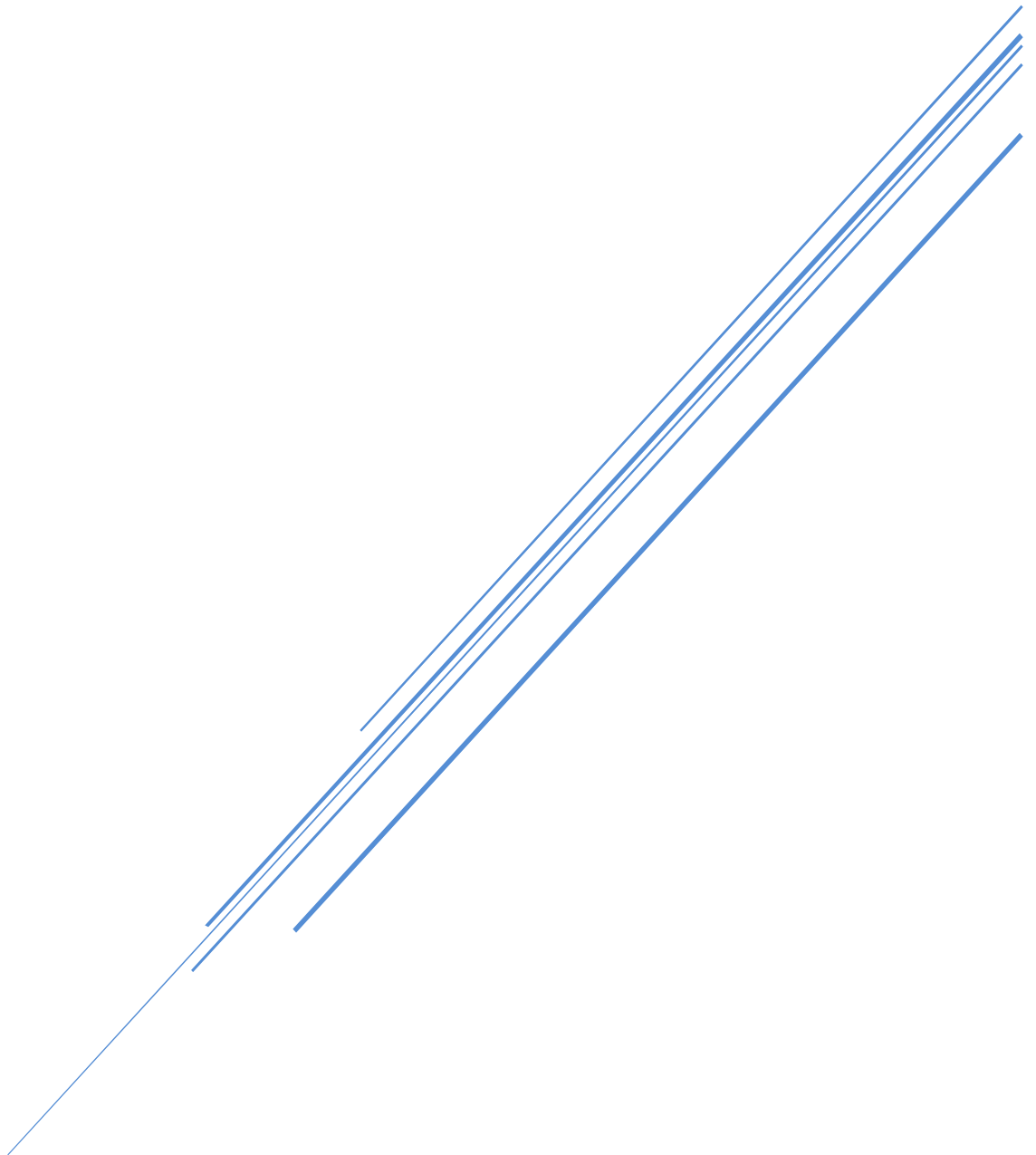


M. SC. ELEKTRO- UND INFORMATIONSTECHNIK

Modulhandbuch  
der Prüfungsordnung 2022

Fachbereich Elektro- und Informationstechnik

SoSe 25



Modulhandbuch Master-Studiengang Elektro- und Informationstechnik	1
Abkürzungsverzeichnis	3
Begriffserläuterung	3
Gültigkeit und Hinweise	5
Versionsverzeichnis	5
G: Gemeinsame Module	7
Theoretische Elektrotechnik I	8
Theoretische Elektrotechnik II	9
Projekt	10
--	11
Vertiefungsrichtung Automatisierungstechnik	11
Höhere Regelungstechnik	12
Modellbildung und Simulation	14
Bildererkennung und -verarbeitung	15
Kooperative und mobile Robotik	17
Künstliche Intelligenz	18
Smart Systems I	19
Smart Systems II	20
Numerische Verfahren	21
Industrielle Netze	22
Fertigungsmess- und Prüftechnik	23
--	24
Vertiefungsrichtung Elektrische Energietechnik	24
Rechtliche Rahmenbedingungen des Ingenieurwesens	25
Elektrische Netze	26
Energiewandlung I	27
Energiewandlung II	28
Werkstoffe der Elektrotechnik	29
Antriebsregelung	30
Energiewirtschaft	31
Höhere Regelungstechnik	32
Modellbildung und Simulation	33
Numerische Verfahren	34
--	35
Vertiefungsrichtung Informationstechnik	35
Rapid System Prototyping	36
Algorithmen, Datenstrukturen, Graphen	37
Machine Learning II	38
SoC-Programmierung	39
SW-Engineering II	40

SW-Engineering III	41
Systemtheorie	42
IT-Security II	43
Modellbildung und Simulation	44
Numerische Verfahren	45
--	46
Vertiefungsrichtung Mikroelektronik	46
Advanced MyP Arduino	47
Nanoelectronics	48
Festkörperphysik	49
Digitale Signalverarbeitung	50
Rechnergestützter Schaltungsentwurf	51
Halbleitertechnologie	52
Elektromagnetische Verträglichkeit	53
Entwicklungsaufgabe Studienprojekt	54
Infrarot- und Lasertechnologie	55
System Integration	56
--	57
Vertiefungsrichtung Mechatronik	57
Entwicklungsaufgabe Studienprojekt	58
Höhere Regelungstechnik	59
Modellbildung und Simulation	60
Künstliche Intelligenz	61
Smart Systems I	62
Smart Systems II	63
Numerische Verfahren	64
Industrielle Netze	65
Werkstoffe der Elektrotechnik	66
Antriebsregelung	67
Master-Thesis	68
Master-Thesis	69

## Abkürzungsverzeichnis

SWS	Semesterwochenstunden
WiSe	Wintersemester
SoSe	Sommersemester
V	Vorlesung
Ü	Übung
P	Praktikum
S	Seminar
CP	Credit Points
LV	Lehrveranstaltung
MAP	Modulabschlussprüfung

## Begriffserläuterung

### Verwendung des Moduls (in anderen Studiengängen oder Vertiefungsrichtungen)

Hier wird vermerkt, ob das Modul auch Bestandteil eines weiteren Studiengangs oder einer anderen Vertiefungsrichtung ist. „Keine Verwendung“ bedeutet, dass dieses Modul nur in diesem Studiengang und in keinem anderen Studiengang angeboten wird

\*Alle Pflichtmodule können grundsätzlich in Rücksprache mit der/dem Modulbeauftragten Wahlmodule in anderen Vertiefungsrichtungen sein.

### Teilnahmevoraussetzungen (LV) Formal

Hier wird vermerkt, ob es formale Voraussetzungen für die Teilnahme an diesem Modul gibt, z.B. ein bereits bestandenes anderes Modul aus einem vorhergehenden Semester oder eine bestimmte bereits erreichte Anzahl an Credit Points.

### Teilnahmevoraussetzungen (LV) Inhaltlich

Hier wird vermerkt, ob es inhaltliche Voraussetzungen für die Teilnahme an diesem Modul gibt, z.B. Kenntnisse, Fähigkeiten und Fertigkeiten aus spezifischen Themengebieten.

### Teilnahmevoraussetzungen (MAP)

Hier wird vermerkt, ob es Voraussetzungen für die Teilnahme an der Modulabschlussprüfung gibt, z.B. eine bereits bestandene Modulabschlussprüfung aus einem vorhergehenden Semester oder der erfolgreiche Abschluss des zugehörigen Praktikums mit Testat.

### Voraussetzungen für die Vergabe von CP

Hier wird vermerkt, welche Voraussetzungen erfüllt sein müssen, damit die Credit Points für das Modul vergeben werden, z.B. die bestandene Modulabschlussprüfung und der erfolgreiche Abschluss des zugehörigen Praktikums mit Testat.

### Anteil der Note für die Endnote (§ xx Berechnung der Gesamtnote und des ECTS- Grades - Master EI PO 2022) *Master Elektro- und Informationstechnik*

Module des 1.-3. Semesters → Anteile werden "einfach" berechnet

Ein **5 CP** bzw. **10 CP** Modul geht mit **5 CP** bzw. **10 CP** in die Berechnung der Anteile für die Endnote ein.

Für die Module im 1.-3. Semester ergeben sich daher insgesamt **90 CP**.

Master Thesis → Anteile werden "einfach" berechnet

Ein **30 CP** Modul (Master-Thesis) geht demnach mit **30 CP** in die Berechnung der Anteile für die Endnote ein.

### Daraus ergibt sich folgende Beispielrechnung für die prozentualen Anteile

$$5 \text{ CP} / 120 \text{ CP} * 100 = \mathbf{4,17\%}$$

$$10 \text{ CP} / 120 \text{ CP} * 100 = \mathbf{8,33\%}$$

$$30 \text{ CP} / 120 \text{ CP} * 100 = \mathbf{25\%}$$

**Anwesenheitszeiten im Praktikum <sup>1)</sup>**

Zu Beginn der Lehrveranstaltung werden die Rahmenbedingungen zur Teilnahme am Praktikum festgelegt, z.B. die regelmäßige Anwesenheit, die möglichen Fehlzeiten und die Wiederholbarkeit von einzelnen Versuchen.

# Gültigkeit und Hinweise

M.SC. ELEKTRO- UND INFORMATIONSTECHNIK (PO 2022)

Gültig für das Sommersemester 2025

Die Wahlmodule werden in einem separaten Wahlmodulhandbuch beschrieben.

Das Regelsemester legt fest, in welchem Semester (SoSe oder WiSe) die Lehrveranstaltung in der Regel angeboten wird. Im Master-Studiengang wird davon ausgegangen, dass das Studium in einem WiSe begonnen wurde.

