul style="list-style-type: none"><li>• Crosby, Ph. B., Quality Is Free, New York, 1979</li><li>• Crosby, Ph. B., Quality Without Tears, New York, 1984</li><li>• Hammer, Michael, Das prozesszentrierte Unternehmen, Campus Verlag, 1997</li><li>• Kamiske, G. F., Brauer, J.-P., Qualitätsmanagement von A-Z , Carl Hanser Verlag 2011</li><li>• Masing, W., Handbuch Qualitätsmanagement, Hanser, 2014</li><li>• Müller, E., Qualitätsmanagement für Unternehmer und Führungskräfte, Springer Gabler 2014</li><li>• Schmelzer, H., Sesselmann, W., Geschäftsprozessmanagement in der Praxis, Hanser, 2013</li><li>• Zollondz, H.-D., Grundlagen Qualitätsmanagement, Oldenbourg, 2011</li><li>• Zollondz, H.-D., Grundlagen Lean Management, Oldenbourg, 2013</li><li>• Brüggemann, Holger – Grundlagen Qualitätsmanagement (2020)</li><li>• Drews, Günter; Hillebrand, Norbert – Lexikon der Projektmanagement-Methoden (2007)</li><li>• Nöllke, Matthias – Kreativitätstechniken (2015)</li><li>• Scherer, Jiri; Brügger, Chris – Kreativitätstechniken (2012)</li><li>• Quality Management; QM systems, procedures and terminology; DIN e.V.(2021)</li><li>• Goetsch, Davis - Quality Management for Organizational Excellence: Introduction to Total Quality; Pearson New International Edition (2013)</li><li>• Oakland, Morris - TQM: A Pictorial Guide for Managers; Routledge (2016)</li><li>• Gerhard u. Elske Linß, Qualitätsmanagement – Methoden und Werkzeuge: Planung, Realisierung, Auswertung und Verbesserung, Hanser (2024)</li><li>• Linß et al.; Qualitätsmanagement – Integrierte Managementsysteme: Umwelt, Energie, Arbeits- und Informationssicherheit, Hanser (2024)</li><li>• Nancy R. Tague; The Quality Toolbox, Third Edition; American Society For Quality; (2024)</li></ul>
<p>websites:</p> <ul style="list-style-type: none"><li>• ISO: <a href="http://www.iso.org">www.iso.org</a>; ISO 9001:2015: <a href="http://www.iso.org/standard/62085.html">www.iso.org/standard/62085.html</a></li><li>• IATF: <a href="http://www.iafglobaloversight.org/">www.iafglobaloversight.org/</a></li><li>• IATF 16949 sanctioned interpretations: <a href="http://www.iafglobaloversight.org/iatf-169492016/iatf-169492016-sis/">www.iafglobaloversight.org/iatf-169492016/iatf-169492016-sis/</a></li><li>• VDA QMC: <a href="http://vda-qmc.de/">vda-qmc.de/</a></li><li>• EFQM: <a href="http://efqm.org">efqm.org</a></li><li>• Deutsche Gesellschaft für Qualität: <a href="http://www.dgq.de">www.dgq.de</a></li></ul>
Weitere Informationen zur Lehrveranstaltung
<p>Teilnehmendenzahl: max. 20 Studierende pro Semester Number of participants: max. 20 students per semester</p>

Die Zahlen in Klammern geben die zu erreichenden Niveaustufen an: 1 - kennen, 2 - können, 3 - verstehen und anwenden

Teilmodul		TM-Kurzbezeichnung
Advanced Optical Sensing		AOS
Verantwortliche/r	Fakultät	
Prof. Dr. Johannes Wild	Angewandte Natur- und Kulturwissenschaften	
Lehrende/r / Dozierende/r	Angebotsfrequenz	
Prof. Dr. Johannes Wild	nur im Wintersemester	
Lehrform		
Seminaristischer Unterricht bei fachwissenschaftlichen Wahlpflichtmodulen lecture and seminar		

Studiensemester gemäß Studienplan	Lehrumfang [SWS oder UE]	Lehrsprache	Arbeitsaufwand [ECTS-Credits]
1.,2.,3.	4 SWS	englisch	5

Zeitaufwand:

Präsenzstudium	Eigenstudium
60h	90h

Studien- und Prüfungsleistung
Siehe Wahlpflichtmodulkatalog <i>Master Electrical and Microsystems Engineering</i> written exam, 90 min presentation of a chosen topic
Zugelassene Hilfsmittel für Leistungsnachweis
scientific calculator

Inhalte
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Light Basics (Wavelength, Transmission, Polarization, Reflection, Refraction, Interference, Diffraction)</li> <li>• Radiometry and Photometry</li> <li>• Emission of Light (Sun, Incandescent lamp, LED, EEL, VCSEL, OLED/LCD Display)</li> <li>• Detection of Light (Photodiodes)</li> <li>• Noise, signal to noise ratio, dynamic range</li> <li>• Sensor circuit concepts</li> <li>• Package concepts</li> <li>• Colorimetry</li> <li>• Ambient light sensing</li> <li>• Flicker sensing</li> <li>• Proximity sensing</li> <li>• Heart rate sensing Rotary encoders</li> </ul>

<b>Lernziele: Fachkompetenz</b>
Nach der erfolgreichen Absolvierung des Teilmoduls sind die Studierenden in der Lage, <ul style="list-style-type: none"><li>• The students have a fundamental understanding of optical spectra from different light sources and how to measure them with different detector concepts. They know why different sensors (e.g. ambient light, flicker) are necessary in various electronic devices (e.g. mobile phones). They understand the design, fabrication and system concepts of these sensors. (2)</li><li>• Based on their knowledge they are able to read scientific publications in this field and understand new optical sensor concepts. (2)</li><li>• The students are able to support the design process of new sensors and select the suitable components (3)</li><li>• They have the capability to work in this field as well as to perform research and development (3)</li></ul>
<b>Lernziele: Persönliche Kompetenz</b>
Nach der erfolgreichen Absolvierung des Teilmoduls sind die Studierenden in der Lage, <ul style="list-style-type: none"><li>• The students are able to explain and present complex concepts (3)</li><li>• Students get used to working in teams with other students (3)</li><li>• They are able to get familiar with difficult topic by themselves (2)</li></ul>
<b>Angebotene Lehrunterlagen</b>
Collection of lecture slides and exercise questions
<b>Lehrmedien</b>
Beamer, Blackboard, notebook
<b>Literatur</b>
Will be announced during the course
<b>Weitere Informationen zur Lehrveranstaltung</b>
Recommended previous knowledge: knowledge in optics, semiconductor physics

Die Zahlen in Klammern geben die zu erreichenden Niveaustufen an: 1 - kennen, 2 - können, 3 - verstehen und anwenden

Teilmodul		TM-Kurzbezeichnung
Advanced Packaging		AP
Verantwortliche/r	Fakultät	
Prof. Dr. Thomas Fuhrmann Klaus Pressel (LB)	Elektro- und Informationstechnik	
Lehrende/r / Dozierende/r	Angebotsfrequenz	
Klaus Pressel (LB)	nur im Sommersemester	
Lehrform		
Seminaristischer Unterricht bei fachwissenschaftlichen Wahlpflichtmodulen		

Studiensemester gemäß Studienplan	Lehrumfang [SWS oder UE]	Lehrsprache	Arbeitsaufwand [ECTS-Credits]
1.,2.,3.	4 SWS	deutsch	5

Zeitaufwand:

Präsenzstudium	Eigenstudium
60h	90h

Studien- und Prüfungsleistung
schriftliche Prüfung, 90 Min.
Zugelassene Hilfsmittel für Leistungsnachweis
Siehe Studienplantabelle

Inhalte
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Überblick: Advanced Packaging für mobile Kommunikation? Ein Schlüsselement von Physik zur Innovation. Moderne Systeme der Kommunikationstechnik und Märkte (Einführung GSM, Übersicht GPRS, DECT, Bluetooth etc.)</li> <li>• Grundlegender Aufbau eines Mobiltelefons (Gehäuseüberlegungen): Transceiver- und Basisbandteil, unterschiedliche Transceiverarchitekturen</li> <li>• Halbleitertechnologie: Die Basis für Schaltungen der Mobilkommunikation, Bedeutung der Si-Technologie, CMOS im Vergleich zu bipolar, III/V Halbleiter</li> <li>• Grundlegende RF Schaltungen der Mobilkommunikation: Systemintegration, LNA, Mischer, VCO &amp; PLL, Filter (SAW, BAW), Passive Komponenten (R,L,C)</li> <li>• Bedeutung der Gehäusetechnologie für die Mobilkommunikation: System in Package, Miniaturisierung, Typische FE &amp; BE Gehäuse (BGA, VQFN)</li> <li>• Technologische Prozesse der Gehäuseentwicklung: Drahtbonden, Die-Attach, Dünnen von Wafern, Wafer Level Packaging etc.</li> <li>• Grundlegende Aspekte der Flip Chip Technologie</li> <li>• Ball Grid Array Gehäuse</li> <li>• Leadless (beinchenlose) Packages, z.B. VQFN</li> <li>• Herausforderungen bei hohen Frequenzen</li> <li>• Zuverlässigkeit und Testen von Gehäusen</li> <li>• Ausblick</li> </ul>



<b>Lernziele: Fachkompetenz</b>
Nach der erfolgreichen Absolvierung des Teilmoduls sind die Studierenden in der Lage, <b>Lernziele:</b> <ul style="list-style-type: none"><li>• Einblick in sämtliche systemtechnischen Aspekte der mobilen Kommunikation (1)</li><li>• Insbesondere detaillierte Kenntnis moderner Methoden des Electronic Packaging in diesem Zusammenhang (1)</li><li>• Wissen um das Zusammenspiel von physikalischen Randbedingungen, den Möglichkeiten des Front End und des Back End (2)</li></ul>
<b>Angebotene Lehrunterlagen</b>
Vom Dozenten ausgegebene aktuelle Literatur
<b>Lehrmedien</b>
Tafel, Notebook, Beamer
<b>Literatur</b>
<ul style="list-style-type: none"><li>• Harper, Electronic Packaging and Interconnection Handbook, McGraw-Hill, New York 2005,</li><li>• Gray et al., Analysis and Design of Analog Integrated Circuits, Wiley, New York 2001,</li></ul>

Die Zahlen in Klammern geben die zu erreichenden Niveaustufen an: 1 - kennen, 2 - können, 3 - verstehen und anwenden

Teilmodul		TM-Kurzbezeichnung
Advanced Semiconductor Technology		AST
Verantwortliche/r	Fakultät	
Prof. Dr. Corinna Kaulen	Angewandte Natur- und Kulturwissenschaften	
Lehrende/r / Dozierende/r	Angebotsfrequenz	
verschiedene Lehrbeauftragte aus Industrie und Wissenschaft	in jedem Semester	
Lehrform		
Seminaristischer Unterricht bei fachwissenschaftlichen Wahlpflichtmodulen		

Studiensemester gemäß Studienplan	Lehrumfang [SWS oder UE]	Lehrsprache	Arbeitsaufwand [ECTS-Credits]
1.,2.,3.	4 SWS	englisch	5

Zeitaufwand:

Präsenzstudium	Eigenstudium
60h	90h

Studien- und Prüfungsleistung
schriftliche Prüfung, 90 Min.
Zugelassene Hilfsmittel für Leistungsnachweis
Siehe Studienplantabelle

Inhalte
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Semiconductor Materials</li> <li>• Semiconductor Fabrication Technology</li> <li>• Semiconductor Epitaxy</li> <li>• Semiconductor Packaging</li> <li>• Semiconductor Characterization</li> <li>• Nano-Fabrication: Top-Down (e-beam lithography) and Bottom-Up (self-assembly) Techniques</li> <li>• Si Based Modern Electronic Device: Processing, Devices Physics and Applications</li> <li>• Carbon Based Nanoelectronic Devices: Materials (CNT, Graphene), Fabrication, Devices Physics and Potential Applications</li> <li>• New Development in 2D Crystal-Based Heterostructures for Nanoelectronics</li> <li>• New Development in Nanoelectronic Devices</li> <li>• Novel Techniques in Photonics and Analytics</li> <li>• Semiconductor-based Sensors</li> <li>• Special topics on the large scale fabrication technology of Semiconductors</li> </ul>

<b>Lernziele: Fachkompetenz</b>
Nach der erfolgreichen Absolvierung des Teilmoduls sind die Studierenden in der Lage, <ul style="list-style-type: none"><li>• The students shall learn to know the fundamentals, the design, the technology and the operation of semiconductor materials and modern semiconductor based devices (1).</li><li>• Based on this knowledge they should be able to read scientific publications in this field and to understand the design, the fabrication process and the operation of semiconductor devices (2).</li><li>• The students should be able to design/plan the fabrication process for parts of semiconductor components and structures by themselves (3).</li><li>• The students should be able to select and to choose suitable components/materials for specific engineering applications (3).</li></ul>
<b>Lernziele: Persönliche Kompetenz</b>
Nach der erfolgreichen Absolvierung des Teilmoduls sind die Studierenden in der Lage, <ul style="list-style-type: none"><li>• They should be able to join in and work together with an interdisciplinary team of physicists, chemists and engineers for the fabrication of modern semiconductor devices (3).</li></ul>
<b>Angebotene Lehrunterlagen</b>
Course notes, exercises, copies of slides
<b>Lehrmedien</b>
Board, Notebook, Beamer
<b>Literatur</b>
<ul style="list-style-type: none"><li>• S.M. Sze, K.K. Ng „Physics of Semiconductor Devices (3rd Ed.): Wiley, 2007</li><li>• D. Meschede “Gerthsen Physik”, Springer, 2015</li><li>• “Fundamentals of Microfabrication and Nanotechnology”, Third Edition, Marc J. Madou, by CRC Press (August 1, 2011); ISBN: 9780849331800.</li><li>• “Advanced Nanoelectronics”, Razali Ismail, Mohammad Taghi Ahmadi, Sohail Anwar, by CRC Press (December 17, 2012), ISBN: 9781439856802.</li><li>• “2D Materials for Nanoelectronics”, Michel Houssa, Athanasios Dimoulas, Alessandro Molle, by CRC Press (April 5, 2016); ISBN: 9781498704175.</li></ul>
<b>Weitere Informationen zur Lehrveranstaltung</b>
<ul style="list-style-type: none"><li>• Previous Experience/Premise: Knowledge of College Physics, fundamental knowledge of Solid State Physics. In order to attend the module Advanced Semiconductor Technology:</li><li>• Choose any 2 sub-modules from the list on the MEM Information Board</li><li>• Admission requirement for registration for the module examination is successful participation (passed) in two sub-modules. • Only one grade is awarded for the entire module.</li></ul>

Die Zahlen in Klammern geben die zu erreichenden Niveaustufen an: 1 - kennen, 2 - können, 3 - verstehen und anwenden

Teilmodul		TM-Kurzbezeichnung
Analog/Digital- und Digital/Analog-Wandler (Analog/Digital and Digital/Analog Converter)		ADA
Verantwortliche/r	Fakultät	
Prof. Dr. Martin Schubert	Elektro- und Informationstechnik	
Lehrende/r / Dozierende/r	Angebotsfrequenz	
Prof. Dr. Martin Schubert	in jedem Semester	
Lehrform		
Seminaristischer Unterricht bei fachwissenschaftlichen Wahlpflichtmodulen; 50% seminar teaching and 50% practical training		

Studiensemester gemäß Studienplan	Lehrumfang [SWS oder UE]	Lehrsprache	Arbeitsaufwand [ECTS-Credits]
2., 3.	4 SWS	deutsch/englisch	5

Zeitaufwand:

Präsenzstudium	Eigenstudium
56h	62h (preparation and review), 32h (exam preparation)

Studien- und Prüfungsleistung
Siehe Wahlpflichtmodulkatalog Master <i>Electrical and Microsystems Engineering</i>
Zugelassene Hilfsmittel für Leistungsnachweis
see Studienplantabelle

## Inhalte

### Deutsch

#### Teil A: Seminaristische Präsenzlehre

1. Wertdiskretisierung (Quantisierung)
  - + Kenntnis allgemeiner D/A- und A/D-Wandlungsprinzipien
  - + Auswahl der an der besten geeigneten Architektur für eine bestimmte Anwendung
2. Zeitdiskretisierung (Sampling)
  - + Zeitbereichsbetrachtungen: mathematisches Modell und technische Umsetzung
  - + Überlegungen zum Frequenzbereich
  - + Kriterien von Nyquist und Shannon
  - + Aliasing
  - + Räumliches Sampling und räumliches Aliasing
3. Charakterisierung
  - + Kenntnis gängiger Qualitätskriterien und Fähigkeiten zu deren Anwendung
4. Modellierung
  - + Modellierung von DACs und ADCs in Werte-, Zeit- und Frequenzbereich
  - + Modellierung statischer linearer und nichtlinearer I/O-Kennlinien
  - + Charakterisierung und Modellierung im Werte-, Zeit- und Frequenzbereich mit Matlab
5. Rauschen
  - + Berechnung der erreichbaren Auflösung aus dem Signal-Rausch-Verhältnis,
  - + Rechnen mit Rauschbudgets
  - + Die wichtigsten Rauschquellen und deren Verhaltensmodelle

#### Teil B: Praktikum im Labor

1. Gegebene Übungen
2. Gruppenorientierte Projekte
  - + Charakterisierung eines A/D- oder D/A-Wandlers
  - + Kommunikation mit einem ADC über seine SPI-Schnittstelle unter Verwendung von VHDL

### English

#### Part A: Seminaristic Classroom Teaching

1. Value-Discretization (Quantization)
  - + Knowing common D/A and A/D conversion principles
  - + Selection of most appropriate architecture for a given application
2. Time-Discretization (Sampling)
  - + Time domain considerations: mathematical model and technical realization
  - + Frequency domain considerations
  - + Criteria of Nyquist and Shannon
  - + Aliasing
  - + Spatial sampling and spatial aliasing
3. Characterization
  - + Knowledge of commonly used quality criteria and skills to apply them
4. Modelling
  - + Modelling DACs and ADCs in value, time and frequency domain
  - + Modeling static linear and non-linear I/O characteristics
  - + Characterization and modeling in value, time and frequency domain with Matlab
5. Noise
  - + Relating signal-to-noise ratio to resolution,
  - + Noise budgeted computation
  - + The most important noise sources and respective behavioral models

#### Part B: Practical Training in the Laboratory

1. Given exercises

## 2. Group oriented projects

- + Characterization of an A/D or D/A Converter
- + Communicating with an ADC Operating its SPI Interface With VHDL.

### Lernziele: Fachkompetenz

Nach der erfolgreichen Absolvierung des Teilmoduls sind die Studierenden in der Lage,  
**Deutsch:**

- die wichtigsten A/D- und D/A-Wandler-Architekturen aufzuzählen (1), zu verstehen (2) und einer Entwurfsaufgabe die passende Architektur zuzuordnen (3).
- den Vorgang der Zeitdiskretisierung zu erläutern (1), aus ihm folgende Effekte wie Aliasing zu verstehen (2) und Antialiasing-Filter zu berechnen (3).
- die üblichen Qualitätskriterien für A/D u. D/A-Wandler aufzuzählen (1) und Kriterien wie ENOB, SNR, SFDR, SINAD, THD, INL, DNL anzuwenden und zu berechnen (3).
- einfache Verhaltensmodelle für A/D- und D/A-Wandler zu erstellen und in Simulationsprogrammen zu verwenden (3).
- mindestens 6 verschiedene Rauschquellen aufzuzählen (1), deren Rauschleistung zu berechnen (3), ein Gesamt-Rauschbudget zu erstellen und damit die Einhaltung geforderter Qualitätskriterien wie SNR oder SINAD zu überprüfen (3).

**English:**

- After successfully completing this module, the students are able to ...
- list the most important A/D and D/A converter architectures (1), understand them (2) and assign the appropriate architecture to a design task (3),
- to explain the process of time discretization (1), to understand the following effects such as aliasing (2) and to calculate antialiasing filters (3),
- list the usual quality criteria for A/D and D/A converters (1) and apply and calculate criteria such as ENOB, SNR, SFDR, SINAD, THD, INL, DNL (3),
- create simple behavioral models for A/D and D/A converters and use them in simulation programs (3),
- list at least 6 different noise sources (1), calculate their noise power (3), create an overall noise budget and check compliance with required quality criteria such as SNR or SINAD (3).

### Lernziele: Persönliche Kompetenz

Nach der erfolgreichen Absolvierung des Teilmoduls sind die Studierenden in der Lage,  
Siehe Präambel

### Angebotene Lehrunterlagen

Skripten, Übungen, Praktikumsanleitungen, Literaturliste

### Lehrmedien

Tafel, Beamer, Einrichtung des Elektroniklabors (S081)

### Literatur

- The Data Conversion Handbook, Analog Devices, 2004
- R. Lerch, Elektrische Messtechnik: Analoge, digitale und computergestützte Verfahren, Springer Verfahren, 2007
- K.-D. Kammeyer, K. Kroschel, Digitale Signalverarbeitung, Filterung und Spektralanalyse mit Matlab-Übungen, Vieweg + Teubner, 2009
- J.C. Candy, G.C. Temes, 1st paper in "Oversampling Delta-Sigma Data Converters, Theory, Design and Simulations", IEEE Press, IEEE Order #PC02741-1, ISBN 0-87942-285-8, 1991
- S.R. Norsworthy, R. Schreier, G.C. Temes, "Delta-Sigma Data Converters", IEEE Press, 1996, IEEE Order Number PC3954, ISBN 0-7803-1045-4
- C.A. Leme, "Oversampling Interface for IC Sensors", Physical Electronics Laboratory, ETH Zurich, Diss. ETH Nr. 10416

### Weitere Informationen zur Lehrveranstaltung

Documents English, teaching language is German or English depending on students.