## Versionsverzeichnis

### Version: MA\_EI\_PO22\_Modulhandbuch\_v01 – Juli 2022

- Ersterstellung für die PO 2022

### Version: MA\_EI\_PO22\_Modulhandbuch\_v02 – März 2023

- Aktualisierungen in den Modulen
  - Werkstoffe der Elektrotechnik
  - Rechtliche Rahmenbedingungen des Ingenieurwesens
  - Algorithmen, Datenstrukturen und Graphen
  - Machine Learning II
  - Software Engineering II + III
  - SoC-Programmierung
  - Rapid System Prototyping
  - Entwicklungsaufgabe Studienprojekt (VT Mechatronik)

### Version: MA\_EI\_PO22\_Modulhandbuch\_v03 – August Juli 2023

- Aktualisierungen in den Modulen
  - TET I
  - TET II
  - Numerische Verfahren
  - Energiewandlung I
  - Software Engineering III
  - Systemtheorie
  - IT-Security II
  - Advanced MyP Arduino
  - Digitale Signalverarbeitung
  - Entwicklungsaufgabe Studienprojekt Mikroelektronik
  - Entwicklungsaufgabe Studienprojekt Mechatronik

### Version: MA\_EI\_PO22\_Modulhandbuch\_v04 – Januar 2024

- Aktualisierungen in den Modulen
  - Energiewandlung I + II
  - Machine Learning II
  - Software Engineering II
  - Rechtliche Rahmenbedingungen des Ingenieurwesens
  - Werkstoffe der Elektrotechnik
  - Modellbildung und Simulation

**Version: MA\_EI\_PO22\_Modulhandbuch\_v05 – Juli 2024**

- Aktualisierungen im Modul
  - Numerische Verfahren

**Version: MA\_EI\_PO22\_Modulhandbuch\_v06 – März 2025**

- Aktualisierungen im Modul
  - Algorithmen, Datenstrukturen und Graphen
  - Antriebsregelung
  - Numerische Verfahren

## G: Gemeinsame Module



## Theoretische Elektrotechnik I

Verwendung des Moduls (im gleichen oder in anderen Studiengängen)		Keine Verwendung		Modulbeauftragte/r Gottkehaskamp	
Lehrveranstaltung	SWS	Prüfungsnummer		17011	
Vorlesung (V)	3	Regelsemester		1 (Studienbeginn WiSe) 2 (Studienbeginn SoSe)	
Übung (Ü)	1	WiSe		ja	
Praktikum (P)	-	SoSe		-	
Seminar (S)	-	Anteil der Note für die Endnote		4,17%	
Summe	4	Arbeitsaufwand	Präsenzzeit/h	60	
Credit Points	5		Selbststudium/h	90	

Inhalt	<p>Mathematische Grundlagen: Skalar, Skalarfeld, Vektor, Vektorfeld, Feldlinienbild, Gradient, Quellenfelder, Divergenz, Satz von Gauß, Wirbelfelder, Rotation, Satz von Stokes, Nabla- und Laplace-Operator.</p> <p>1. bis 4. Maxwell'sche Gleichung.</p> <p>Elektrostatik: Coulombsches Gesetz, elektrisches Skalarpotenzial, Dielektrika, Kapazität, Kraft und Energie im elektrostatischen Feld (virtuelle Verrückung), Lösungsverfahren für die Poisson-Gleichung (grafisch, Bernoulli-Fourier)</p> <p>Strömungsfeld: Stromdichte, Strom, Ohm'sches Gesetz, Elektromotorische Kraft (EMK), Laplace-Gleichung für leitende Medien.</p> <p>Magnetostatik: Lorentzkraft, Biot-Savart, Durchflutungssatz, magnetisches Skalar- und Vektorpotenzial, magnetischer Fluss, ebene Felder, magnetisierbare Materie, Ferromagnetismus und Permanentmagnete, Flussverkettung und Induktivität, magnetischer Kreis</p>				
Lernergebnisse (learning outcomes)/ Kompetenzen	<p>Die Studierenden kennen die grundlegenden Fragestellungen und Methoden der Feldtheorie, kennen die Maxwell'schen Gleichungen in differenzieller und integraler Formulierung, die Materialgleichungen und die Grenzflächenbedingungen und können deren Bedeutung physikalisch korrekt interpretieren. Sie haben ein vertieftes Verständnis der elektromagnetischen Theorie in den Bereichen der statischen und streng stationären Strömungsfelder. Sie sind in der Lage, unter Anwendung wissenschaftlicher Methoden und gegebenenfalls unter Zuhilfenahme von Fachliteratur analytische (Näherungs-)Lösungen abzuleiten, diese darzustellen und physikalisch korrekt zu interpretieren.</p>				
Teilnahme- voraussetzungen (LV)	Formal	Keine			
	Inhaltlich	Keine			
Teilnahme- voraussetzungen (MAP)	Keine				
Prüfungsform/Dauer	Klausur (120 Min.)				
Voraussetzungen für die Vergabe von CP	Bestandene Modulprüfung				
Sonstige Informationen und Literaturangaben	Henke: Elektromagnetische Felder, Springer				
	Leuchtmann: Elektromagnetische Feldtheorie, Pearson Studium Strassacker, Süße: Rotation, Divergenz und Gradient, Teubner Wolf: Maxwell'sche Theorie, Springer				
	Keine				

## Theoretische Elektrotechnik II

Verwendung des Moduls (im gleichen oder in anderen Studiengängen)		Keine Verwendung		Modulbeauftragte/r Gottkehaskamp	
Lehrveranstaltung	SWS	Prüfungsnummer		17021	
Vorlesung (V)	3	Regelsemester		2 (Studienbeginn WiSe) 3 (Studienbeginn SoSe)	
Übung (Ü)	1	WiSe		-	
Praktikum (P)	-	SoSe		ja	
Seminar (S)	-	Anteil der Note für die Endnote		4,17%	
Summe	4	Arbeitsaufwand	Präsenzzeit/h	60	
Credit Points	5		Selbststudium/h	90	

Inhalt	<p>Vollständige Formulierung der Maxwell'schen Gleichungen über Potenziale, Eichung des Vektorpotenzials und Übertragung auf statische, stationäre und zeitlich langsam und schnell veränderliche Felder, Einführung von Phasoren.</p> <p>Berechnungsverfahren: Bernoulli-Fourier, konforme Abbildung, numerische Methoden</p> <p>Zeitveränderliche Felder: Induktionsgesetz, Energie des Magnetfeldes (linear und nichtlinear), Kräfte im magnetischen Feld (virtuelle Verrückung, linear und nichtlinear), Maxwell'sche Flächenspannungen, Erhaltungssätze, Poynting-Vektor, Wirbelströme, Skineffekt.</p> <p>Wellen in Dielektrika und Leitern: homogene Wellengleichung, ebene Wellen, Wirbelströme, Skineffekt, geführte Wellenausbreitung (Doppeldraht, Koaxial, Microstrip, Hohlleiter).</p> <p>Antennen: inhomogene Wellengleichung, elektromagnetische Strahlung, Retardierung, Dipolstrahler, Hertzscher Dipol</p>				
Lernergebnisse (learning outcomes)/ Kompetenzen	<p>Die Studierenden haben ein vertieftes Verständnis der elektromagnetischen Theorie in den Bereichen zeitlich veränderlicher Felder und ihrer geführten und freien Ausbreitung. Sie sind in der Lage, für Frage- und Problemstellungen aus dem Bereich der zeitlich Veränderlichen elektromagnetische Felder unter Anwendung wissenschaftlicher Methoden und gegebenenfalls unter Zuhilfenahme von Fachliteratur analytische (Näherungs-)Lösungen abzuleiten, diese darzustellen und physikalisch korrekt zu interpretieren. Sie können gängige analytische Methoden zur Feldberechnung überblicken und einordnen.</p>				
Teilnahme- voraussetzungen (LV)	Formal	Keine			
	Inhaltlich	Theoretische Elektrotechnik I			
Teilnahme- voraussetzungen (MAP)	Keine				
Prüfungsform/Dauer	Klausur (90 Min.)				
Voraussetzungen für die Vergabe von CP	Bestandene Modulprüfung				
Sonstige Informationen und Literaturangaben	Henke: Elektromagnetische Felder, Springer Leuchtmann: Elektromagnetische Feldtheorie, Pearson Studium Strassacker, Süße: Rotation, Divergenz und Gradient, Teubner Wolf: Maxwell'sche Theorie, Springer				
	Keine				

## Projekt

Verwendung des Moduls (im gleichen oder in anderen Studiengängen)		Keine Verwendung		Modulbeauftragte/r alle	
Lehrveranstaltung	SWS	Prüfungsnummer		17051	
Vorlesung (V)	-	Regelsemester		3 (Studienbeginn WiSe und SoSe)	
Übung (Ü)	-	WiSe		ja	
Praktikum (P)	-	SoSe		ja	
Seminar (S)	8	Anteil der Note für die Endnote		8,33%	
Summe	8	Arbeitsaufwand	Präsenzzeit/h	120	
Credit Points	10		Selbststudium/h	180	

Inhalt	<p>Die Anwendung und die theoretisch-wissenschaftliche Reflexion der in den Modulen erworbenen Kompetenzen sowie ihre Vertiefung in einem Projekt (auch in Kooperation mit der Industrie, einem Forschungsprojekt oder einem Labor) stehen im Mittelpunkt dieses Moduls (Projekts). Zudem sollen die zu bearbeitenden Themen über eine praktische Relevanz verfügen.</p> <p>Im Rahmen des Projekts werden von einer Anforderungsdefinition mit Zielplanung über den Entwurf und die Implementierung bis zu einer gewissen Auswertung inklusive Qualitätssicherung alle Projektierungsphasen durchlaufen.</p>				
Lernergebnisse (learning outcomes)/ Kompetenzen	<p>Die Studierenden sind nach erfolgreichem Abschluss des Moduls in der Lage, ein umfassendes und anspruchsvolles Projekt auf theoretisch-wissenschaftlicher Grundlage eigenständig zu planen und umzusetzen. Sie verfügen über die Fähigkeit, ihre theoretisch erworbenen Kompetenzen weiterzuentwickeln und können dabei ihre schon erworbenen Wissensbestände vertiefen.</p> <p>Die Studierenden haben gelernt, sowohl technische als auch nichttechnische Implikationen ihrer Tätigkeit systematisch zu hinterfragen und in ihr Verhalten und Handeln verantwortungsbewusst einzubeziehen. Sie verfügen über die sozialen und kommunikativen Kompetenzen, sich mit anderen Personen zu vernetzen und interdisziplinär auszutauschen sowie wissenschaftliche Ergebnisse argumentativ zu vertreten.</p>				
Teilnahme- voraussetzungen (LV)	Formal	Keine			
	Inhaltlich	Theoretische Elektrotechnik I & II			
Teilnahme- voraussetzungen (MAP)	Keine				
Prüfungsform/Dauer	Besondere Prüfungsleistung				
Voraussetzungen für die Vergabe von CP	Bestandene Modulprüfung				
Sonstige Informationen und Literaturangaben	Keine				
	Keine				

--

## Vertiefungsrichtung Automatisierungstechnik

## Höhere Regelungstechnik

Verwendung des Moduls (im gleichen oder in anderen Studiengängen)		Vertiefungsrichtung Elektrische Energietechnik Vertiefungsrichtung Mechatronik *Wahlmodul in allen anderen Vertiefungsrichtungen	Modulbeauftragte/r Beck	
Lehrveranstaltung	SWS	Prüfungsnummer	20101	
Vorlesung (V)	2	Regelsemester	1 (Studienbeginn WiSe) 2 (Studienbeginn SoSe)	
Übung (Ü)	2	WiSe	ja	
Praktikum (P)	-	SoSe	-	
Seminar (S)	-	Anteil der Note für die Endnote		4,17%
Summe	4	Arbeitsaufwand	Präsenzzeit/h	60
Credit Points	5		Selbststudium/h	90