Die Zahlen in Klammern geben die zu erreichenden Niveaustufen an: 1 - kennen, 2 - können, 3 - verstehen und anwenden

Teilmodul		TM-Kurzbezeichnung
Electronic Product Engineering		EPE
Verantwortliche/r	Fakultät	
Prof. Dr. Rainer Holmer	Elektro- und Informationstechnik	
Lehrende/r / Dozierende/r	Angebotsfrequenz	
Prof. Dr. Rainer Holmer	nur im Sommersemester	
Lehrform		
Seminaristischer Unterricht bei fachwissenschaftlichen Wahlpflichtmodulen		

Studiensemester gemäß Studienplan	Lehrumfang [SWS oder UE]	Lehrsprache	Arbeitsaufwand [ECTS-Credits]
1.,2.,3.	4 SWS	englisch	5

Zeitaufwand:

Präsenzstudium	Eigenstudium
60h	90h

Studien- und Prüfungsleistung
schriftliche Prüfung, 90 Min.
Zugelassene Hilfsmittel für Leistungsnachweis
Siehe Studienplantabelle

Inhalte
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Grundlegende Zusammenhänge der Halbleiterindustrie (Technologie, Produktdesign, Produktion Frontend/Backend, Test, Qualität, Logistik)</li> <li>• Wichtige Kenngrößen (key performance indicators) der Halbleiterindustrie</li> <li>• Produktentwicklung: Schaltung analog/digital, physical layout, re-use, Nutzung von Bibliotheken/Macros, Design for Manufacturability (DfM)</li> <li>• Testentwicklung: Testkonzept, Testzeit und Testkosten, Design for Testability (DfT), Built-In-Selftest (BIST)</li> <li>• Von der Entwicklung (Prototyp) zur Hochvolumenproduktion – der Produktionsstart und -hochlauf</li> <li>• Methoden zur Optimierung (im Hinblick auf die key performance indicators) von Produkt, Technologie, Produktion im Hochvolumen: Produktionsausbeute (yield), Prozessstabilität; Umgang mit Abweichungen, Störungen; Umgang mit Änderungen, Aktualisierungen – change management; Nachverfolgbarkeit – traceability</li> </ul>
Lernziele: Fachkompetenz
<p>Nach der erfolgreichen Absolvierung des Teilmoduls sind die Studierenden in der Lage,</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Grundlegende Zusammenhänge zwischen Halbleiter-Produkt-Design, Halbleiter-Produktionsprozessen und Halbleiter-Test, deren Stabilität bzw. Variationen und Abweichungen zu interpretieren (3)</li> </ul>



- Wichtige Kenngrößen (key performance indicators) der Halbleiterindustrie wie „time to market“, Kosten, Produktionsausbeute und –qualität zu interpretieren (3)
- Spezifische Anforderungen der Halbleiter-Produktion und dafür relevante Methoden und Vorgehensweisen zu beschreiben (1)
- Methoden der Analyse von Produktionsdaten (Parameter, el. Testergebnisse, ..) bzw. der statistischen Prozesskontrolle anzuwenden (2).
- Methoden zur Optimierung von Produktdesign, Prozesstechnologie und Test gezielt anzuwenden (2).
- Probleme und sich daraus ergebende Optimierungspotentiale in der Halbleiter-Industrie richtig einzuschätzen (3) und darauf basierende Entscheidungen zu treffen (3).
- Mit unerwarteten Änderungen und Problemen angemessen und kompetent umgehen (3).

**Lernziele: Persönliche Kompetenz**

Nach der erfolgreichen Absolvierung des Teilmoduls sind die Studierenden in der Lage,  
Siehe Präambel

**Angebotene Lehrunterlagen**

Skript

**Lehrmedien**

Tafel, Notebook, Beamer

**Literatur**

Die Zahlen in Klammern geben die zu erreichenden Niveaustufen an: 1 - kennen, 2 - können, 3 - verstehen und anwenden

Teilmodul		TM-Kurzbezeichnung
Elektromagnetische Verträglichkeit (Electromagnetic Compatibility)		EMV
Verantwortliche/r	Fakultät	
Prof. Dr. Thomas Stücke	Elektro- und Informationstechnik	
Lehrende/r / Dozierende/r	Angebotsfrequenz	
Prof. Dr. Thomas Stücke Richard Weininger (LB)	nur im Sommersemester	
Lehrform		
Seminaristischer Unterricht bei fachwissenschaftlichen Wahlpflichtmodulen		

Studiensemester gemäß Studienplan	Lehrumfang [SWS oder UE]	Lehrsprache	Arbeitsaufwand [ECTS-Credits]
1., 2., 3.	4 SWS	deutsch	5

Zeitaufwand:

Präsenzstudium	Eigenstudium
60h	90h

Studien- und Prüfungsleistung
Siehe Studienplantabelle Hinweis: die zu erbringende Prüfungsleistung regelt die Studien- und Prüfungsordnung des Masterstudiengangs Elektromobilität und Energienetze (MEE).
Zugelassene Hilfsmittel für Leistungsnachweis
Siehe Studienplantabelle

## Inhalte

### Teil 1: Theorie

- Einführung, Begriffe, Problembeschreibung
- Störungsbeschreibung in analogen und digitalen Systemen
- Klassifizierung und spektrale Darstellung von Störquellen der EMV-Umgebung
- Beeinflussungswege: Kopplungsarten, Kopplungen zwischen Leitungen und Feldeinkopplungen in Leiterstrukturen

### Teil 2: Praxis

- Einleitung
- Grundlagen angewandter EMV: Pulse und Transiente, Elektrostatische Entladungen, Elektromagnetische Wellen
- Filterung, Schirmung, Erdung: Modelle, Störsignale im Zeitbereich und Frequenzbereich, Störenergien leitungsgeführt und gestrahlt
- Entstörmaßnahmen: Passive und aktive Entstörung, HF-Bauteile in der Realität, Rechnen im logarithmischen Maßstab
- Messen und Prüfen: EMV-Messgeräte, FFT-Messtechnik, Störaussendung und Störfestigkeit, Besonderheiten der E-Mobility, Einflüsse der Messumgebung, EMV-Simulation, Werkzeuge in der Entwicklung (Pre-Compliance)
- Praktika der Messtechnik: typische Versuchsanordnungen von EMV-Messungen
- EMV-Entwicklung und Planung: Schaltplan- und Layouterstellung mit Beispielen
- Dokumentation der EMV

## Lernziele: Fachkompetenz

Nach der erfolgreichen Absolvierung des Teilmoduls sind die Studierenden in der Lage,

- die Grundprinzipien der EMV zu beschreiben, die unterschiedlichen Verkopplungsarten zu erklären, interne u. externe EMV zu unterscheiden und Ursachen elektromagnetischer Unverträglichkeit zu klassifizieren (2)
- Störquellen bezüglich ihrer Eigenschaften zu klassifizieren, typische Störsignale im Zeit- und Frequenzbereich darzustellen sowie die Umrechnung zwischen beiden Darstellungsformen mittels EMV-Tafel und Nomogramm auszuführen (3)
- die charakteristischen Kennzahlen von einfachen Leiterstrukturen einschließlich geeigneter Näherungen zu ermitteln, mit Hinblick auf die Berechnung der Verkopplung von kurzen und langen Leitungen (3)
- die charakteristischen Kennzahlen von einfachen Antennenstrukturen einschließlich geeigneter Näherungen zu ermitteln, mit Hinblick auf die Berechnung der Feldeinkopplung in kurze Leitungen (3)
- Störspannungen durch Kopplungen zwischen Leitungen und Feldeinkopplungen in Leiterstrukturen analytisch und unter Anwendung von Näherungen zu berechnen (3)
- abhängig vom Impedanzniveau die passende Filtertopologie auszuwählen sowie Schirmungen und Erdungen richtig auszuführen (3)
- den Aufbau eines Messempfängers einschließlich FFT-Messmethode zu erklären, Schmalband- und Breitbandstörer voneinander zu unterscheiden sowie die Unterschiede der Messdetektoren zu beschreiben (2)
- die typischen Messaufbauten zur leitungs- und feldgebundenen Störemissionsmessung am Beispiel für den Automotivbereich zu erklären (2)
- EMV- Leitlinien

<b>Lernziele: Persönliche Kompetenz</b>
Nach der erfolgreichen Absolvierung des Teilmoduls sind die Studierenden in der Lage, Siehe Präambel
<b>Angebote Lehrunterlagen</b>
Präsentationsfolien, Skript, Übungen, Literaturliste
<b>Lehrmedien</b>
Rechner, Beamer, Tafel, Versuchsaufbau im EMV-Labor
<b>Literatur</b>
<ul style="list-style-type: none"><li>• Durcansky, G., „EMV-gerechtes Gerätedesign“, Franzis-Verlag</li><li>• Gonschorek, K.H., Singer, H., Anke, D. u.a., „Elektromagnetische Verträglichkeit-Grundlagen, Analysen, Maßnahmen“, Teubner-Verlag</li><li>• Schwab, A., „Elektromagnetische Verträglichkeit“, Springer-Verlag</li></ul>
<b>Weitere Informationen zur Lehrveranstaltung</b>

Die Zahlen in Klammern geben die zu erreichenden Niveaustufen an: 1 - kennen, 2 - können, 3 - verstehen und anwenden

Teilmodul		TM-Kurzbezeichnung
Elektronische Schaltungen und Systeme / Electronic Circuits and Systems)		ESS
Verantwortliche/r	Fakultät	
Prof. Dr. Martin Schubert	Elektro- und Informationstechnik	
Lehrende/r / Dozierende/r	Angebotsfrequenz	
Prof. Dr. Martin Schubert	nur im Wintersemester	
Lehrform		
50% theory & computer-aided simulation, 50% practical training in the lab		

Studiensemester gemäß Studienplan	Lehrumfang [SWS oder UE]	Lehrsprache	Arbeitsaufwand [ECTS-Credits]
1,2,3	4 SWS	deutsch/englisch	5

Zeitaufwand:

Präsenzstudium	Eigenstudium
56	94 (62h preparation and follow-up, 32h exam preparation)

Studien- und Prüfungsleistung
Siehe Wahlpflichtmodulkatalog Master <i>Electrical and Microsystems Engineering</i>
Zugelassene Hilfsmittel für Leistungsnachweis
see studienplantabelle Siehe Studienplantabelle

Inhalte
<p><b>Part A: Seminaristic Classroom Teaching with Computer-Based Simulation*)</b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1) Introduction and Overview</li> <li>2) Main Example: A Switch-Mode Step-Down Converter</li> <li>3) A/D and D/A Converter Modeling</li> <li>4) Control Loops</li> <li>5) Analog PID Frequency Compensaton</li> <li>6) Digitalization of Analog PID Frequency Compensators</li> </ol> <p>*) The theoretical lessons are accompanied by Matlab/Simulink modeling and simulations. It is highly advisable to use an own laptop with the Matlab/Simulink version that runs in the CIP pools at OTH Regensburg, which is freely available to OTH students.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Part B: Practical Training in the Laboratory Getting Started with DE1-SoC Board According to Instruction</li> <li>• Getting Started with DC/DC Buck Converter Board According to Instruction</li> <li>• Characterization of DC/DC Buck Converter Board According to Instruction</li> <li>• Group oriented related projects (depending on the time remaining)</li> </ul>

<b>Lernziele: Fachkompetenz</b>
<p>Nach der erfolgreichen Absolvierung des Teilmoduls sind die Studierenden in der Lage,</p> <ul style="list-style-type: none"><li>• create top-level mixed analog/digital electronic systems using Matlab/Simulink (3), and to optimize control loops employing model based design (MDB).</li><li>• calculate PID control parameters on the base of open-loop gain measurements “by hand” as well as to define a Fuzzy logic solution.</li><li>• identify required modules of the system (2) and create linear and time-invariant (LTI) analog and/or digital models of them (3).</li><li>• handle digital hardware by modifying and compiling VHDL code (3) and downloading it into an FPGA (2).</li><li>• handle analog hardware by reading and understanding (2) its schematic and PCB layout.</li><li>• operate complex measuring equipment in the lab and use it in a qualified manner, e.g. for open-loop gain measurements according to the method of Middlebrook (2).</li><li>• extract LTI model parameters for analog / digital hardware blocks from circuit schematics (3), appropriate for higher level simulation, e.g. using Matlab/Simulink.read FPGA internal signals using embedded (hardware/software codesign) techniques.</li></ul>
<b>Lernziele: Persönliche Kompetenz</b>
<p>Nach der erfolgreichen Absolvierung des Teilmoduls sind die Studierenden in der Lage, Siehe Präambel</p>
<b>Angebotene Lehrunterlagen</b>
Skripten, Übungen, Praktikumsanleitungen, Literaturliste
<b>Lehrmedien</b>
Tafel, Beamer, Einrichtung des Elektroniklabors (S081)

Literatur
<p>[1] V-Model, available: <a href="https://en.wikipedia.org/wiki/V-Model">https://en.wikipedia.org/wiki/V-Model</a></p> <p>[2] Agile software development, available: <a href="https://en.wikipedia.org/wiki/Agile_software_development">https://en.wikipedia.org/wiki/Agile_software_development</a></p> <p>[3] Scrum software development, available: <a href="https://en.wikipedia.org/wiki/Scrum_(software_development)">https://en.wikipedia.org/wiki/Scrum_(software_development)</a></p> <p>[4] M. Schubert, Linear Feedback Loops, available: <a href="https://hps.hs-regensburg.de/~scm39115/homepage/education/lessons/LinearFeedbackLoops/LinearFeedbackLoops.pdf">https://hps.hs-regensburg.de/~scm39115/homepage/education/lessons/LinearFeedbackLoops/LinearFeedbackLoops.pdf</a>.</p> <p>[5] H. Mann, H. Schiffelgen R. Froriep, K. Webers, Einführung in die Regelungstechnik, Carl Hanser Verlag München 2019, ISBN 978-3-446-45002-B, E-Book-ISBN: 978-3-446-45694-5</p> <p>[6] Buck Converter, available: <a href="https://en.wikipedia.org/wiki/Buck_converter">https://en.wikipedia.org/wiki/Buck_converter</a></p> <p>[7] Robert Sheehan, Understanding and Applying Current-Mode Control Theory, Texas Instruments Literature Number: SNVA555, available: <a href="http://www.ti.com/lit/an/snva555/snva555.pdf">http://www.ti.com/lit/an/snva555/snva555.pdf</a></p> <p>[8] Henry J. Zhang, Basic Concepts of Linear Regulator and Switching Mode Power Supplies, Analog Devices, Application Note 140, Oct. 2013, available: <a href="https://www.analog.com/media/en/technical-documentation/application-notes/AN140.pdf">https://www.analog.com/media/en/technical-documentation/application-notes/AN140.pdf</a>.</p> <p>[9] Eagle design software available: <a href="https://de.wikipedia.org/wiki/Eagle_(Software)">https://de.wikipedia.org/wiki/Eagle_(Software)</a>.</p> <p>[10] Simulink User's Guide, available: <a href="https://www.mathworks.com/help/pdf_doc/simulink/sl_using.pdf">https://www.mathworks.com/help/pdf_doc/simulink/sl_using.pdf</a>.</p> <p>[11] Matlab, available: <a href="https://de.mathworks.com/help/matlab/">https://de.mathworks.com/help/matlab/</a>.</p> <p>[12] Middlebrook's and Rosenstark's loop gain measurements, EDN, Dec. 26, 2018, available: <a href="https://www.edn.com/middlebrooks-and-rosenstarks-loop-gain-measurements/">https://www.edn.com/middlebrooks-and-rosenstarks-loop-gain-measurements/</a></p>
Weitere Informationen zur Lehrveranstaltung
<p>Language: Documents English, teaching language is German or English, depending on audience. Mandatory prerequisite: Technical Bachelor degree</p>

Die Zahlen in Klammern geben die zu erreichenden Niveaustufen an: 1 - kennen, 2 - können, 3 - verstehen und anwenden

Teilmodul		TM-Kurzbezeichnung
Embedded Linux		ELX
Verantwortliche/r	Fakultät	
Prof. Dr. Michael Niemetz	Elektro- und Informationstechnik	
Lehrende/r / Dozierende/r	Angebotsfrequenz	
Prof. Dr. Michael Niemetz	nur im Wintersemester	
Lehrform		
Seminaristischer Unterricht bei fachwissenschaftlichen Wahlpflichtmodulen (an Rechnerarbeitsplätzen)		

Studiensemester gemäß Studienplan	Lehrumfang [SWS oder UE]	Lehrsprache	Arbeitsaufwand [ECTS-Credits]
1., 2., 3.	4 SWS	deutsch	5

Zeitaufwand:

Präsenzstudium	Eigenstudium
Vorlesung: 30 h; Unterricht an Rechnerarbeitsplätzen: 30h	Vor-und Nachbereitung: 52 h; Eigenstudium: 38 h

Studien- und Prüfungsleistung
Siehe Studienplantabelle Hinweis: die zu erbringende Prüfungsleistung regelt die Studien- und Prüfungsordnung des Masterstudiengangs Elektromobilität und Energienetze (MEE).
Zugelassene Hilfsmittel für Leistungsnachweis
Siehe Studienplantabelle



## Inhalte

### **Einrichtung eines Linux-Systems**

Grundlegende Schritte bei der Systemadministration wie Installation, Benutzerverwaltung, Netzwerkeinrichtung, Rechteverwaltung werden vermittelt.

### **Kommandozeile / Programmentwicklung**

Die Verwendung der Kommandozeile wird exemplarisch an einigen Anwendungen demonstriert. Die Entwicklung und Übersetzung von C Programmen mit gängigen Werkzeugen (gcc, make, Editoren) wird geübt. Einfache Shell-Programme werden erstellt. Hierbei kommt auch Versionsverwaltungssoftware zur Anwendung.

### **Dateisysteme**

Die wichtigsten Eigenschaften der gängigsten Dateisysteme werden besprochen und deren Einrichtung und Einbindung in das System geübt.

### **Bootvorgang**

Die verschiedenen Stufen des Bootvorganges bis zum laufenden Mehrbenutzersystems werden besprochen, sowie die praktische Einrichtung eines bootfähigen Systems durchgeführt.

### **Embedded Linux**

Die speziellen Erfordernisse vieler Embedded Systeme (z.B. Speichersysteme mit eng begrenzter Wiederbeschreibbarkeit, Echtzeitfähigkeit, begrenzter Systemspeicher) werden erklärt, sowie Lösungswege aufgezeigt.

### **Hardware-Zugriffe und Interprozesskommunikation**

Wesentliche Aufgabe von embedded-Anwendungen ist die Steuerung von Peripherie. Moderne embedded Linux-Systeme sind hierfür mit einer Vielzahl von Schnittstellen (z.B. UART, SPI, I2C, GPIO, ADC) ausgestattet. Die Schnittstellen, sowie die Linux Kernel-Philosophie werden erklärt sowie exemplarisch der Zugriff über C- und Shell-Programme über existierende Kernel-Treiber praktisch erprobt. Grundlegende Elemente der Interprozesskommunikation (insbes. Signale, Pipelines, Shared-Memory) werden vorgestellt sowie die Unterschiedlichen Eigenschaften diskutiert.

### **Interprozesskommunikation**

Grundlegende Elemente der Interprozesskommunikation (insbes. Signale, Pipelines, Shared-Memory) werden vorgestellt sowie die Unterschiedlichen Eigenschaften diskutiert.

### **Kernel**

Grundlegende Struktur eines Linux-Systems, User- und Kernelspace, Modularisierung, Kernelparameter, Konfiguration des Kernels

## Lernziele: Fachkompetenz

Nach der erfolgreichen Absolvierung des Teilmoduls sind die Studierenden in der Lage, Embedded Linux Systeme in ihrer Entwicklungsarbeit einzusetzen und grundlegende Systemadministrationsaufgaben umzusetzen.

Folgende Kenntnisse (1) werden hierfür von den Teilnehmern des Kurses erworben (5 %):  
Kenntnis der themenrelevanten englischsprachigen Fachbegriffe

- Grundverständnis der Linux Philosophie (Modularer Kernel, Prozeßmodell, Dateisysteme, Mehrbenutzersystem, Rechte, Netzwerk)
- Kenntnis der wichtigsten Kommandozeilen-Werkzeuge, Editoren und Systemkomponenten.
- Kenntnis der wichtigsten Methoden der Interprozesskommunikation.
- Kenntnis des Systemaufbaus, Gliederung in Kernel- und Userspace, Modularisierung des Kernels

Folgende Fertigkeiten (2) werden hierfür von den Teilnehmern des Kurses erworben (55 %):

Meistern grundlegender Administrationsaufgaben in Linux/Unix Umgebungen.

- Umgang mit gängigen Administrations- und Entwicklungswerkzeugen
- Einrichten eines Linux-Betriebssystems auf einer kompatiblen Hardwareplattform
- Zugriff auf embedded-spezifische Controllerperipherie (z.B. AD-Wandler, serielle Bussysteme, I/O Leitungen) über vorhandene Kerneltreiber.
- Kernel-Konfiguration und elementare Vorgehensweisen zur Entwicklung eigener Kerneltreiber

Folgende Kompetenzen (3) werden hierfür von den Teilnehmern des Kurses erworben (40 %):

- Bewerten von Vor- und Nachteilen des Einsatzes von Linux in Embedded-Control Lösungen und Treffen entsprechender System-Designentscheidungen unter Berücksichtigung der vielfältigen Anforderungen und Folgen.
- Vorstellung und Begründung eigener Designentscheidungen
- Entwicklung von Problemlösungen in Teamarbeit
- Lösung komplexer Problemstellungen mittels Literaturrecherche und Studium von Hardware- und Softwarespezifikationen

#### Lernziele: Persönliche Kompetenz

Nach der erfolgreichen Absolvierung des Teilmoduls sind die Studierenden in der Lage, in sehr komplexen und nur teilweise verstandenen Situationen Strategien zu entwickeln, durch Recherche und deren Kombination mit den erworbenen fachlichen Kompetenzen zu Problemlösungen zu kommen.

Weitere persönliche Kompetenzen werden in dieser Lehrveranstaltung nicht explizit, sondern verwoben mit den fachlichen Kompetenzen vermittelt und soweit möglich geprüft.