Inhalt	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Beschreibung kontinuierlicher LTI-Systeme im Zustandsraum; Steuerbarkeit und Beobachtbarkeit</li> <li>• Synthese kontinuierlicher Zustandsregelungen: Entwurf durch Polvorgabe, Optimale Regelung</li> <li>• Einführung in abgetastete Systeme: Bezeichnungen, zeitdiskrete Signale, Shannon-Theorem</li> <li>• Beschreibung linearer zeitdiskreter Systeme im Zeit- und Frequenzbereich: Differenzgleichungen, Z-Transformation, Z-Übertragungsfunktion, diskreter Zustandsraum</li> <li>• Stabilitätsprüfung für lineare zeitdiskrete Übertragungssysteme und Regelkreise</li> <li>• Entwurf quasikontinuierlicher Abtastregelungen; Synthese zeitdiskreter Zustandsregelungen, Einführung in modellprädiktive Regelung</li> </ul>		
Lernergebnisse (learning outcomes)/ Kompetenzen	<p>Nach erfolgreichem Abschluss des Moduls sind die Studierenden in der Lage, zeitdiskrete Systeme eigenständig zu beschreiben, zu analysieren, geeignete Regelstrukturen zu definieren, Stabilitätskriterien anzuwenden und Regler mit geeigneten Entwurfsverfahren zielführend zu entwickeln. Darüber hinaus sind sie in der Lage, sowohl kontinuierliche als auch abgetastete Ein- und Mehrgrößensysteme im Zustandsraum zu beschreiben, zu untersuchen und einen Regelungsentwurf im Zustandsraum eigenständig durchzuführen. Die Studierenden können hierzu weitgehend selbstgesteuert regelungstechnische Arbeitsschritte und Methoden auf unbekannte Problemstellungen übertragen und anwenden. Sie sind in der Lage, den eigenen Entwurfsprozess zu reflektieren und methodisch zu erweitern. Sie können in Gruppen komplexe regelungstechnische Aufgaben gemeinsam entwickeln, komplexe regelungstechnische Sachverhalte zielgruppengerecht aufarbeiten und argumentieren sowie das eigene Vorgehen in kritisch-reflexiver Weise erweitern und verbessern.</p>		
Teilnahme- voraussetzungen (LV)	Formal	Keine	
	Inhaltlich	Grundlagen der Regelungstechnik	
Teilnahme- voraussetzungen (MAP)	Keine		
Prüfungsform/Dauer	Klausur (90 Min.)		
Voraussetzungen für die Vergabe von CP	Bestandene Modulprüfung		
Sonstige Informationen und Literaturangaben	<p>Borelli, Bemporad, Morari: Predictive Control for Linear and Hybrid Systems, Cambridge University Press                      Föllinger: Lineare Abtastsysteme, Oldenbourg                      Lunze: Regelungstechnik 2: Mehrgrößensysteme, Digitale Regelung, Springer</p>		

	Unbehauen: Regelungstechnik II: Zustandsregelungen, digitale und nichtlineare Regelsysteme, Vieweg
	Keine

## Modellbildung und Simulation

Verwendung des Moduls (im gleichen oder in anderen Studiengängen)		Vertiefungsrichtung Elektrische Energietechnik Vertiefungsrichtung Informationstechnik Vertiefungsrichtung Mechatronik *Wahlmodul in allen anderen Vertiefungsrichtungen	Modulbeauftragte/r ProtoGerakis	
Lehrveranstaltung	SWS	Prüfungsnummer		20081
Vorlesung (V)	2	Regelsemester		2 (Studienbeginn WiSe) 1 (Studienbeginn SoSe)
Übung (Ü)	2	WiSe		-
Praktikum (P)	-	SoSe		ja
Seminar (S)	-	Anteil der Note für die Endnote		4,17%
Summe	4	Arbeitsaufwand	Präsenzzeit/h	60
Credit Points	5		Selbststudium/h	90

Inhalt	Grundlagen der Modellbildung in der Automatisierungstechnik, Hardware-in-the-loop/Software-in-the-loop, Beschreibung dynamischer Systeme, Kontinuierliche Modellbildung, Diskrete Modellbildung, Identifikationsverfahren, Rapid Control Prototyping		
Lernergebnisse (learning outcomes)/ Kompetenzen	Die Studierenden können nach erfolgreichem Abschluss des Moduls einfache Modelle von ausgewählten technischen Phänomenen bilden, die zur Lösung von Automatisierungsaufgaben beitragen. Außerdem können sie exemplarisch Simulationssysteme begründet auswählen, diese projektieren und zur Simulation von einfachen mechatronischen Systemen anwenden.		
Teilnahme- voraussetzungen (LV)	Formal	Keine	
	Inhaltlich	Keine	
Teilnahme- voraussetzungen (MAP)	Keine		
Prüfungsform/Dauer	Klausur (90 Min.)		
Voraussetzungen für die Vergabe von CP	Bestandene Modulprüfung		
Sonstige Informationen und Literaturangaben	Abel, Bollig: Rapid Control Prototyping: Methoden und Anwendungen, Springer Zacher, Reuter: Regelungstechnik für Ingenieure: Analyse, Simulation und Entwurf von Regelkreisen, Springer Dahmen, Reusken: Numerik für Ingenieure und Naturwissenschaftler, Springer Tiller: Modelica by Example, <a href="http://book.xogeny.com">http://book.xogeny.com</a>		
	Keine		

## Bildererkennung und -verarbeitung

Verwendung des Moduls (im gleichen oder in anderen Studiengängen)		*Wahlmodul in allen anderen Vertiefungsrichtungen	Modulbeauftragte/r Haehnel	
Lehrveranstaltung	SWS	Prüfungsnummer	20141	
Vorlesung (V)	2	Regelsemester	2 (Studienbeginn WiSe) 1 (Studienbeginn SoSe)	
Übung (Ü)	2	WiSe	-	
Praktikum (P)	-	SoSe	ja	
Seminar (S)	-	Anteil der Note für die Endnote		4,17%
Summe	4	Arbeitsaufwand	Präsenzzeit/h	60
Credit Points	5		Selbststudium/h	90

Inhalt	<p>Grundlagen und Definitionen der Bildererkennung und -verarbeitung und der Verknüpfung mit industrieller Robotik. Lichtquellen, Beleuchtungsarten, Beleuchtungstechniken, Optische Grundlagen, Arten von Objektiven, Optische Fehler, Optische Qualität, Optische Filter für industrielle Kamera-Systeme, Grundlagen industrieller Kameratechnik, Flächenkameras, Zeilenkameras, Intelligente Kameras, Bildverarbeitungsrechner, PC-basierte Bildverarbeitungssysteme zur Roboterführung; Integration von Bildverarbeitung in Robotikanwendungen, Generierung von Multi-Sensor-basierten Fertigkeiten von Robotern; Anwendungsbeispiele aus der industriellen Praxis.</p> <p>Die Studierenden erhalten einen Überblick über Probleme und Lösungsmethoden auf dem Gebiet der industriellen Bildererkennung und -verarbeitung sowie der Auswahl geeigneter Komponenten industrieller Bildverarbeitungssysteme mit dem Fokus Robotik.</p> <p><b>Übung:</b> Durch projektbasiertes Arbeiten in den Übungen wird das erworbene Wissen vertieft und durch praktische Erfahrungen bei der Erstellung von eigenen Applikationen mit industriellen Bildverarbeitungssystemen und Komponenten, wie Beleuchtungssystemen, Kamerasystemen, Optiken, erweitert.</p>			
Lernergebnisse (learning outcomes)/ Kompetenzen	<p>Es werden Fähigkeiten und wesentliche Grundlagen der industriellen Bildverarbeitung und damit verbundener Technologien, wie technischer Optik, Beleuchtungstechnik, Optimierung von Bildinformationen durch optische Filter, bezüglich industrieller Kamerasysteme und industrieller Bildverarbeitungsrechner erworben.</p> <p>Die Studierenden sind nach erfolgreichem Abschluss des Moduls in der Lage, vorhandene Bildverarbeitungssysteme zu analysieren, zu verstehen und zu modifizieren sowie Lösungen mit industriellen Bildverarbeitungssystemen zur Realisierung von Anwendungen mit Fokus Robotik selbstständig zu planen, zu entwickeln (Hard- und Software) und zu realisieren.</p>			
Teilnahme- voraussetzungen (LV)	Formal	Keine		
	Inhaltlich	Grundlagen der Elektrotechnik und Informatik, Grundlagen der Softwareentwicklung, Robotik, Steuerungs- und Regelungstechnik Grundlagen der Elektrotechnik und Informatik, Naturwissenschaftliche Grundlagen, Grundlagen der Softwareentwicklung, Robotik-Grundlagen		
Teilnahme- voraussetzungen (MAP)	Hausarbeit, Vortrag oder Projektbericht mit Testat Wird zu Beginn der Lehrveranstaltung bekannt gegeben.			
Prüfungsform/Dauer	Klausur (60 min)			
Voraussetzungen für die Vergabe von CP	Bestandene Modulprüfung			
	Weißler: Einführung in die industrielle Bildverarbeitung, Franzis Erhardt: Einführung in die Digitale Bildverarbeitung, Grundlagen, Systeme und			



Sonstige Informationen und Literaturangaben	Anwendungen, Vieweg und Teubner Sackwitz: Leitfaden zur industriellen Bildverarbeitung, Fraunhofer Steinbrecher.: Bildverarbeitung in der Praxis, Oldenbourg Paulus: Aktives Bildverstehen, Der Andere Verlag Internet: <a href="http://www.vision-doctor.com">www. vision-doctor.com</a>
	Keine

## Kooperative und mobile Robotik

Verwendung des Moduls (im gleichen oder in anderen Studiengängen)		*Wahlmodul in allen anderen Vertiefungsrichtungen	Modulbeauftragte/r Haehnel	
Lehrveranstaltung	SWS	Prüfungsnummer	20121	
Vorlesung (V)	2	Regelsemester	2 (Studienbeginn WiSe) 1 (Studienbeginn SoSe)	
Übung (Ü)	2	WiSe	-	
Praktikum (P)	-	SoSe	ja	
Seminar (S)	-	Anteil der Note für die Endnote		4,17%
Summe	4	Arbeitsaufwand	Präsenzzeit/h	60
Credit Points	5		Selbststudium/h	90

Inhalt	Autonome, mobile Robotersysteme sowie kooperative und kollaborative Robotersysteme mit Sensorik, Bildverarbeitung (2D/3D), Kinematik, Pfadplanung, Lokalisationsverfahren, SLAM-Verfahren, Lagebestimmung und kybernetische Systeme. Neben dem dafür benötigten Wissen wird auch der praktische Umgang mit Robotern und kognitiven Systemen anhand realer technischer Plattformen vermittelt. Projektbasiert werden in den Übungen Aufgaben zu den oben genannten Themen z.B. mit ROS (Robot Operating System), OpenCV, C++ und Python selbstständig bearbeitet. Die Studierenden erhalten einen Überblick über Probleme und Lösungsmethoden bei der Steuerung mobiler, kognitiv agierender Roboter sowie praktische Realisierungsmöglichkeiten maschineller Wahrnehmung (Perzeption).			
Lernergebnisse (learning outcomes)/ Kompetenzen	Es werden Fähigkeiten und wesentliche Grundlagen zu verschiedenen intelligenten, auch autonomen, mobilen Robotern sowie zu allgemeinen Strukturen mobiler und kollaborativer oder kooperativer Robotersysteme und den typischen mechatronischen Konstruktionen sowie roboterspezifischer, maschineller Perzeption und anwendungsbezogener Methoden künstlicher Intelligenz erworben (z.B. SLAM-Verfahren). Die Studierenden sind nach erfolgreichem Abschluss des Moduls befähigt, das erworbene Wissen auf dem Gebiet mobiler Roboter, Serviceroboter oder kooperativer bzw. kollaborativer Robotersysteme anzuwenden und selbstständig Systeme zu analysieren, zu verstehen und zu modifizieren sowie Lösungen kooperativer und/oder mobiler Robotik zu planen, zu entwickeln (Hard- und Software) und zu realisieren.			
Teilnahme- voraussetzungen (LV)	Formal	Keine		
	Inhaltlich	Grundlagen der Elektrotechnik und Informatik, Grundlagen der Softwareentwicklung, Robotik, Steuerungs- und Regelungstechnik Grundlagen der Elektrotechnik und Informatik, Grundlagen der Softwareentwicklung, Naturwissenschaftliche Grundlagen, Robotik-Grundlagen		
Teilnahme- voraussetzungen (MAP)	Hausarbeit, Vortrag oder Projektbericht mit Testat Wird zu Beginn der Lehrveranstaltung bekannt gegeben.			
Prüfungsform/Dauer	Klausur (60 min)			
Voraussetzungen für die Vergabe von CP	Bestandene Modulprüfung			
Sonstige Informationen und Literaturangaben	Nehmzow: Mobile Robotik, Springer Ertel: Grundkurs Künstliche Intelligenz: Eine praxisorientierte Einführung, Springer Lunze: Künstliche Intelligenz für Ingenieure, Oldenbourg Goebel: ROS By Example INDIGO -Volume 1 und 2 Fernandez et.al.: Learning ROS for Robotics Programming, Packt Publishing O'Kane: A Gentle Introduction to ROS, CreateSpace Independent Publishing Platform			
	Keine			