#### Angebotene Lehrunterlagen

- Skript
- Literaturliste
- Praktikumsanleitungen
- Ergänzende Unterlagen im zugehörigen eLearning-Kurs

#### Lehrmedien

- Tafel
- Virtuelle Maschine mit Linux-Umgebung (VirtualBox)
- Beamer
- individuelle persönliche Experimentierausstattung (Laborkoffer) mit Embedded Linux System
- Elektronikbauteilen und weiterem Zubehör

Literatur
<ul style="list-style-type: none"><li>• Karim Yaghmour, Jon Masters, Gilad Ben-Yossef, Philippe Gerum, Building EmbeddedLinux Systems, O'Reilly, 2008</li><li>• Gene Sally, Pro Linux Embedded Systems, Apress, 2010.</li><li>• Christopher Hallinan, Embedded Linux Primer, 2nd Edition, Prentice Hall, 2011</li><li>• Michael Kerrisk, The Linux Programming Interface. William Pollock, 2010.</li><li>• Christine Wolfinger, Linux-Unix-Kurzreferenz. Für Anwender, Entwickler und Systemadministratoren. It Kompakt. Dordrecht: Springer, 2013.</li><li>• Chris Simmonds, Mastering Embedded Linux Programming: Packt Publishing, Auflage 2, 2017.</li><li>• John Madieu, Linux Device Drivers Development: Develop customized drivers for embedded Linux: Packt Publishing, 2017.</li></ul>
Weitere Informationen zur Lehrveranstaltung
<p>Für die erfolgreiche Teilnahme werden fundierte praktische Programmierkenntnisse sowie Kenntnisse einer höheren Programmiersprache (bevorzugt C), ein Grundverständnis für Mikrocontroller und deren Peripherie, sowie Erfahrung im praktischen Umgang mit seriellen Kommunikationsbussen (SPI und I2C) benötigt.</p> <p>Hilfreich sind Grundkenntnisse des praktischen Softwareengineerings wie Versionsmanagement und Softwaredesign.</p>

Die Zahlen in Klammern geben die zu erreichenden Niveaustufen an: 1 - kennen, 2 - können, 3 - verstehen und anwenden

Teilmodul		TM-Kurzbezeichnung
HF-Schaltungstechnik (RF-Circuit Design)		HFS
Verantwortliche/r	Fakultät	
Prof. Dr. Thomas Stücke	Elektro- und Informationstechnik	
Lehrende/r / Dozierende/r	Angebotsfrequenz	
Prof. Dr. Thomas Stücke	nur im Wintersemester	
Lehrform		
Seminaristischer Unterricht bei fachwissenschaftlichen Wahlpflichtmodulen		

Studiensemester gemäß Studienplan	Lehrumfang [SWS oder UE]	Lehrsprache	Arbeitsaufwand [ECTS-Credits]
1.,2.,3.	4 SWS	deutsch	5

Zeitaufwand:

Präsenzstudium	Eigenstudium
60h	90h

Studien- und Prüfungsleistung
Siehe Studienplantabelle Hinweis: die zu erbringende Prüfungsleistung regelt die Studien- und Prüfungsordnung des Masterstudiengangs Elektromobilität und Energienetze (MEE).
Zugelassene Hilfsmittel für Leistungsnachweis
Siehe Studienplantabelle

Inhalte
<ul style="list-style-type: none"><li>• Einführung</li><li>• Radiotechnik</li><li>• Hochfrequenzsysteme</li><li>• Besonderheiten von Hochfrequenzschaltungen</li><li>• Wellen auf Leitungen</li><li>• Reflexion und Anpassung</li><li>• Streuparameter</li><li>• Impedanztransformation</li><li>• Verlustlose Anpassungsnetzwerke</li><li>• Anpassung mit Leitungen</li><li>• Technologien planarer Hochfrequenzschaltungen</li><li>• Passive Komponenten bei hohen Frequenzen</li><li>• Dioden und Bipolartransistoren</li><li>• MOS- und Sperrschicht-Feldeffekttransistoren</li><li>• Entwurfsmethodik für Verstärker</li><li>• Verstärkerstufen mit Teilanpassung</li><li>• Verstärkerstufen mit unilateralem Transistor</li><li>• Verstärkerstufen mit idealer Anpassung</li><li>• Stabilisierung von Verstärkerstufen</li><li>• Breitbandverstärker</li><li>• Rauscharme Verstärker</li><li>• Leistungsverstärker</li><li>• Oszillatoren</li><li>• Elektronisch abstimmbare Oszillatoren</li><li>• Diodenmischer</li><li>• Mischer mit Transistoren</li><li>• Elektronische Schalter</li><li>• Aktuelle Schaltungsbeispiele</li></ul>
Lernziele: Fachkompetenz
<p>Nach der erfolgreichen Absolvierung des Teilmoduls sind die Studierenden in der Lage,</p> <ul style="list-style-type: none"><li>• die Besonderheiten von elektronischen Schaltungen im Hochfrequenzbereich zu erklären (2)</li><li>• SPICE zum rechnergestützten Schaltungsentwurf einzusetzen (3)</li><li>• die Funktionsweise und den Aufbau grundlegender Hochfrequenzschaltungen (Verstärker, Mischer, Oszillatoren) zu erläutern (2)</li><li>• Wellenausbreitung auf Leitungen zu erklären, zu berechnen und mit Spice zu simulieren (3)</li><li>• die Modellierung von passiven und aktiven Bauelementen bei hohen Frequenzen zu interpretieren (2)</li><li>• die optimale Auswahl von Bauelementen, Technologien und Herstellungsverfahren zu treffen (3)</li><li>• Hochfrequenzschaltungen zu analysieren und diese zu entwerfen (3)</li></ul>
Lernziele: Persönliche Kompetenz
<p>Nach der erfolgreichen Absolvierung des Teilmoduls sind die Studierenden in der Lage, Siehe Präambel</p>

<b>Angebotene Lehrunterlagen</b>
Foliensätze zu allen Lektionen, Schaltungsdateien (Spice) der Simulationsbeispiele
<b>Lehrmedien</b>
Tafel/Whiteboard, PC/Beamer, Simulationsprogramm Spice
<b>Literatur</b>
<ul style="list-style-type: none"><li>• U. Tietze, C. Schenk, E. Gamm: Halbleiter-Schaltungstechnik.14. Auflage, Springer, 2012</li><li>• F. Strauß: Grundkurs Hochfrequenztechnik.1. Auflage, Vieweg + Teubner, 2012</li><li>• F. Ellinger: Radio Frequency Integrated Circuits and Technologies.2. Auflage, Springer, 2008</li><li>• T. H. Lee: The Design of CMOS Radio-Frequency Integrated Circuits. 2. Auflage, Cambridge, 2004</li></ul>
<b>Weitere Informationen zur Lehrveranstaltung</b>
<b>Empfohlene Vorkenntnisse / Voraussetzungen</b> <ul style="list-style-type: none"><li>• Aufbau und Funktion von Dioden, Bipolar- und Feldeffekttransistoren</li><li>• Groß- und Kleinsignalanalyse von elektronischen Schaltungen</li><li>• Grundsaltungen der analogen Schaltungstechnik</li><li>• Umgang mit dem Simulationsprogramm Spice</li></ul>

Die Zahlen in Klammern geben die zu erreichenden Niveaustufen an: 1 - kennen, 2 - können, 3 - verstehen und anwenden

Teilmodul		TM-Kurzbezeichnung
LED Technology		LED
Verantwortliche/r	Fakultät	
Prof. Dr. Thomas Fuhrmann Alexander Neumüller (LB)	Elektro- und Informationstechnik	
Lehrende/r / Dozierende/r	Angebotsfrequenz	
Alexander Neumüller (LB)	nur im Sommersemester	
Lehrform		
Seminaristischer Unterricht bei fachwissenschaftlichen Wahlpflichtmodulen		

Studiensemester gemäß Studienplan	Lehrumfang [SWS oder UE]	Lehrsprache	Arbeitsaufwand [ECTS-Credits]
1.,2.,3.	4 SWS	englisch	5

Zeitaufwand:

Präsenzstudium	Eigenstudium
60h	90h

Studien- und Prüfungsleistung
schriftliche Prüfung, 90 Min.
Zugelassene Hilfsmittel für Leistungsnachweis
Siehe Studienplantabelle

<b>Inhalte</b>
<ul style="list-style-type: none"><li>• Semiconductor basics for LEDs</li><li>• Material systems for LEDs</li><li>• Photometrical and radiometrical values, Candela, Lumen; Spectrum, “Color”, “White”, CRI, Color temperature</li><li>• Chip technology, fundamental properties: TSN, InGaAIP, InGaN (Energy band model / wavelength areas; Substrates); Chip production; Electrical, optical, and thermal properties; Chip size / current density / ‘low current’ types; Light extraction</li><li>• Package technology: Ledged, premolded, molded, ...; Requirements (Solderability, SSLT, ...; ESD stability, ESD protection; Aging, lifetime)</li><li>• LED production: Assembly; Testing, binning; Measuring accuracy and tolerances</li><li>• White light with LEDs: RGB (pros and cons); White conversion (Properties, realization; Volume conversion, chip level conversion; Color homogeneity, white impression; White warm white)</li><li>• Conversion</li><li>• Phosphors and their properties</li><li>• Non saturated colors</li><li>• Full conversion</li><li>• Application of LEDs: General aspects (Current feed, derating; Durableness; Eye safety), Automotive (Interior / exterior, requirements, solution), Projection; Back light units (SRGB, Adobe; RGB- / conversion solutions; New opportunities: sequential coloring), Flash, General lighting (Special requirements; New solutions / Retrofits)</li></ul>
<b>Lernziele: Fachkompetenz</b>
<p>Nach der erfolgreichen Absolvierung des Teilmoduls sind die Studierenden in der Lage, <b>Knowlege:</b></p> <ul style="list-style-type: none"><li>• Students have knowledge about standard application conditions (1), the resulting requirements to an LED (2), and the necessary electrical, thermal, and optical design (2).</li></ul> <p><b>Skills:</b></p> <ul style="list-style-type: none"><li>• Students are able to describe the main peculiarities for creation of an LED, its properties and reasons for the brightness increase compared to classic light bulbs. (1)</li><li>• They can describe the main fabrication processes (Niveaustufe 2); material specialities (2) and features for light extraction increasement (3).</li></ul>
<b>Lehrmedien</b>
Tafel, Notebook, Beamer
<b>Literatur</b>

Die Zahlen in Klammern geben die zu erreichenden Niveaustufen an: 1 - kennen, 2 - können, 3 - verstehen und anwenden



Teilmodul		TM-Kurzbezeichnung
Master Optoelectronics Projects with LabVIEW		LAP
Verantwortliche/r	Fakultät	
Prof. Dr. Heiko Unold	Elektro- und Informationstechnik	
Lehrende/r / Dozierende/r	Angebotsfrequenz	
Prof. Dr. Heiko Unold	nur im Sommersemester	
Lehrform		
Seminaristischer Unterricht bei fachwissenschaftlichen Wahlpflichtmodulen; projektbasiertes Praktikum		

Studiensemester gemäß Studienplan	Lehrumfang [SWS oder UE]	Lehrsprache	Arbeitsaufwand [ECTS-Credits]
1.,2.,3.	4 SWS	deutsch/englisch	5

Zeitaufwand:

Präsenzstudium	Eigenstudium
60h	eigenständige Projektarbeit: 40 h; Dokumentation: 50 h

Studien- und Prüfungsleistung
Siehe Studienplantabelle Hinweis: die zu erbringende Prüfungsleistung regelt die Studien- und Prüfungsordnung des Masterstudiengangs Elektromobilität und Energienetze (MEE).
Zugelassene Hilfsmittel für Leistungsnachweis
Siehe Studienplantabelle

Inhalte
Die Lehrveranstaltung ist projektbasiert aufgebaut, Ziel ist der Aufbau eines funktionsfähigen Komplettsystems mit LabVIEW. Zu Beginn entscheiden sich die Studierenden für ein Projekt, welches sie selbständig im Rahmen der Veranstaltung umsetzen. Projekte können aus einer Vorschlagsliste gewählt werden oder selbst vorgeschlagen werden. Ausdrücklich erwünscht sind Projekte, welche einen konkreten Bezug zu aktuellen Problemstellungen haben (z.B. in Labors der OTH). Der Schwierigkeitsgrad/Umfang der Projekte wird je nach Vorkenntnis angepasst, bei größeren Projekten sollen Gruppen von 2-3 Studierenden gebildet werden. Die Bewertung erfolgt schwerpunktmäßig anhand der Dokumentation der Soft- und Hardwarelösung sowie der Funktionalität. Ein realistischer Projektplan sowie ein Vortrag zum Zwischenstand und ein Abschlussvortrag fließen ebenfalls in die Bewertung ein. Die Betreuung der Projekte findet in den Kontaktstunden statt, bei Bedarf werden Lehreinheiten zu relevanten Themen der Optoelektronik oder der LabVIEW-Programmierung angeboten.
Lernziele: Fachkompetenz
Nach der erfolgreichen Absolvierung des Teilmoduls sind die Studierenden in der Lage, <ul style="list-style-type: none"> <li>einen LabVIEW-Test analog CLAD mit mindestens 40% zu bestehen (1)</li> </ul>