## Künstliche Intelligenz

Verwendung des Moduls (im gleichen oder in anderen Studiengängen)		Vertiefungsrichtung Mechatronik *Wahlmodul in allen anderen Vertiefungsrichtungen		Modulbeauftragte/r Schwung	
Lehrveranstaltung	2/Woche	Prüfungsnummer		20131	
Vorlesung (V)	2	Regelsemester		1 (Studienbeginn WiSe) 2 (Studienbeginn SoSe)	
Übung (Ü)	2	WiSe		ja	
Praktikum (P)	-	SoSe		-	
Seminar (S)	-	Anteil der Note für die Endnote		4,17%	
Summe	4	Arbeitsaufwand	Präsenzzeit/h	60	
Credit Points	5		Selbststudium/h	90	

Inhalt	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Einführung in Maschinelles Lernen und dessen Anwendung in der Automatisierungstechnik (Maschinelles Sehen, Modellbildung, Predictive Maintenance, Condition monitoring)</li> <li>• Werkzeuge zum Einsatz von Maschinellern Lernen</li> <li>• Überwachtes und unüberwachtes Lernen</li> <li>• Expertensysteme, regelbasierte Systeme</li> <li>• Künstliche Neuronale Netze: Strukturen, Aufbau Eigenschaften</li> <li>• Verfahren zur nichtlinearen Regression</li> <li>• Einführung in Bestärkendes Lernen</li> </ul> <p>Die vermittelten Algorithmen und Werkzeuge zum Maschinellen Lernen werden anwendungsorientiert anhand von Fallbeispielen demonstriert und unter Nutzung der Software Python von den Studierenden durchgeführt.</p>				
Lernergebnisse (learning outcomes)/ Kompetenzen	Die Studierenden verstehen die Grundprinzipien Maschinellen Lernens und Künstlicher Intelligenz und deren Einsatz im Bereich der Automatisierungstechnik. Die Studierenden können für automatisierungstechnische Problemstellungen mittlerer Komplexität geeignete Lernverfahren auswählen, adaptieren und toolgestützt anwenden.				
Teilnahmevoraussetzungen (LV)	Formal	Keine			
	Inhaltlich	Mathematik I-III, Grundlagen der Informatik I-IV			
Teilnahmevoraussetzungen (MAP)	Keine				
Prüfungsform/Dauer	Besondere Prüfungsleistung				
Voraussetzungen für die Vergabe von CP	Bestandene Modulprüfung				
Sonstige Informationen und Literaturangaben	Alpaydin: Maschinelles Lernen, De Gruyter				
	Ertel: Grundkurs Künstliche Intelligenz: Eine praxisorientierte Einführung, Springer Vieweg Lunze: Künstliche Intelligenz für Ingenieure, Oldenbourg				
	Keine				

## Smart Systems I

Verwendung des Moduls (im gleichen oder in anderen Studiengängen)		Vertiefungsrichtung Mechatronik *Wahlmodul in allen anderen Vertiefungsrichtungen		Modulbeauftragte/r Schwung	
Lehrveranstaltung	SWS	Prüfungsnummer		20161	
Vorlesung (V)	2	Regelsemester		2 (Studienbeginn WiSe) 1 (Studienbeginn SoSe)	
Übung (Ü)	2	WiSe		-	
Praktikum (P)	-	SoSe		ja	
Seminar (S)	-	Anteil der Note für die Endnote		4,17%	
Summe	4	Arbeitsaufwand	Summe	60	
Credit Points	5		Credit Points	90	

Inhalt	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Einführung in Begrifflichkeiten der Industrie 4.0</li> <li>• Referenzarchitektur RAMI4.0</li> <li>• Bedeutung der Vernetzung für industrielle Wertschöpfungsketten</li> <li>• Vertiefende Analyse ausgewählter I4.0-Technologien</li> </ul>				
Lernergebnisse (learning outcomes)/ Kompetenzen	Nach erfolgreichem Abschluss des Moduls sind die Studierenden in der Lage, Begrifflichkeiten der Industrie 4.0 zu beschreiben und einzuordnen. Die Studierenden werden in die Lage versetzt, konkrete Architekturen für Anwendungsfälle der Industrie 4.0 aus der Referenzarchitektur RAMI4.0 abzuleiten. Die Studierenden können die Bedeutung einer Industrie-4.0-Lösung für industrielle Wertschöpfungsketten beurteilen. Die Studierenden analysieren tiefgehend ausgewählte I4.0-Technologien.				
Teilnahme- voraussetzungen (LV)	Formal	Keine			
	Inhaltlich	Keine			
Teilnahme- voraussetzungen (MAP)	Keine				
Prüfungsform/Dauer	Besondere Prüfungsleistung				
Voraussetzungen für die Vergabe von CP	Bestandene Modulprüfung				
Sonstige Informationen und Literaturangaben	Wird in der Lehrveranstaltung bekannt gegeben.				
	Keine				

## Smart Systems II

Verwendung des Moduls (im gleichen oder in anderen Studiengängen)		Vertiefungsrichtung Mechatronik DAISY - Vernetzte Automatisierungssysteme und vernetzte Produkte (PF 2.7 Industrie 4.0) *Wahlmodul in allen anderen Vertiefungsrichtungen		Modulbeauftragte/r ProtoGerakis	
Lehrveranstaltung	SWS	Prüfungsnummer		20171	
Vorlesung (V)	2	Regelsemester		3 (Studienbeginn WiSe) 2 (Studienbeginn SoSe)	
Übung (Ü)	-	WiSe		ja	
Praktikum (P)	-	SoSe		-	
Seminar (S)	2	Anteil der Note für die Endnote		4,17%	
Summe	4	Arbeitsaufwand	Präsenzzeit/h	60	
Credit Points	5		Selbststudium/h	90	

Inhalt	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Einführung in Technologiepattern smarterer Systeme anhand typischer Use Cases (Smart Production, Smart Home, Smart Grid, Connected Mobility)</li> <li>• Einführung in Architekturen Smarterer Systeme</li> <li>• Entwicklungsprozesse für Smarte Systeme (agile / hybride Entwicklungsmodelle)</li> <li>• Einführung in IOT-Technologien (Narrow-band IOT, 5G, Edge Computing)</li> <li>• Einführung in neuartige, durch Smart Systems getriebene Geschäftsmodelle</li> </ul>				
Lernergebnisse (learning outcomes)/ Kompetenzen	Nach erfolgreichem Abschluss des Moduls verstehen die Studierenden die Bedeutung von smarten Systemen als Enabler neuartiger Geschäftsmodelle. Die Studierenden werden in die Lage versetzt, Technologiepattern smarterer Systeme zur Lösung neuer Use Cases zusammenzustellen sowie Architekturen smarterer Systeme und geeignete Entwicklungsprozesse für einfache Anwendungsfälle zu entwerfen und zu bewerten. Die Studierenden lernen die Eignung von IOT-Technologien für ihren Anwendungsfall einzuschätzen.				
Teilnahme- voraussetzungen (LV)	Formal	Keine			
	Inhaltlich	Keine			
Teilnahme- voraussetzungen (MAP)	Keine				
Prüfungsform/Dauer	Besondere Prüfungsleistung				
Voraussetzungen für die Vergabe von CP	Bestandene Modulprüfung				
Sonstige Informationen und Literaturangaben	Wird in der Lehrveranstaltung bekannt gegeben.				
	Keine				

## Numerische Verfahren

Verwendung des Moduls (im gleichen oder in anderen Studiengängen)		Vertiefungsrichtung Elektrische Energietechnik Vertiefungsrichtung Informationstechnik Vertiefungsrichtung Mechatronik *Wahlmodul in allen anderen Vertiefungsrichtungen	Modulbeauftragte/r Scheidweiler	
Lehrveranstaltung	SWS	Prüfungsnummer		20151
Vorlesung (V)	3	Regelsemester		1 (Studienbeginn WiSe) 2 (Studienbeginn SoSe)
Übung (Ü)	1	WiSe		ja
Praktikum (P)	-	SoSe		-
Seminar (S)	-	Anteil der Note für die Endnote		4,17%
Summe	4	Arbeitsaufwand	Präsenzzeit/h	60
Credit Points	5		Selbststudium/h	90

Inhalt	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Mathematische Einführung und Fehleranalyse</li> <li>• Direktes Lösen von linearen Gleichungssystemen</li> <li>• Lösung von nichtlinearen Gleichungen und Gleichungssystemen</li> <li>• Ausgleichsrechnung</li> <li>• Fixpunktiteration</li> <li>• Iterative Lösungsverfahren für große Gleichungssysteme</li> <li>• Approximation von Eigenwerten und -vektoren</li> <li>• Interpolation</li> <li>• Numerische Integration und Differentiation</li> <li>• Numerische Lösung von Differentialgleichungen und Differentialgleichungssystemen</li> <li>• Approximationstheorie</li> </ul>		
Lernergebnisse (learning outcomes)/ Kompetenzen	Die Studierenden sind nach erfolgreichem Abschluss des Moduls in der Lage, für gegebene Problemstellungen geeignete numerische Verfahren auszuwählen, programmiertechnisch umzusetzen und bezüglich ihrer Konvergenz und des Aufwands zu beurteilen.		
Teilnahme- voraussetzungen (LV)	Formal	Keine	
	Inhaltlich	Programmiersprache, Inhalte von Mathematik I, II und III	
Teilnahme- voraussetzungen (MAP)	Keine		
Prüfungsform/Dauer	Klausur (90 Min.)		
Voraussetzungen für die Vergabe von CP	Bestandene Modulprüfung		
Sonstige Informationen und Literaturangaben	Dahmen, Reusken: Numerik für Ingenieure und Naturwissenschaftler, Springer Deuffhard, Hohmann: Numerische Mathematik I und II, de Gruyter Stoer, Bulirsch: Numerische Mathematik 1 und 2, Springer		
	Keine		

## Industrielle Netze

Verwendung des Moduls (im gleichen oder in anderen Studiengängen)		Vertiefungsrichtung Mechatronik *Wahlmodul in allen anderen Vertiefungsrichtungen		Modulbeauftragte/r Protogerakis	
Lehrveranstaltung	SWS	Prüfungsnummer		20111	
Vorlesung (V)	2	Regelsemester		2 (Studienbeginn WiSe) 3 (Studienbeginn SoSe)	
Übung (Ü)	2	WiSe		-	
Praktikum (P)	-	SoSe		ja	
Seminar (S)	-	Anteil der Note für die Endnote		4,17%	
Summe	4	Arbeitsaufwand	Präsenzzeit/h	60	
Credit Points	5		Selbststudium/h	90	

Inhalt	Grundlagen von Feldbussystemen, Einführung in IP-basierte Netze, Firewalls, Routing und IPv6, Grundlagen der Kryptographie, Security in industriellen Kommunikationsnetzen, Echtzeit-Ethernet-Netze, Nutzung von Mobilfunk/LPWAN-Netzen in der industriellen Kommunikation, Industrial Internet of Things				
Lernergebnisse (learning outcomes)/ Kompetenzen	Nach erfolgreichem Abschluss des Moduls sind die Studierenden in der Lage, industriegerechte Echtzeit-Ethernet- und TCP/IP-Netze einzuschätzen, auszuwählen und zu projektieren. Sie sind befähigt, basierend auf einer Analyse der Kommunikationsaufgabe und unter Berücksichtigung von Security-Aspekten, geeignete Echtzeit-Ethernet-Systeme sowie Internet-Protokolle für den Betrieb in Automatisierungsanlagen anzuwenden und zu parametrieren.				
Teilnahme- voraussetzungen (LV)	Formal	Keine			
	Inhaltlich	Grundlagen der Elektrotechnik und Informatik, Kenntnisse der Softwareentwicklung			
Teilnahme- voraussetzungen (MAP)	Keine				
Prüfungsform/Dauer	Mündliche Prüfung (20 – 40 Min.) Die konkrete Prüfungsdauer wird zu Beginn der Lehrveranstaltung bekannt gegeben.				
Voraussetzungen für die Vergabe von CP	Bestandene Modulprüfung				
Sonstige Informationen und Literaturangaben	Badach u. a.: Technik der IP-Netze, Hanser Gollub: Messen, Steuern und Regeln mit TCP/IP, Franzis Walter: Embedded Internet in der Industrieautomation, Hüthig Langmann: Taschenbuch der Automatisierung, Hanser				
	Keine				

## Fertigungsmess- und Prüftechnik

Verwendung des Moduls (im gleichen oder in anderen Studiengängen)		*Wahlmodul in allen anderen Vertiefungsrichtungen	Modulbeauftragte/r Feige	
Lehrveranstaltung	SWS	Prüfungsnummer	20091	
Vorlesung (V)	2	Regelsemester	3 (Studienbeginn WiSe) 2 (Studienbeginn SoSe)	
Übung (Ü)	1	WiSe	ja	
Praktikum (P)	-	SoSe	-	
Seminar (S)	1	Anteil der Note für die Endnote		4,17%
Summe	4	Arbeitsaufwand	Präsenzzeit/h	60
Credit Points	5		Selbststudium/h	90

Inhalt	Grundbegriffe des technischen Messens im Rahmen nationaler Normen und internationaler Standards; Methoden der Messsystemanalyse: Messunsicherheit, Richtigkeit, Wiederholpräzision, Vergleichspräzision, Auflösung, Prozessfähigkeit; Fertigungsmesstechnik als Komponente des Qualitätsmanagements; Messverfahren zur Erfassung schneller und/oder verrauschter Messsignale zur Auflösungs- und Genauigkeitssteigerung; Prüfkonzepte: Werkstoffprüfung, Funktionsprüfung, Geometrieprüfung; physikalische Messprinzipien; Oberflächenmesstechniken; dimensionelle Messtechniken; bildgebende Messtechniken			
Lernergebnisse (learning outcomes)/ Kompetenzen	Nach erfolgreichem Abschluss des Moduls können die Studierenden die wesentlichen Grundbegriffe der Metrologie erklären und diese auf praktische Beispiele anwenden. Dabei können sie Problemstellungen der Fertigungsmesstechnik analysieren und grundlegende Lösungen für das Qualitätsmanagement darbieten. Insbesondere können die Studierenden unterschiedliche Messverfahren zur Steigerung der Messsignal-Auflösung und -Genauigkeit gegenüberstellen, Messprinzipien zur Untersuchung von Werkstoffen, Oberflächen und Bauteilen skizzieren. Die Studierenden definieren für einen Vortrag im Rahmen der Seminare eigene Ziele, wobei sie sich hinsichtlich der inhaltlichen und zeitlichen Planung kooperativ und verantwortlich mit den anderen Studierenden und dem Lehrenden abstimmen. Hinsichtlich des Vortrags können die Studierenden grundlegende Präsentationstechniken anwenden sowie komplexe fachbezogene Inhalte klar und zielgruppengerecht präsentieren. Dabei können die Studierenden ihre Präsentationsinhalte argumentativ vertreten sowie das eigene Argumentationsverhalten in kritisch-reflexiver Weise erweitern.			
Teilnahme- voraussetzungen (LV)	Formal	Keine		
	Inhaltlich	Mathematik I und II; Grundlagen der Elektrotechnik I und II; Naturwissenschaftliche Grundlagen I und II; Schaltungstechnik; Sensorsysteme und Signalverarbeitung		
Teilnahme- voraussetzungen (MAP)	Kolloquium mit Vortrag in einer Lehrveranstaltung des letzten Vorlesungsturnus, wobei das Thema und der Termin für den Vortrag in den ersten sechs Vorlesungswochen des Semesters mit dem Dozenten abzustimmen sind			
Prüfungsform/Dauer	Klausur (90 Min.)			
Voraussetzungen für die Vergabe von CP	Absolvierter Vortrag und bestandene Modulprüfung			
Sonstige Informationen und Literaturangaben	Dutschke: Fertigungsmesstechnik, Teubner Pfeifer und Schmitt: Fertigungsmesstechnik, Oldenbourg Mix: Introduction to Nondestructive Testing, Wiley Lerch: Elektrische Messtechnik, Springer			
	Keine			



--

## Vertiefungsrichtung Elektrische Energietechnik

## Rechtliche Rahmenbedingungen des Ingenieurwesens

Verwendung des Moduls (im gleichen oder in anderen Studiengängen)		*Wahlmodul in allen anderen Vertiefungsrichtungen	Modulbeauftragte/r Schoft	
Lehrveranstaltung	SWS	Prüfungsnummer	30081	
Vorlesung (V)	3	Regelsemester	2 (Studienbeginn WiSe) 1 (Studienbeginn SoSe)	
Übung (Ü)	1	WiSe	-	
Praktikum (P)	-	SoSe	ja	
Seminar (S)	-	Anteil der Note für die Endnote		4,17%
Summe	4	Arbeitsaufwand	Präsenzzeit/h	60
Credit Points	5		Selbststudium/h	90

Inhalt	<p>Gewerbliche Schutzrechte: Patentstruktur, deutsches Erfindergesetz, Patentanmeldungs- und -erteilungsverfahren, weitere Schutzrechte (Designs, Gebrauchsmuster, Marken, Urheberrecht)</p> <p>Projektmanagement: klassisches Projektmanagement (PMI Book), Gate-Modell, agile Methoden (Scrum, Kanban), Triz, FMEA, SWOT, Lasten- und Pflichtenheft</p> <p>Prozessmanagement: ISO 9001, Prozessmodellierung</p> <p>Exportkontrolle: Zolltarifnummern und Warenverzeichnis, Embargos, Ausfuhrliste, Dual-Use-Verordnung und Umschlüsselungsverzeichnis, Produkt- und Güterprüfung</p> <p>Incoterms und Zahlungsarten im Außenhandel</p> <p>Stoffsicherheit: REACH, RoHS, Batteriegesetz, F-Gas-Verordnung, PFAS, PCB, PAK CE-Zeichen, EMV-Richtlinie, Niederspannungsrichtlinie, Produktsicherheitsgesetz, Maschinenrichtlinie, Öko-Design Richtlinie, Richtlinie über Elektro- und Elektronik-Altgeräte, GS-Zeichen</p> <p>Anwendung technischer Richtlinien und Standards: DIN, EN, VDE, VDI, IEC, GOST, GB und IEEE Regelwerke, UL-, CSA- Zertifizierung, NEMA, DKE, ZVEI, CIGRÉ, ANSI</p>		
Lernergebnisse (learning outcomes)/ Kompetenzen	<p>Die Studierenden sind nach erfolgreichem Abschluss des Moduls befähigt, gewerbliche Schutzrechte zu interpretieren. Sie kennen die Abläufe in nationalen und internationalen Patentanmelde- und Erteilungsverfahren. Sie sind mit traditionellen Projektmanagementansätzen sowie mit agilen Methoden vertraut. Sie kennen den Ablauf der technischen Exportkontrolle im Rahmen der Produkt- und Güterprüfung. Sie haben Einblick in die Anforderungen an Stoffsicherheit und die Anforderungen des European Green Deal und der Circular Economy. Sie kennen den Aufbau nationaler und internationaler Normen und können diese interpretieren.</p>		
Teilnahme- voraussetzungen (LV)	Formal	Keine	
	Inhaltlich	Keine	
Teilnahme- voraussetzungen (MAP)	Keine		
Prüfungsform/Dauer	Klausur oder mündliche Prüfung (wird zu Beginn der Lehrveranstaltung bekannt gegeben)		
Voraussetzungen für die Vergabe von CP	Bestandene Modulprüfung		
Sonstige Informationen und Literaturangaben	<p>Cohausz: Gewerblicher Rechtsschutz und angrenzende Gebiete, Wolters Kluwer</p> <p>Basler: Patente in der Praxis, Springer</p> <p>Offenburger: Patent- und Patentrecherche, Springer</p> <p>Schick: Exportkontrolle für Praktiker, Reguvis</p> <p>Huth: Prozessmanagement, Wiley</p> <p>Baumast: Betriebliches Nachhaltigkeitsmanagement, Ulmer</p> <p>Tietjen : FMEA-Praxis, Hanser</p>		
	Keine		

## Elektrische Netze

Verwendung des Moduls (im gleichen oder in anderen Studiengängen)		*Wahlmodul in allen anderen Vertiefungsrichtungen	Modulbeauftragte/r Echternacht	
Lehrveranstaltung	SWS	Prüfungsnummer	30101	
Vorlesung (V)	3	Regelsemester	2 (Studienbeginn WiSe) 1 (Studienbeginn SoSe)	
Übung (Ü)	1	WiSe	-	
Praktikum (P)	-	SoSe	ja	
Seminar (S)	-	Anteil der Note für die Endnote		4,17%
Summe	4	Arbeitsaufwand	Präsenzzeit/h	60
Credit Points	5		Selbststudium/h	90