<ul style="list-style-type: none"><li>• eigenständig LabVIEW-Programme mit einer effizienten Struktur (z.B. ereignisbasierter Zustandsautomat) zu erstellen (3)</li></ul>
<b>Lernziele: Persönliche Kompetenz</b>
Nach der erfolgreichen Absolvierung des Teilmoduls sind die Studierenden in der Lage, einen Projektablauf zu planen, zu verfolgen, evtl. anzupassen und zu präsentieren (2) eine vollständige Dokumentation ihres Projekts zu erstellen und eine ansprechende, zielgruppengerechte Präsentation zu halten (2)
<b>Angebotene Lehrunterlagen</b>
Laborgeräte, Rechner, LabVIEW-Lizenz
<b>Lehrmedien</b>
Labor, Beamer
<b>Literatur</b>
<ul style="list-style-type: none"><li>• Georgi; Metin: Einführung in LabVIEW, Hanser-Verlag 2005</li><li>• Mütterlein: Handbuch für die Programmierung mit LabVIEW, Springer-Verlag 2007</li><li>• Hobbs: Building Electro-Optical Systems, John Wiley &amp; Sons, 2009</li><li>• Hobbs: Building Electro-Optical Systems, John Wiley &amp; Sons, 2009</li></ul>
<b>Weitere Informationen zur Lehrveranstaltung</b>
Empfohlene Vorkenntnisse: Grundlagen der LabVIEW-Programmierung; Grundlagen der Optoelektronik

Die Zahlen in Klammern geben die zu erreichenden Niveaustufen an: 1 - kennen, 2 - können, 3 - verstehen und anwenden

Teilmodul		TM-Kurzbezeichnung
Physik der Halbleiterbauelemente (Physics of Semiconductor Devices)		BEP
Verantwortliche/r	Fakultät	
Prof. Dr. Rainer Holmer	Elektro- und Informationstechnik	
Lehrende/r / Dozierende/r	Angebotsfrequenz	
Prof. Dr. Rainer Holmer	nur im Wintersemester	
Lehrform		
Seminaristischer Unterricht bei fachwissenschaftlichen Wahlpflichtmodulen		

Studiensemester gemäß Studienplan	Lehrumfang [SWS oder UE]	Lehrsprache	Arbeitsaufwand [ECTS-Credits]
1.,2.,3.	4 SWS	deutsch	5

Zeitaufwand:

Präsenzstudium	Eigenstudium
60h	90h

Studien- und Prüfungsleistung
schriftliche Prüfung, 90 Min.
Zugelassene Hilfsmittel für Leistungsnachweis
Siehe Studienplantabelle

Inhalte
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Grundsätzliche Aussagen der Quantenmechanik</li> <li>• Halbleiterphysik: Kristallstruktur, Bandstruktur, Halbleiterstatistik, Ladungstransport, Generation und Rekombination</li> <li>• Halbleiterdiode: pn-Übergang, Hoinjektion, Temperaturverhalten, Durchbruchverhalten, Schaltverhalten, Metall-Halbleiter-Kontakt</li> <li>• Bipolartransistor: Funktionsprinzip, Stromverstärkung, Kennlinien, Schaltverhalten, Modelle</li> <li>• Feldeffekttransistor: MOS-Kondensator, MOSFET, Kennlinien, Schaltverhalten, Modelle</li> </ul>
Lernziele: Fachkompetenz
<p>Nach der erfolgreichen Absolvierung des Teilmoduls sind die Studierenden in der Lage,</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Vertiefte Kenntnisse der physikalischen Zusammenhänge im Halbleiter (Festkörperphysik, quantenmechanische Grundlagen) zur Analyse von Halbleiterstrukturen anzuwenden (3)</li> <li>• Die physikalischen Zusammenhänge am pn-Übergang zu interpretieren (3)</li> <li>• Die grundlegende Funktion und Charakteristik von Bipolar- und Feldeffekt-Transistoren zu handhaben (2)</li> <li>• Eine grundlegende, physikalische Beschreibung des Bauelemente-Verhaltens von Diode, Bipolartransistor und Feldeffekttransistor zu erstellen (2)</li> <li>• Einfache Device-Simulationen durchzuführen (2) und zu interpretieren (3)</li> </ul>

<ul style="list-style-type: none"><li>• Modelle für die Schaltungssimulation zu benutzen (2)</li><li>• Die Funktionalität von elektronischen Bauelementen und deren physikalische Grenzen und Randbedingungen einzuschätzen (3)</li><li>• Die Anwendbarkeit von Device-Simulationen und -modellen auf spezifische Problemstellungen einzuschätzen (3)</li></ul>
<b>Lernziele: Persönliche Kompetenz</b>
Nach der erfolgreichen Absolvierung des Teilmoduls sind die Studierenden in der Lage, Siehe Präambel
<b>Angebotene Lehrunterlagen</b>
Skript, Literaturliste
<b>Lehrmedien</b>
Tafel, Notebook, Beamer
<b>Literatur</b>
/1/ F. Thuselt: „Physik der Halbleiterbauelemente“, Springer, 2. Auflage, 2011 /2/ S.M. Sze: „Physics of Semiconductor Devices“, Wiley, 3. Auflage, 2006 /3/ R. Müller: „Grundlagen der Halbleiter-Elektronik“, Springer, 5. Auflage, 1987 /4/ C. Kittel: „Einführung in die Festkörperphysik“, Oldenbourg, 15. Auflage, 2013 /5/ M. Reisch: „Elektronische Bauelemente“, Springer, 2. Auflage, 2007

Die Zahlen in Klammern geben die zu erreichenden Niveaustufen an: 1 - kennen, 2 - können, 3 - verstehen und anwenden

Teilmodul		TM-Kurzbezeichnung
Quantentheorie 1 (Quantum Theory 1)		QTH1
Verantwortliche/r	Fakultät	
Prof. Dr. Ioana Serban	Angewandte Natur- und Kulturwissenschaften	
Lehrende/r / Dozierende/r	Angebotsfrequenz	
Prof. Dr. Ioana Serban	nur im Wintersemester	
Lehrform		
Seminaristischer Unterricht bei fachwissenschaftlichen Wahlpflichtmodulen		

Studiensemester gemäß Studienplan	Lehrumfang [SWS oder UE]	Lehrsprache	Arbeitsaufwand [ECTS-Credits]
1.,2.,3.	4 SWS	deutsch	5

Zeitaufwand:

Präsenzstudium	Eigenstudium
60h	90h

Studien- und Prüfungsleistung
schriftliche Prüfung, 90 Min.
Zugelassene Hilfsmittel für Leistungsnachweis
Siehe Studienplantabelle

## Inhalte

### 1. Die Anfänge der Quantenmechanik

- Plancks Strahlungsgesetz
- Welle-Teilchen Dualismus, Photoeffekt, Compton-Effekt
- Atommodell von Bohr, Energiequantisierung

### 2. Struktur der Quantenmechanik Mathematische Struktur

- Postulate
- Schrödingergleichung, zeitliche Entwicklung von Quantensystemen

### 3. Einfache Systemefreie Materiewelle, Impulsoperator

- Potentialbarriere, Tunneleffekt, Anwendungen
- Harmonischer Oszillator
- Zwei-Niveau Atome, Anwendungen

### 4. Quantenmessung

- nicht-Vertauschbarkeit von Operatoren, verträgliche und nicht-verträgliche Observablen
- Mittelwerte, Schwankungen, Unschärferelation
- Reine und gemischte Zustände, Dichteoperator,
- Wellenfunktion-Kollaps, Quantenradierer
- Manipulation von Zuständen durch projektive Messungen, Quanten-Zeno-Effekt
- Dekohärenz und die Herausbildung der klassischen Welt
- Schrödinger's Katzen: Fullerene, SQUIDs
- zerstörungsfreie Quantenmessung

### 5. Näherungsmethoden der Quantenmechanik, Variationsrechnung

### 6. Quantensensoren: Beispiele

---

### 1. The beginnings of quantum mechanics

- Planck's law of radiation
- wave-particle dualism, photoelectric effect, Compton effect
- Bohr's atomic model, energy quantization

### 2. Structure of quantum mechanics

- mathematical Structure
- postulates
- Schrödinger equation, time evolution of quantum systems

### 3. Simple systems

- free matter wave, momentum operator
- potential barrier, tunnel effect, applications
- harmonic oscillator
- two-level atoms, applications

### 4. Quantum measurement

- non-interchangeability of operators, compatible and non-compatible observables
- mean values, fluctuations, uncertainty relation
- pure and mixed states, density operator
- wave function collapse, quantum eraser
- manipulation of states by projective measurements, quantum Zeno effect
- decoherence and the formation of the classical world
- Schrödinger's cats: Fullerenes, SQUIDs
- non-destructive quantum measurement

#### 5. Approximation methods, the variational method

#### 6. Quantum sensors: examples

#### Lernziele: Fachkompetenz

Nach der erfolgreichen Absolvierung des Teilmoduls sind die Studierenden in der Lage,

- relevante Probleme der klassischen Physik aufzuzählen (1)
- die Postulate der Quantenmechanik aufzuzählen und zu interpretieren (2),
- die Schrödinger-Glg. für einfache Systeme zu lösen (3), die Ergebnisse zu verstehen und einzuordnen (3), Tunnelwahrscheinlichkeiten zu berechnen (3)
- die Unbestimmtheitsrelation zu interpretieren (2), das Wesen der Quantenmechanik und die Eigenarten der Quantenmessung zu beschreiben (2)
- die Herausbildung der klassischen Welt aus der Quantenmechanik durch Dekohärenz zu beschreiben (2) und Anwendungsgebiete von Quantentechnologien der zweiten Generation zu benennen (1) und einzuordnen (3)

After successful completion of the submodule, students will be able to:

- enumerate relevant problems of classical physics (1)
- enumerate and interpret the postulates of quantum mechanics (2),
- solve the Schrödinger equation for simple systems (3), understand and classify the results (3), calculate tunneling probabilities (3)
- interpret the indeterminacy relation (2), describe the essence of quantum mechanics and the peculiarities of quantum measurement (2)
- describe the emergence of the classical world from quantum mechanics by decoherence (2) and name (1) and classify (3) areas of application of second generation quantum technologies

#### Lernziele: Persönliche Kompetenz

Nach der erfolgreichen Absolvierung des Teilmoduls sind die Studierenden in der Lage,

- fachliche Inhalte in Lerngruppen zu diskutieren (2)
- Lernfortschritte zu erkennen und zu bewerten (3)
- einfache Argumente zu analysieren und ihre eigenen Probleme zu beschreiben (2)
- den persönlichen Nutzen verschiedener Unterlagen und Lernmethoden zu beurteilen (3)

After successful completion of the submodule, students will be able to:

- discuss factual content in study groups (3)
- analyze simple arguments and describe their own problems (2)