Inhalt	<p>Grundlagen und Modelle: Aufbau und Komponenten elektrischer Netze, Lastflussberechnung Unsymmetrien in der elektrischen Energieversorgung, Mit-, Gegen und Nullsystem, 012-Modelle symmetrischer Anlagen, 012-Modelle von Unsymmetrien</p> <p>Unsymmetrische Kurzschlussstromberechnung: Einpoliger Erdschluss, Zweipoliger Kurzschluss mit und ohne Erdberührung, Doppelerdschluss, Kurzschlussstromberechnung in vermaschten Netzen</p> <p>Versorgungszuverlässigkeit: Störung und Wiederversorgung, Grundlagen der Wahrscheinlichkeitsrechnung, Analytische Verfahren, Markoff-Prozesse, Kenngrößen für die Versorgungszuverlässigkeit</p> <p>Dynamisches Verhalten und Stabilität: Ausgleichsvorgänge, Dynamische Komponentenmodelle, Klassifizierung der Stabilität, Statische und Transiente Stabilität</p> <p>Zustandsschätzung in elektrischen Netzen, Weighted-Least-Square-Estimation</p> <p>Beeinflussung (Kapazitiv, Induktiv)</p> <p>Rechnergestützt Netzberechnung und -planung: Überblick, Werkzeuge</p>			
Lernergebnisse (learning outcomes)/ Kompetenzen	Die Studierenden verfügen nach erfolgreichem Abschluss des Moduls über Kenntnisse und Fähigkeiten zur Analyse und Berechnung in symmetrischen und unsymmetrischen Netzen sowie zur Berechnung von Versorgungszuverlässigkeitskenngrößen und Stabilitätsbetrachtungen. Sie können Netzstrukturen überprüfen und einstufen, ob technische Anforderungen eingehalten werden.			
Teilnahme- voraussetzungen (LV)	Formal	Keine		
	Inhaltlich	Keine		
Teilnahme- voraussetzungen (MAP)	Keine			
Prüfungsform/Dauer	Klausur (120 Min.)			
Voraussetzungen für die Vergabe von CP	Bestandene Modulprüfung			
Sonstige Informationen und Literaturangaben	Heuck: Elektrische Energieversorgung, Springer Vieweg Schäfer: Netzberechnung – Verfahren zur Berechnung elektrischer Energieversorgungsnetze, Springer Vieweg			
	Keine			

## Energiewandlung I

Verwendung des Moduls (im gleichen oder in anderen Studiengängen)		*Wahlmodul in allen anderen Vertiefungsrichtungen	Modulbeauftragte/r Bockstette	
Lehrveranstaltung	SWS	Prüfungsnummer	30061	
Vorlesung (V)	3	Regelsemester	1 (Studienbeginn WiSe) 2 (Studienbeginn SoSe)	
Übung (Ü)	1	WiSe	ja	
Praktikum (P)	-	SoSe	-	
Seminar (S)	-	Anteil der Note für die Endnote		4,17%
Summe	4	Arbeitsaufwand	Präsenzzeit/h	60
Credit Points	5		Selbststudium/h	90

Inhalt	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Batterie-Speicher-Technologien (insb. Lithium-Ionen-Batterien, Natrium-Ionen-Batterien), aktueller Stand der Technik und Ausblick</li> <li>• Brennstoffzellentechnik, aktueller Stand der Technik und Ausblick</li> <li>• Thermoelektrische Generatoren, aktueller Stand der Technik und Ausblick</li> <li>• Kernfusion, aktueller Stand der Technik und Ausblick</li>   <li>• Grundlagen der Elektrochemie</li> <li>• Grundlagen der Thermoelektrik</li> <li>• Grundlagen der Thermodynamik</li> <li>• Grundlagen der Kernfusion / Kernfission</li> </ul>			
Lernergebnisse (learning outcomes)/ Kompetenzen	Nach erfolgreichem Abschluss des Moduls verstehen die Studierenden auf der Basis der thermoelektrischen, elektrochemischen und thermodynamischen Grundlagen den Aufbau und den Betrieb von Lithium-Ionen-Batterien, thermoelektrischen Generatoren und konventionellen Kraftwerken.			
Teilnahme- voraussetzungen (LV)	Formal	Keine		
	Inhaltlich	Keine		
Teilnahme- voraussetzungen (MAP)	Keine			
Prüfungsform/Dauer	Klausur (60 Min.) oder mündliche Prüfung (20-40 Min.) oder besondere Prüfungsleistung Wird zu Beginn der Lehrveranstaltung bekannt gegeben.			
Voraussetzungen für die Vergabe von CP	Bestandene Modulprüfung			
Sonstige Informationen und Literaturangaben	Keine			
	Keine			

## Energiewandlung II

Verwendung des Moduls (im gleichen oder in anderen Studiengängen)		*Wahlmodul in allen anderen Vertiefungsrichtungen	Modulbeauftragte/r Bockstette
Lehrveranstaltung	SWS	Prüfungsnummer	30071
Vorlesung (V)	3	Regelsemester	2 (Studienbeginn WiSe) 3 (Studienbeginn SoSe)
Übung (Ü)	1	WiSe	-
Praktikum (P)	-	SoSe	ja
Seminar (S)	-	Anteil der Note für die Endnote	4,17%
Summe	4	Arbeitsaufwand	Präsenzzeit/h 60
Credit Points	5		Selbststudium/h 90

Inhalt	<p><u>Technologien erneuerbarer Energien</u> Thermische Solarkraftwerke, Geothermische Kraftwerke, Biomasseanlagen, Wasserkraftanlagen, Windkraftanlagen, Photovoltaikanlagen, Gezeiten- und Wellenkraftwerke</p> <p><u>Technologien großtechnischer Energiespeicher</u> Pumpspeicherwerke, Druckluftspeicher, Supraleitende Magnetische Energiespeicher, Schwungradspeicher, Batteriespeicher, Photovoltaik-Speicher-Systeme, Wasserstoffsysteme und „Power-to-Gas“</p> <p><u>Energiewirtschaftliche Aspekte und Netzintegration</u> Erneuerbare Energien und Speicher</p>		
Lernergebnisse (learning outcomes)/ Kompetenzen	<p>Studierende sind nach erfolgreichem Abschluss des Moduls in der Lage,</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- unterschiedliche erneuerbare Energiequellen und deren Nutzung zu erläutern.</li> <li>- die Energiewandlungskonzepte regenerativer Kraftwerke zu beschreiben.</li> <li>- Energiespeichermöglichkeiten zu beschreiben und zu bewerten.</li> <li>- Aufbau und Netzanbindung von regenerativen Kraftwerken zu beschreiben.</li> <li>- die Herausforderung der Einspeisung volatiler erneuerbarer Energie zu verstehen.</li> <li>- die Komplexität der Thematik zu verstehen und gesellschaftspolitisch zu bewerten.</li> </ul>		
Teilnahme- voraussetzungen (LV)	Formal	Keine	
	Inhaltlich	Keine	
Teilnahme- voraussetzungen (MAP)	Keine		
Prüfungsform/Dauer	Klausur (60 Min.) oder mündliche Prüfung (20-40 Min.) oder besondere Prüfungsleistung Wird zu Beginn der Lehrveranstaltung bekannt gegeben.		
Voraussetzungen für die Vergabe von CP	Bestandene Modulprüfung		
Sonstige Informationen und Literaturangaben	Keine		
	Keine		

## Werkstoffe der Elektrotechnik

Verwendung des Moduls (im gleichen oder in anderen Studiengängen)		Vertiefungsrichtung Mechatronik *Wahlmodul in allen anderen Vertiefungsrichtungen	Modulbeauftragte/r Schoft
Lehrveranstaltung	SWS	Prüfungsnummer	30091
Vorlesung (V)	3	Regelsemester	1 (Studienbeginn WiSe) 2 (Studienbeginn SoSe)
Übung (Ü)	1	WiSe	ja
Praktikum (P)	-	SoSe	-
Seminar (S)	-	Anteil der Note für die Endnote	4,17%
Summe	4	Arbeitsaufwand	Präsenzzeit/h 60
Credit Points	5		Selbststudium/h 90

Inhalt	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Wiederholung ausgesuchter Themen der Bachelor-Lehrveranstaltung</li> <li>• Elektrische metallische Leiter</li> <li>• Elektrische Kontakte (ruhende und schaltende Kontakte)</li> <li>• Widerstandswerkstoffe (einschließlich Heizleiter, NTC, PTC, Thermoelement und Varistor)</li> <li>• Dielektrische Werkstoffe</li> <li>• Isoliergase (Vakuum, technische Luft, CO<sub>2</sub>, N<sub>2</sub>, SF<sub>6</sub>, Fluorketone und Nitrile)</li> <li>• Flüssige Isolierstoffe (Isolieröle, dielektrische Flüssigkeiten)</li> <li>• Feste Isolierstoffe (organisch, anorganisch)</li> <li>• Magnetische Werkstoffe</li> <li>• Supraleiter</li> <li>• Ferro-, Piezo- und Pyroelektrizität</li> <li>• Elektrochemische Speicher</li> <li>• Regulatorische Rahmenbedingungen (z.B. Stoffkompatibilität, Zertifizierungen, Handelsklauseln usw.)</li> </ul>		
Lernergebnisse (learning outcomes)/ Kompetenzen	Die Studierenden kennen nach erfolgreichem Abschluss des Moduls die für Geräte- und Anlagenkomponenten der Elektroenergietechnik zu verwendenden Werkstoffe. Sie sind in der Lage, geeignete Werkstoffe abhängig von den Anforderungen an die Geräte- und Anlagenkomponenten auszuwählen und diese in entsprechenden Konstruktionen einzusetzen.		
Teilnahme- voraussetzungen (LV)	Formal	Keine	
	Inhaltlich	Grundlagen der Elektrotechnik	
Teilnahme- voraussetzungen (MAP)	Keine		
Prüfungsform/Dauer	Klausur (90 Min.) oder mündliche Prüfung (20 – 40 Min.) Wird zu Beginn der Lehrveranstaltung bekannt gegeben.		
Voraussetzungen für die Vergabe von CP	Bestandene Modulprüfung		
Sonstige Informationen und Literaturangaben	Ivers-Tiffée: Werkstoffe der Elektrotechnik, Teubner, Wellmann: Materialien der Elektronik und Energietechnik, Springer Ilschner, Singer: Werkstoffwissenschaften und Fertigungstechnik, Springer Kurzweil, Dietlmeier: Elektrochemische Speicher, Springer Kind, Kärner: Hochspannungsisolieretechnik, Vieweg		
	Keine		

## Antriebsregelung

Verwendung des Moduls (im gleichen oder in anderen Studiengängen)		Vertiefungsrichtung Mechatronik *Wahlmodul in allen anderen Vertiefungsrichtungen	Modulbeauftragte/r Wrede
Lehrveranstaltung	SWS	Prüfungsnummer	30111 30112 (Praktikum)
Vorlesung (V)	2	Regelsemester	2 (Studienbeginn WiSe) 1 (Studienbeginn SoSe)
Übung (Ü)	1	WiSe	-
Praktikum (P)	1 <sup>1)</sup>	SoSe	ja
Seminar (S)	-	Anteil der Note für die Endnote	4,17%
Summe	4	Arbeitsaufwand	Präsenzzeit/h 60
Credit Points	5		Selbststudium/h 90

Inhalt	<p><b>Vorlesung</b>  <u>Einführung:</u> Elektrische Antriebssysteme und Energieeffizienz  <u>Grundlagen:</u> Mechanische Grundlagen, Drehfeldmaschinen, Regelung eines elektrischen Antriebs, Messtechnik und Sensorik, Raumzeiger  <u>Permanenterregte Synchronmaschine (PSM):</u> Modellierung einer PSM, Quasistationärer Betrieb einer PSM sowie Regelung einer PSM  <u>Asynchronmaschine (ASM):</u> Modellierung einer ASM, Quasistationärer Betrieb einer ASM sowie Regelung einer ASM  <b>Praktikum</b>                  Im Praktikum lernen die Studierenden, die Inhalte der Vorlesung zweckmäßig anzuwenden. Dabei werden jeweils ein drehzahlvariables Antriebssystem basierend auf einer Asynchronmaschine sowie einer permanenterregten Synchronmaschine simuliert, die Regler ausgelegt sowie entsprechende Prüfstände in Betrieb genommen und Messungen daran durchgeführt.</p>		
Lernergebnisse (learning outcomes)/ Kompetenzen	Studierende sind nach erfolgreichem Abschluss des Moduls in der Lage - mechanische Bewegungsvorgänge von Antrieben zu beschreiben - Modelle elektrischer Antriebssysteme aufzubauen und deren stationäres und dynamisches Verhalten zu beschreiben - Aufbau und Regelungen unterschiedlicher Antriebssysteme zu beurteilen - Elektrische Antriebssysteme zu simulieren und in Betrieb zu nehmen - Im Rahmen der Praktika übernehmen die Studierenden Eigenverantwortung für die Gestaltung der Lerngruppe, kooperieren bei der Planung, dem Aufbau und der Inbetriebnahme und verfügen über die methodischen und kommunikativen Kompetenzen, die erarbeiteten Ergebnisse zu diskutieren und zu präsentieren.		
Teilnahme- voraussetzungen (LV)	Formal	Keine	
	Inhaltlich	Leistungselektronik und Regelungstechnik	
Teilnahme- voraussetzungen (MAP)	Bestandenes Praktikum (Testat)		
Prüfungsform/Dauer	Klausur (60 Minuten)		
Voraussetzungen für die Vergabe von CP	Erfolgreiche Teilnahme (Testat) am Praktikum und bestandene Modulprüfung		
Sonstige Informationen und Literaturangaben	Teigelkötter: Energieeffiziente elektrische Antriebe, Springer Vieweg Riefenstahl: Elektrische Antriebssysteme, Vieweg + Teubner		
	Keine		

## Energiewirtschaft

Verwendung des Moduls (im gleichen oder in anderen Studiengängen)		*Wahlmodul in allen anderen Vertiefungsrichtungen	Modulbeauftragte/r Echternacht
Lehrveranstaltung	SWS	Prüfungsnummer	30131
Vorlesung (V)	3	Regelsemester	3 (Studienbeginn WiSe) 2 (Studienbeginn SoSe)
Übung (Ü)	1	WiSe	ja
Praktikum (P)	-	SoSe	-
Seminar (S)	-	Anteil der Note für die Endnote	4,17%
Summe	4	Arbeitsaufwand	Präsenzzeit/h 60
Credit Points	5		Selbststudium/h 90

Inhalt	Rechtsrahmen der Energiewirtschaft: Liberalisierung, Regulierung, Netzentgelte, Märkte (Primärenergie, Strom-, Regulenergiemärkte) in Deutschland und Europa, Energiehandel, PPAs, Vermarktung Erneuerbarer, Optionen, Emissionsrechtehandel, Optimierungsverfahren, Grid-Codes, Erdgas, Wasserstoff, Grünes Gas, Dekarbonisierung		
Lernergebnisse (learning outcomes)/ Kompetenzen	Die Studierenden erlangen einen Überblick über den für die Energiewirtschaft relevanten Rechtsrahmen sowie den Einfluss der Gesetzgebung auf EU-Ebene sowie auf nationaler Ebene. Sie können Vermarktungsmöglichkeiten bestimmen und unterschiedliche Optimierungsverfahren hinsichtlich ihrer Eignung bewerten. Des Weiteren können sie beurteilen, welche Herausforderungen sich durch Änderungen der Erzeugungsstruktur ergeben.		
Teilnahme- voraussetzungen (LV)	Formal	Keine	
	Inhaltlich	Grundlagen Elektrischen Energieversorgung und Mathematik	
Teilnahme- voraussetzungen (MAP)	Keine		
Prüfungsform/Dauer	Mündliche Prüfung (20 – 40 Min.)		
Voraussetzungen für die Vergabe von CP	Bestandene Modulprüfung		
Sonstige Informationen und Literaturangaben	Keine		
	Keine		



## Höhere Regelungstechnik

siehe Modulbeschreibung in der Vertiefungsrichtung Automatisierungstechnik

## Modellbildung und Simulation

siehe Modulbeschreibung in der Vertiefungsrichtung Automatisierungstechnik

## Numerische Verfahren

siehe Modulbeschreibung in der Vertiefungsrichtung Automatisierungstechnik

--

## Vertiefungsrichtung Informationstechnik

## Rapid System Prototyping

Verwendung des Moduls (im gleichen oder in anderen Studiengängen)		*Wahlmodul in allen anderen Vertiefungsrichtungen		Modulbeauftragte/r Rieß
Lehrveranstaltung	SWS	Prüfungsnummer		40091 40092 (Praktikum)
Vorlesung (V)	2	Regelsemester		1 (Studienbeginn WiSe) 2 (Studienbeginn SoSe)
Übung (Ü)	-	WiSe		ja
Praktikum (P)	2 <sup>1)</sup>	SoSe		-
Seminar (S)	-	Anteil der Note für die Endnote		4,17%
Summe	4	Arbeitsaufwand	Präsenzzeit/h	60
Credit Points	5		Selbststudium/h	90

Inhalt	Schneller Entwurf und Realisierung digitaler Schaltungen mit rekonfigurierbaren Bausteinen		
Lernergebnisse (learning outcomes)/ Kompetenzen	Die Studierenden können nach erfolgreichem Abschluss des Moduls komplexe digitale Schaltungen und Systeme in Hardwarebeschreibungssprachen beschreiben und mittels geeigneter CAD-Werkzeuge eine entsprechende Gatternetzliste und ein Schaltungslayout erzeugen. Sie kennen die verschiedenen Grundstrukturen und Konfigurierungsmöglichkeiten rekonfigurierbarer Logikbausteine und können das System schnell auf einem solchen Baustein realisieren. Außerdem können die Studierenden geeignete Schnittstellen des Systems zur Außenwelt definieren und realisieren.		
Teilnahme- voraussetzungen (LV)	Formal	Keine	
	Inhaltlich	Boole'sche Algebra und Digitaltechnik	
Teilnahme- voraussetzungen (MAP)	Bestandenes Praktikum (Testat)		
Prüfungsform/Dauer	Klausur (90 Min.)		
Voraussetzungen für die Vergabe von CP	Erfolgreiche Teilnahme (Testat) am Praktikum und bestandene Modulprüfung		
Sonstige Informationen und Literaturangaben	Hamblen, Hall, Furman: Rapid Prototyping of Digital Systems, Springer Cofer: Rapid System Prototyping with FPGAs, Newnes		
	Keine		

## Algorithmen, Datenstrukturen, Graphen

Verwendung des Moduls (im gleichen oder in anderen Studiengängen)		*Wahlmodul in allen anderen Vertiefungsrichtungen	Modulbeauftragte/r Machmerth
Lehrveranstaltung	SWS	Prüfungsnummer	40071
Vorlesung (V)	2	Regelsemester	1 (Studienbeginn WiSe) 2 (Studienbeginn SoSe)
Übung (Ü)	2	WiSe	ja
Praktikum (P)	-	SoSe	-
Seminar (S)	-	Anteil der Note für die Endnote	
Summe	4	Arbeitsaufwand	Präsenzzeit/h
Credit Points	5		Selbststudium/h
			60
			90

Inhalt	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Datenstrukturen <ul style="list-style-type: none"> <li>○ Arrays</li> <li>○ Dateien</li> <li>○ Listen</li> <li>○ Bäume</li> <li>○ Graphen</li> <li>○ Hashtabellen</li> </ul> </li> <li>• Streams</li> <li>• Algorithmen <ul style="list-style-type: none"> <li>○ Sortieren</li> <li>○ Suchen</li> <li>○ Hashverfahren</li> <li>○ Manipulation von Mengen</li> <li>○ Algorithmenentwurfstechniken</li> <li>○ Geometrische Algorithmen</li> <li>○ Graphenalgorithmen</li> <li>○ Suchen in Texten</li> <li>○ Einführung in die Komplexitätstheorie</li> </ul> </li> </ul>		
Lernergebnisse (learning outcomes)/ Kompetenzen	Die Studierenden kennen gängige Datenstrukturen und wissen diese kontextbezogen anzuwenden. Sie haben Kenntnis über Algorithmen und deren Anwendungsgebiete sowie die Fähigkeit, Algorithmen zu entwerfen und in ihrem Laufzeitverhalten zu bewerten.		
Teilnahme- voraussetzungen (LV)	Formal	Keine	
	Inhaltlich	Keine	
Teilnahme- voraussetzungen (MAP)	Keine		
Prüfungsform/Dauer	Klausur, mündliche Prüfung (20 – 40 Min) oder besondere Prüfungsleistung Wird zu Beginn der Lehrveranstaltung bekannt gegeben.		
Voraussetzungen für die Vergabe von CP	Bestandene Modulprüfung		
Sonstige Informationen und Literaturangaben	Wird in der Lehrveranstaltung bekannt gegeben.		
	Keine		

## Machine Learning II

Verwendung des Moduls (im gleichen oder in anderen Studiengängen)		*Wahlmodul in allen anderen Vertiefungsrichtungen	Modulbeauftragte/r Schwung
Lehrveranstaltung	SWS	Prüfungsnummer	40081
Vorlesung (V)	2	Regelsemester	2 (Studienbeginn WiSe) 1 (Studienbeginn SoSe)
Übung (Ü)	2	WiSe	-
Praktikum (P)	-	SoSe	ja
Seminar (S)	-	Anteil der Note für die Endnote	
Summe	4	4,17%	
Credit Points	5	Arbeitsaufwand	Präsenzzeit/h
			Selbststudium/h
			60
			90

Inhalt	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Regression und Modellierung komplexer Systeme mit neuronalen Netzen</li> <li>• Reinforcement learning</li> <li>• Long short-term memory (LSTM)</li> <li>• Natural language processing (NLP)</li> <li>• Generative adversarial networks (GAN)</li> <li>• Adversarial und counterfactual examples</li> </ul>		
Lernergebnisse (learning outcomes)/ Kompetenzen	Die Studierenden lernen fortgeschrittene Themen des Machine Learning mit künstlichen neuronalen Netzen kennen und diese anzuwenden. Sie kennen die charakteristischen Unterschiede zwischen den vorgetragenen Algorithmen und Systemen und können für eine gegebene Aufgabenstellung ein geeignetes Verfahren auswählen. Durch den Übungsteil und die freie Verfügbarkeit aller Methoden können alle Verfahren auf dem eigenen Rechner nachvollzogen werden.		
Teilnahme- voraussetzungen (LV)	Formal	Keine	
	Inhaltlich	Grundlagen Data Science, Künstliche Intelligenz, Machine Learning	
Teilnahme- voraussetzungen (MAP)	Keine		
Prüfungsform/Dauer	Besondere Prüfungsleistung		
Voraussetzungen für die Vergabe von CP	Bestandene Modulprüfung		
Sonstige Informationen und Literaturangaben	Wird in der Lehrveranstaltung bekannt gegeben.		
	Keine		

## SoC-Programmierung

Verwendung des Moduls (im gleichen oder in anderen Studiengängen)		*Wahlmodul in allen anderen Vertiefungsrichtungen	Modulbeauftragte/r Mondwurf
Lehrveranstaltung	SWS	Prüfungsnummer	40121 40122 (Praktikum)
Vorlesung (V)	2	Regelsemester	2 (Studienbeginn WiSe) 3 (Studienbeginn SoSe)
Übung (Ü)	-	WiSe	-
Praktikum (P)	2 <sup>1)</sup>	SoSe	ja
Seminar (S)	-	Anteil der Note für die Endnote	4,17%
Summe	4	Arbeitsaufwand	Präsenzzeit/h 60
Credit Points	5		Selbststudium/h 90