<ul style="list-style-type: none"><li>• assess the personal benefit of different materials and learning methods (3)</li></ul>
<b>Angebotene Lehrunterlagen</b>
Skriptum mit Aufgabensammlung/script with a collection of tasks
<b>Lehrmedien</b>
Tafel, Notebook, Beamer/blackboard, notebook, beamer
<b>Literatur</b>
<ul style="list-style-type: none"><li>• Tipler: Moderne Physik, Spektrum-Verlag</li><li>• D. Griffiths: Quantenmechanik, Pearson</li><li>• F. Kuypers: Quantenmechanik, Wiley-VCH</li></ul>
<b>Weitere Informationen zur Lehrveranstaltung</b>
Voraussetzungen: Kenntnisse der Mathematik (Analysis, Differentialgleichungen), Physik (Mechanik)
Requirements: knowledge of mathematics (analysis, differential equations), physics (mechanics)

Die Zahlen in Klammern geben die zu erreichenden Niveaustufen an: 1 - kennen, 2 - können, 3 - verstehen und anwenden



Teilmodul		TM-Kurzbezeichnung
Quantentheorie 2 (Quantum Theory 2)		QTH2
Verantwortliche/r	Fakultät	
Prof. Dr. Ioana Serban	Angewandte Natur- und Kulturwissenschaften	
Lehrende/r / Dozierende/r	Angebotsfrequenz	
Prof. Dr. Ioana Serban	nur im Sommersemester	
Lehrform		
Seminaristischer Unterricht bei fachwissenschaftlichen Wahlpflichtmodulen		

Studiensemester gemäß Studienplan	Lehrumfang [SWS oder UE]	Lehrsprache	Arbeitsaufwand [ECTS-Credits]
1.,2.,3.	4 SWS	deutsch	5

Zeitaufwand:

Präsenzstudium	Eigenstudium
60h	90h

Studien- und Prüfungsleistung
schriftliche Prüfung, 90 Min.
Zugelassene Hilfsmittel für Leistungsnachweis
Siehe Studienplantabelle

## Inhalte

### 1. Mathematische Grundlagen

### 2. Struktur der Quantenmechanik

- Mathematische Struktur, Operatoren als Matrizen
- Postulate
- Schrödingergleichung
- Unitäre Dynamik der Quantensysteme

### 3. Einfache Systeme:

- Quanten-Bits Spin 1/2, Pauli-Operatoren, Blochkugel
- Photonenpolarisation, Strahlteiler, Interferometer
- Quantengatter für einzelne Qubit-Systeme

### 4. Verschränkung

- Mehrteilchensysteme, Produktraum, Vektoren, Operatoren
- EPR-Paradoxon
- Bell-Ungleichungen
- Hong-Ou-Mandel-Effekt

### 5. Quantenkryptographie

- No-Cloning-Theorem, CNOT-Gatter
- Vernam-Verschlüsselung
- B92 Protokoll
- Teleportation

### 6. Quantenrechner

- Quantenparallelismus
- physikalische Realisierungen von Gatter-basierten Quantenrechnern
- Algorithmen
- adiabatisches Quantencomputing

---

### 1. Mathematical basics

### 2. Structure of quantum mechanics

- mathematical structure, operators as matrices
- postulates
- Schrödinger equation
- unitary dynamics of quantum systems

### 3. Simple systems

- quantum bit spin 1/2, Pauli operators, Bloch sphere
- photon polarization, beam splitter, interferometer
- quantum gates for single qubit systems

### 4. Entanglement

- multiparticle systems, product space, vectors, operators
- EPR paradox
- Bell inequalities
- Hong-Ou-Mandel effect

#### 5. Quantum cryptography

- no-cloning theorem, CNOT gates
- Vernam encryption
- B92 protocol
- teleportation

#### 6. Quantum computing

- quantum parallelism
- physical realizations of gate-based quantum computers
- algorithms
- adiabatic quantum computing

#### Lernziele: Fachkompetenz

Nach der erfolgreichen Absolvierung des Teilmoduls sind die Studierenden in der Lage,

- die in der Quantenwelt vorherrschenden physikalischen Prinzipien (Superposition, Verschränkung, Unschärferelation) nachzuvollziehen (2)
- die mathematischen Grundlagen und die Eigenschaften der Operatoren zu verstehen (1)
- mit Spinoperatoren zu rechnen (3), die Eigenschaften von Qubits zu nennen (1) und die Funktion von Quantengattern zu verstehen (2)
- das Vorhandensein von Verschränkung in einfachen Systemen durch Rechnung zu prüfen (3) und darauf basierende Effekte einzuordnen (2)
- die Quantenkryptographie zu begreifen (2) und deren Vorteile gegenüber klassischen Kryptographieverfahren zu bewerten (3)
- Vorteile der Quantenrechner gegenüber klassischen Rechnern kritisch zu bewerten (3)

After successful completion of the submodule, students will be able to:

- understand the physical principles prevailing in the quantum world (superposition, entanglement, uncertainty principle) (2)
- understand the mathematical foundations and the properties of operators (1)
- calculate with spin operators (3), name the properties of qubits (1) and understand the function of quantum gates (2)
- check the existence of entanglement in simple systems by calculation (3) and classify effects based on it (2)
- understand quantum cryptography (2) and evaluate its advantages over classical cryptographic methods (3)
- critically evaluate advantages of quantum computers over classical computers (3)

#### Lernziele: Persönliche Kompetenz

Nach der erfolgreichen Absolvierung des Teilmoduls sind die Studierenden in der Lage,

- den Nutzen des gelernten Stoffes einzuordnen. (2)

- fachliche Inhalte in Lerngruppen zu diskutieren. (2)
- Lernfortschritte zu erkennen und zu bewerten. (2)
- einfache Argumente zu analysieren und ihre eigenen Probleme zu beschreiben. (2)
- den persönlichen Nutzen verschiedener Unterlagen und Lernmethoden zu beurteilen. (3)

---

After successful completion of the submodule, students will be able to:

- classify the benefits of the learned material (2)
- discuss technical content in study groups (2)
- recognize and evaluate learning progress (2)
- analyze simple arguments and describe their own problems (2)
- assess the personal benefit of different materials and learning methods (3)

#### Angebotene Lehrunterlagen

Skriptum mit Aufgabensammlung/script with a collection of tasks

#### Lehrmedien

Tafel, Notebook, Beamer/blackboard, notebook, beamer

#### Literatur

- Tipler: Moderne Physik, Spektrum-Verlag
- D. Griffiths: Quantenmechanik, Pearson
- F. Kuypers: Quantenmechanik, Wiley-VCH

#### Weitere Informationen zur Lehrveranstaltung

Voraussetzungen: Kenntnisse in Mathematik (hilfreich: lineare Algebra), Mechanik (Energie, Impuls)

---

Requirements: knowledge of mathematics (helpful: linear algebra), mechanics (energy, momentum)

Die Zahlen in Klammern geben die zu erreichenden Niveaustufen an: 1 - kennen, 2 - können, 3 - verstehen und anwenden

Teilmodul		TM-Kurzbezeichnung
Vertiefung Microcontrollertechnik für Master (Advanced Microcontroller Techniques for Master)		VMCM
Verantwortliche/r	Fakultät	
Prof. Dr. Florian Aschauer	Elektro- und Informationstechnik	
Lehrende/r / Dozierende/r	Angebotsfrequenz	
Prof. Dr. Florian Aschauer	in jedem Semester	
Lehrform		
Seminaristischer Unterricht bei fachwissenschaftlichen Wahlpflichtmodulen; (Seminar und Projektarbeit - 100% Übungsanteil)		

Studiensemester gemäß Studienplan	Lehrumfang [SWS oder UE]	Lehrsprache	Arbeitsaufwand [ECTS-Credits]
1.,2.,3.	4 SWS	deutsch	5

Zeitaufwand:

Präsenzstudium	Eigenstudium
56h	70h (Vor- und Nachbereitung); 24h (Prüfungsvorbereitung)

Studien- und Prüfungsleistung
Siehe Studienplantabelle Hinweis: die zu erbringende Prüfungsleistung regelt die Studien- und Prüfungsordnung des Masterstudiengangs Elektromobilität und Energienetze (MEE).
Zugelassene Hilfsmittel für Leistungsnachweis
Siehe Studienplantabelle

Inhalte
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Internet-Recherche nach dem aktuellen Stand der Technik</li> <li>• Umsetzung von komplexer Projekte mit Mikrocontrollern verschiedener Hersteller mit ARM-Derivaten (Cortex M0, M3, M4), Schaltungsentwurf ggf. mit -simulation</li> <li>• Schaltungsentwurf (analog/ digital) / Leiterplatten-Design / mechanischer Aufbau (löten auch kleine SMD-Bauteile) - Prototypenaufbau / Software-Erstellung (Assembler / C / RTX-Keil)</li> <li>• EI-WIKI-Eintrag erstellen und Projekt präsentieren</li> </ul>
Lernziele: Fachkompetenz
Nach der erfolgreichen Absolvierung des Teilmoduls sind die Studierenden in der Lage, <ul style="list-style-type: none"> <li>• mit Entwicklungsumgebung zu arbeiten (3)</li> <li>• HW- und SW-Vorgaben mittels geeigneter Hardware umsetzen zu können (2)</li> <li>• Schaltplan und Leiterplatte zu erstellen (z. B. mit EAGLE) (2)</li> <li>• Entwicklungsprozesses und erstellte SW zu dokumentieren (Doxygen) (2)</li> <li>• Ergebnisse zu präsentieren (Zwischen- und Endpräsentation) (2)</li> </ul>

<ul style="list-style-type: none"><li>• Online-Dokumentation erstellen zu können (EI-Wiki) (2)</li></ul>
<b>Lernziele: Persönliche Kompetenz</b>
Nach der erfolgreichen Absolvierung des Teilmoduls sind die Studierenden in der Lage, <ul style="list-style-type: none"><li>• systematisch an Probleme heranzugehen (2)</li><li>• selbstkritisch Ergebnisse zu diskutieren und zu kontrollieren (1)</li><li>• Im Team zu arbeiten (2)</li></ul>
<b>Angebotene Lehrunterlagen</b>
EI-Wiki (vorherige Projekte)
<b>Lehrmedien</b>
Rechner, Beamer, Tafel, Flipchart, Evaluationboards, Logikanalyzer, Mikroskop, 3D-Drucker, Lötarbeitsplatz, EI-Wiki
<b>Literatur</b>
<ul style="list-style-type: none"><li>• Datenblätter (englisch) des benutzten Prozessors</li><li>• Assembly language programming, ARM Cortex M3, Vincent Mahout, Wiley, 2012</li><li>• ARM assembly language with hardware experiments, Ara Elahi, Trevor Arjeski, Springer, 2015</li><li>• Introduction to ARM Cortex-M microcontrollers, Jonathan W. Valvano, 2015, Vol. 1englischsprachige Original-Datenblätter des Prozessorherstellers</li></ul>

Die Zahlen in Klammern geben die zu erreichenden Niveaustufen an: 1 - kennen, 2 - können, 3 - verstehen und anwenden

Modulbezeichnung (ggf. englische Bezeichnung)		Modul-KzBez. oder Nr.
Zusatzausbildung Fachkraft für Arbeitssicherheit - Sicherheitsingenieur (Module PI-III) (Additional Training in Specialist for Occupational Safety - Safety Engineer)		ZFA /I2
Modulverantwortliche/r	Fakultät	
Prof. Dr. Thomas Fuhrmann Dr. Peter Landauer (LB)	Elektro- und Informationstechnik Allgemeinwissenschaftliches Programm	

Studiensemester gemäß Studienplan	Studienabschnitt	Modultyp	Arbeitsaufwand [ECTS-Credits]
1.,2.,3.		Schwerpunkt Wahlpflichtmodul	12

Verpflichtende Voraussetzungen
Siehe AW-Modulkatalog
Empfohlene Vorkenntnisse
Siehe AW-Modulkatalog

Inhalte
<p>Die Ausbildung vermittelt Studierenden technischer Studiengänge die notwendigen fachlichen, methodischen und sozialen Kompetenzen für sicherheitstechnische und arbeitsschutzrelevante Aufgaben als zukünftige Führungskräfte, Verantwortliche oder als Sicherheitsingenieure/innen. Ziele dieser Zusatzausbildung sind:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Unternehmerisches Denken und Handeln fördern</li> <li>• Betriebswirtschaftliche Aspekte der Unternehmensgründung erläutern</li> <li>• Unternehmensführung für Ingenieure vermitteln</li> <li>• Unternehmerisches Handeln in der Gründungssituation trainieren</li> </ul> <p>Näheres regelt der Kurskatalog des AW-Programms der OTH Regensburg.</p>

Lernziele: Persönliche Kompetenz
Nach der erfolgreichen Absolvierung des Moduls sind die Studierenden in der Lage, Siehe AW-Modulkatalog

Die Zahlen in Klammern geben die zu erreichenden Niveaustufen an: 1 - kennen, 2 - können, 3 - verstehen und anwenden

Zugeordnete Teilmodule:

Nr.	Bezeichnung der Teilmodule	Lehrumfang [SWS o. UE]	Arbeitsaufwand [ECTS-Credits]
1.	Sicherheitsingenieur PI (Specialist for Occupational Safety - Safety Engineer PI)	2 SWS	2
2.	Sicherheitsingenieur PII (Specialist for Occupational Safety - Safety Engineer PII))	2 SWS	3
3.	Sicherheitsingenieur PIII (Specialist for Occupational Safety - Safety Engineer PIII)	4 SWS	4
4.	Sicherheitsingenieur PIV (Specialist for Occupational Safety - Safety Engineer PIV)	2 SWS	4
5.	Sicherheitsingenieur PV (Specialist for Occupational Safety - Safety Engineer PV)	2 SWS	2

Hinweise zur Belegungspflicht oder zu Optionen

Die Zusatzausbildung "Fachkraft für Arbeitssicherheit - Sicherheitsingenieur" ist Teil des AW-Programms der OTH Regensburg.

Modulbeschreibung und Anmeldung über die Homepage des AW-Programms.

Um das Zertifikat "Fachkraft für Arbeitssicherheit - Sicherheitsingenieur" zu erhalten, müssen alle 5 Teilmodule des Gesamtmoduls absolviert werden. Im Schwerpunkt Interdisziplinär sind alle 5 Teilmodule P I, P II, P III, P IV und P V abzuleisten.

12 ECTS Credits werden im Masterzeugnis angerechnet.

Die gesamten 15 ECTS Credits werden mit dem Zusatzzertifikat dokumentiert.



Teilmodul		TM-Kurzbezeichnung
Sicherheitsingenieur PI (Specialist for Occupational Safety - Safety Engineer PI)		ZFA
Verantwortliche/r	Fakultät	
Prof. Dr. Thomas Fuhrmann Dr. Peter Landauer (LB)	Elektro- und Informationstechnik	
Lehrende/r / Dozierende/r	Angebotsfrequenz	
Dr. Peter Landauer (LB)		
Lehrform		
Siehe AW-Modulkatalog		

Studiensemester gemäß Studienplan	Lehrumfang [SWS oder UE]	Lehrsprache	Arbeitsaufwand [ECTS-Credits]
1.,2.,3.	2 SWS	deutsch	2

Zeitaufwand:

Präsenzstudium	Eigenstudium
30h	30h

Studien- und Prüfungsleistung
Siehe AW-Modulkatalog
Zugelassene Hilfsmittel für Leistungsnachweis
Siehe AW-Modulkatalog

Inhalte
Siehe AW-Modulkatalog
Lernziele: Fachkompetenz
Nach der erfolgreichen Absolvierung des Teilmoduls sind die Studierenden in der Lage, Siehe AW-Modulkatalog
Lernziele: Persönliche Kompetenz
Nach der erfolgreichen Absolvierung des Teilmoduls sind die Studierenden in der Lage, Siehe AW-Modulkatalog
Angebotene Lehrunterlagen
Siehe AW-Modulkatalog
Lehrmedien
Siehe AW-Modulkatalog
Literatur
Siehe AW-Modulkatalog

**Weitere Informationen zur Lehrveranstaltung**

Siehe AW-Modulkatalog

Die Zahlen in Klammern geben die zu erreichenden Niveaustufen an: 1 - kennen, 2 - können, 3 - verstehen und anwenden

Teilmodul		TM-Kurzbezeichnung
Sicherheitsingenieur PII (Specialist for Occupational Safety - Safety Engineer PII))		ZFA
Verantwortliche/r	Fakultät	
Prof. Dr. Thomas Fuhrmann Dr. Peter Landauer (LB)	Elektro- und Informationstechnik	
Lehrende/r / Dozierende/r	Angebotsfrequenz	
Dr. Peter Landauer (LB) Reinhard Meier (LB)		
Lehrform		
Siehe AW-Katalog		

Studiensemester gemäß Studienplan	Lehrumfang [SWS oder UE]	Lehrsprache	Arbeitsaufwand [ECTS-Credits]
1.,2.,3.	2 SWS	deutsch	3

Zeitaufwand:

Präsenzstudium	Eigenstudium
30h	60h

Studien- und Prüfungsleistung
Siehe AW-Katalog
Zugelassene Hilfsmittel für Leistungsnachweis
Siehe AW-Katalog

Inhalte
Siehe AW-Katalog
Lernziele: Fachkompetenz
Nach der erfolgreichen Absolvierung des Teilmoduls sind die Studierenden in der Lage, Siehe AW-Katalog
Angebotene Lehrunterlagen
Siehe AW-Katalog
Lehrmedien
Siehe AW-Katalog
Literatur
Siehe AW-Katalog

Die Zahlen in Klammern geben die zu erreichenden Niveaustufen an: 1 - kennen, 2 - können, 3 - verstehen und anwenden

Teilmodul		TM-Kurzbezeichnung
Sicherheitsingenieur PIII (Specialist for Occupational Safety - Safety Engineer PIII)		ZFA
Verantwortliche/r	Fakultät	
Prof. Dr. Thomas Fuhrmann Dr. Peter Landauer (LB)	Elektro- und Informationstechnik	
Lehrende/r / Dozierende/r	Angebotsfrequenz	
Dr. Peter Landauer (LB)		
Lehrform		
Siehe AW-Modulkatalog		

Studiensemester gemäß Studienplan	Lehrumfang [SWS oder UE]	Lehrsprache	Arbeitsaufwand [ECTS-Credits]
1.,2.,3.	4 SWS	deutsch	4

Zeitaufwand:

Präsenzstudium	Eigenstudium
60h	60h

Studien- und Prüfungsleistung
Siehe AW-Modulkatalog
Zugelassene Hilfsmittel für Leistungsnachweis
Siehe AW-Modulkatalog

Inhalte
Siehe AW-Modulkatalog
Lernziele: Fachkompetenz
Nach der erfolgreichen Absolvierung des Teilmoduls sind die Studierenden in der Lage, Siehe AW-Modulkatalog
Lernziele: Persönliche Kompetenz
Nach der erfolgreichen Absolvierung des Teilmoduls sind die Studierenden in der Lage, Siehe AW-Modulkatalog
Angebotene Lehrunterlagen
Siehe AW-Modulkatalog
Lehrmedien
Siehe AW-Modulkatalog
Literatur
Siehe AW-Modulkatalog

**Weitere Informationen zur Lehrveranstaltung**

Siehe AW-Modulkatalog

Die Zahlen in Klammern geben die zu erreichenden Niveaustufen an: 1 - kennen, 2 - können, 3 - verstehen und anwenden

Teilmodul		TM-Kurzbezeichnung
Sicherheitsingenieur PIV (Specialist for Occupational Safety - Safety Engineer PIV)		ZFA
Verantwortliche/r	Fakultät	
Dr. Peter Landauer (LB) Prof. Dr. Thomas Fuhrmann	Allgemeinwissenschaftliches Programm	
Lehrende/r / Dozierende/r	Angebotsfrequenz	
Dr. Peter Landauer (LB)		
Lehrform		
Siehe AW-Modulkatalog		

Studiensemester gemäß Studienplan	Lehrumfang [SWS oder UE]	Lehrsprache	Arbeitsaufwand [ECTS-Credits]
1.,2.,3.	2 SWS	deutsch	4

Zeitaufwand:

Präsenzstudium	Eigenstudium
30h	90h

Studien- und Prüfungsleistung
Siehe AW-Modulkatalog
Zugelassene Hilfsmittel für Leistungsnachweis
Siehe AW-Modulkatalog

Inhalte
Siehe AW-Modulkatalog
Lernziele: Fachkompetenz
Nach der erfolgreichen Absolvierung des Teilmoduls sind die Studierenden in der Lage, Siehe AW-Modulkatalog
Lernziele: Persönliche Kompetenz
Nach der erfolgreichen Absolvierung des Teilmoduls sind die Studierenden in der Lage, Siehe AW-Modulkatalog
Angebotene Lehrunterlagen
Siehe AW-Modulkatalog
Lehrmedien
Siehe AW-Modulkatalog
Literatur
Siehe AW-Modulkatalog

**Weitere Informationen zur Lehrveranstaltung**

Siehe AW-Modulkatalog

Die Zahlen in Klammern geben die zu erreichenden Niveaustufen an: 1 - kennen, 2 - können, 3 - verstehen und anwenden

Teilmodul		TM-Kurzbezeichnung
Sicherheitsingenieur PV (Specialist for Occupational Safety - Safety Engineer PV)		ZFA
Verantwortliche/r	Fakultät	
Dr. Peter Landauer (LB) Prof. Dr. Thomas Fuhrmann	Allgemeinwissenschaftliches Programm	
Lehrende/r / Dozierende/r	Angebotsfrequenz	
Dr. Peter Landauer (LB)		
Lehrform		
Siehe AW-Modulkatalog		

Studiensemester gemäß Studienplan	Lehrumfang [SWS oder UE]	Lehrsprache	Arbeitsaufwand [ECTS-Credits]
1.,2.,3.	2 SWS	deutsch	2

Zeitaufwand:

Präsenzstudium	Eigenstudium
30h	30h

Studien- und Prüfungsleistung
Siehe AW-Modulkatalog
Zugelassene Hilfsmittel für Leistungsnachweis
Siehe AW-Modulkatalog

Inhalte
Siehe AW-Modulkatalog
Lernziele: Fachkompetenz
Nach der erfolgreichen Absolvierung des Teilmoduls sind die Studierenden in der Lage, Siehe AW-Modulkatalog
Lernziele: Persönliche Kompetenz
Nach der erfolgreichen Absolvierung des Teilmoduls sind die Studierenden in der Lage, Siehe AW-Modulkatalog
Angebotene Lehrunterlagen
Siehe AW-Modulkatalog
Lehrmedien
Siehe AW-Modulkatalog
Literatur
Siehe AW-Modulkatalog



**Weitere Informationen zur Lehrveranstaltung**

Siehe AW-Modulkatalog

Die Zahlen in Klammern geben die zu erreichenden Niveaustufen an: 1 - kennen, 2 - können, 3 - verstehen und anwenden