Inhalt	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Begriffserklärung SoC und Einsatzgebiete (Mikrocontroller, Embedded Systeme, Smartphones, Tablets, Watches ...)</li> <li>• RISC &amp; Soft-Core Prozessoren</li> <li>• Low Power Design</li> <li>• Architektur, SoC (Peripherie-)Komponenten</li> <li>• Entwurfsvorgang, IP Cores</li> <li>• Entwicklung eines Treibers für das Betriebssystem Linux</li> <li>• Fertigung und Produktion</li> <li>• Praktikum: XILINX Kria oder Ultra96</li> </ul>		
Lernergebnisse (learning outcomes)/ Kompetenzen	Die Studierenden verstehen den Aufbau und die Anwendungsgebiete verschiedener spezialisierter Rechenwerke. Sie haben ein Verständnis für die Strukturierung von SoC-Projekten und kennen den Nutzen von internem RAM und externem RAM sowie CPU, GPU und FPGA und können diese voneinander abgrenzen. Die Studierenden besitzen praktische Kompetenzen bei der Parallelisierung von Algorithmen auf GPUs oder FPGAs. Sie sind in der Lage, eigene IP-Cores zu entwickeln und einen dazu passenden Treiber zu schreiben.		
Teilnahme- voraussetzungen (LV)	Formal	Keine	
	Inhaltlich	Rapid System Prototyping	
Teilnahme- voraussetzungen (MAP)	Bestandenes Praktikum (Testat)		
Prüfungsform/Dauer	Klausur, mündliche Prüfung (20 – 40 Min) oder besondere Prüfungsleistung Wird zu Beginn der Lehrveranstaltung bekannt gegeben.		
Voraussetzungen für die Vergabe von CP	Erfolgreiche Teilnahme (Testat) am Praktikum und bestandene Modulprüfung		
Sonstige Informationen und Literaturangaben	Wird in der Lehrveranstaltung bekannt gegeben.		
	Keine		



## SW-Engineering II

Verwendung des Moduls (im gleichen oder in anderen Studiengängen)		*Wahlmodul in allen anderen Vertiefungsrichtungen	Modulbeauftragte/r Nazari
Lehrveranstaltung	SWS	Prüfungsnummer	40101
Vorlesung (V)	2	Regelsemester	2 (Studienbeginn WiSe) 1 (Studienbeginn SoSe)
Übung (Ü)	2	WiSe	-
Praktikum (P)	-	SoSe	ja
Seminar (S)	-	Anteil der Note für die Endnote	4,17%
Summe	4	Arbeitsaufwand	Präsenzzeit/h 60
Credit Points	5		Selbststudium/h 90

Inhalt	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Agile Vorgehensmodelle (insb. Scrum und Kanban)</li> <li>• Agile Project Management (Status, Metriken, Aufwandsschätzung)</li> <li>• Kommunikation in IT (z.B. Pyramidenprinzip)</li> <li>• Einführung in CI/CD (Continuous Integration/Continuous Delivery)</li> <li>• Software-Testing und Test-Driven-Development (TDD)</li> <li>• Softwarearchitektur-Muster (z.B. Layered, Pipes and Filters)</li> <li>• Vertiefung der Vorlesungsthemen durch regelmäßige <b>praktische Übungen</b></li> </ul>		
Lernergebnisse (learning outcomes)/ Kompetenzen	<p>Die Studierenden erwerben fortgeschrittene Kompetenzen in agilen Vorgehensmodellen, insbesondere Scrum und Kanban, und im agilen Projektmanagement, einschließlich der Anwendung von Metriken und Aufwandsschätzungen. Sie entwickeln effektive Kommunikationsfähigkeiten für IT-Projekte und erwerben grundlegende Kenntnisse in Continuous Integration/Continuous Delivery (CI/CD) und Test-Driven-Development (TDD) zur Verbesserung der Softwarequalität und des Entwicklungsprozesses.</p> <p>Darüber hinaus erwerben die Studierenden umfassende Kenntnisse über verschiedene Software-Architekturmuster und werden durch praktische Übungen in die Lage versetzt, diese in realen Projekten anzuwenden.</p>		
Teilnahme- voraussetzungen (LV)	Formal	Keine	
	Inhaltlich	Programmierkenntnisse	
Teilnahme- voraussetzungen (MAP)	Teilnahme und Bestehen der wöchentlichen Aufgaben		
Prüfungsform/Dauer	Klausur, mündliche Prüfung (20 – 40 Min) oder besondere Prüfungsleistung Wird zu Beginn der Lehrveranstaltung bekannt gegeben.		
Voraussetzungen für die Vergabe von CP	Bestandene Modulprüfung		
Sonstige Informationen und Literaturangaben	Wird in der Lehrveranstaltung bekannt gegeben.		
	Keine		

## SW-Engineering III

Verwendung des Moduls (im gleichen oder in anderen Studiengängen)		*Wahlmodul in allen anderen Vertiefungsrichtungen	Modulbeauftragte/r Nazari
Lehrveranstaltung	SWS	Prüfungsnummer	40111
Vorlesung (V)	2	Regelsemester	3 (Studienbeginn WiSe) 2 (Studienbeginn SoSe)
Übung (Ü)	2	WiSe	ja
Praktikum (P)	-	SoSe	-
Seminar (S)	-	Anteil der Note für die Endnote 4,17%	
Summe	4	Arbeitsaufwand	Präsenzzeit/h 60
Credit Points	5		Selbststudium/h 90

Inhalt	<ul style="list-style-type: none"> <li>• CI/CD (Continuous Integration / Continuous Delivery)</li> <li>• Cloud Computing (u.a. IaaS, PaaS, SaaS, Sicherheit, Hybrid)</li> <li>• Cloud Architecture Patterns (u.a. Scalability, Load Balancing, Messaging)</li> <li>• Containerization (u.a. Docker)</li> <li>• DevOps</li> <li>• <b>Schwerpunkt der Übungen:</b> Implementierung einer vollständigen CI/CD-Pipeline mit Test-Suite-Integration und automatisierter Bereitstellung von Docker-Containern</li> </ul>		
Lernergebnisse (learning outcomes)/ Kompetenzen	<p>Die Studierenden entwickeln ihre Kenntnisse und Fähigkeiten im Bereich des fortgeschrittenen Software Engineering weiter. Sie erwerben Kenntnisse über CI/CD, Cloud Computing, Containerization und DevOps. Sie können eine vollständige CI/CD-Pipeline mit automatisiertem Docker-Deployment und Tests implementieren. Die Studierenden verstehen Cloud-Computing-Konzepte wie IaaS, PaaS, SaaS und Sicherheitsaspekte. Sie kennen Cloud Architecture Patterns für skalierbare und leistungsfähige Systeme.</p> <p>Die Übungen bieten den Studierenden die Möglichkeit, eine Continuous-Integration- / Continuous-Delivery-Pipeline (CI/CD) zu entwerfen und zu entwickeln. Die Studierenden werden lernen, wie eine Pipeline aufgebaut wird, um Code automatisch zu bauen, zu testen und Docker-Container bereitzustellen. Dabei werden sie auch Tests erstellen, die in der Pipeline ausgeführt werden, um die Qualität des bereitgestellten Codes sicherzustellen.</p>		
Teilnahme- voraussetzungen (LV)	Formal	Keine	
	Inhaltlich	SW-Engineering I, SW-Engineering II	
Teilnahme- voraussetzungen (MAP)	Keine		
Prüfungsform/Dauer	Klausur, mündliche Prüfung (20 – 40 Min) oder besondere Prüfungsleistung Wird zu Beginn der Lehrveranstaltung bekannt gegeben.		
Voraussetzungen für die Vergabe von CP	Erfolgreiche Bearbeitung der Übungsaufgaben und bestandene Modulprüfung		
Sonstige Informationen und Literaturangaben	Wird in der Lehrveranstaltung bekannt gegeben.		
	Keine		

## Systemtheorie

Verwendung des Moduls (im gleichen oder in anderen Studiengängen)		*Wahlmodul in allen anderen Vertiefungsrichtungen	Modulbeauftragte/r Machmerth
Lehrveranstaltung	SWS	Prüfungsnummer	40061
Vorlesung (V)	3	Regelsemester	2 (Studienbeginn WiSe) 1 (Studienbeginn SoSe)
Übung (Ü)	1	WiSe	-
Praktikum (P)	-	SoSe	ja
Seminar (S)	-	Anteil der Note für die Endnote 4,17%	
Summe	4	Arbeitsaufwand	Präsenzzeit/h 60
Credit Points	5		Selbststudium/h 90

Inhalt	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Allgemeine lineare Systeme: Darstellung der Impulsantwort für ortsvariante Systeme und deren Anwendung auf Bilder</li> <li>• Mehrdimensionale Fourier-Transformation, Radon-Transformation und deren Anwendung auf Computertomographie</li> <li>• Approximation des Eingangsbildsignals: Non-blind Image Deconvolution (Conjugate Gradient, Tikhonov-Regularisierung) sowie TV-Denoising</li> <li>• Konzept des „Compressed Sensing“ (Sparsity, Sensing Matrix, einfache Signalrekonstruktion) für Computertomographie</li> </ul>		
Lernergebnisse (learning outcomes)/ Kompetenzen	Die Studierenden sind in der Lage, einfache Verfahren der Bildaufbereitung zu implementieren sowie ortsvariante Filter zu beschreiben. Weiterhin verfügen sie über die Kompetenz, den Einsatz der besprochenen Transformationen und Methoden auch in der medizinischen Bildverarbeitung zu bewerten und weiterzuentwickeln. Sie können hierbei auch das Konzept des „Compressed Sensing“ im Vergleich zum Nyquist-Shannon-Theorem einordnen.		
Teilnahme- voraussetzungen (LV)	Formal	Keine	
	Inhaltlich	Fundierte Kenntnisse der Mathematik, insbesondere lineare Algebra, eindimensionale Fourier-Transformation und Grundlagen der Signal- und Systemtheorie	
Teilnahme- voraussetzungen (MAP)	Keine		
Prüfungsform/Dauer	Klausur (120 Min.)		
Voraussetzungen für die Vergabe von CP	Bestandene Modulprüfung		
Sonstige Informationen und Literaturangaben	Leon, Kiencke, Jäkel: Signale und Systeme, Oldenbourg Ohm, Lüke: Signalübertragung, Springer Gonzalez, Woods: Digital Image Processing Eldar, Kutyniok: Compressed Sensing: Theory and Applications, Cambridge University Press		
	Keine		

## IT-Security II

Verwendung des Moduls (im gleichen oder in anderen Studiengängen)		*Wahlmodul in allen anderen Vertiefungsrichtungen	Modulbeauftragte/r Uzunkol
Lehrveranstaltung	SWS	Prüfungsnummer	40131
Vorlesung (V)	3	Regelsemester	3 (Studienbeginn WiSe) 2 (Studienbeginn SoSe)
Übung (Ü)	1	WiSe	ja
Praktikum (P)	-	SoSe	-
Seminar (S)	-	Anteil der Note für die Endnote	4,17%
Summe	4	Arbeitsaufwand	Präsenzzeit/h 60
Credit Points	5		Selbststudium/h 90

Inhalt	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Mathematische Grundlagen für Kryptografie</li> <li>• Entwurf und Implementierung von Verschlüsselungsalgorithmen</li> <li>• Security in verteilten Systemen</li> <li>• Prävention und Handeln von und im Katastrophenfall</li> <li>• Embedded System Security <ul style="list-style-type: none"> <li>○ Trusted Computing <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Authentifiziertes Booten</li> <li>▪ Trusted Platform Modules</li> <li>▪ On-board Credentials</li> </ul> </li> <li>○ Hardware-basierte Kryptographie</li> </ul> </li> </ul>		
Lernergebnisse (learning outcomes)/ Kompetenzen	<p>Die Studierenden verfügen über das Verständnis kryptografischer Algorithmen und können deren Sicherheit einschätzen und diese anwenden. Sie verfügen über fundiertes Wissen aus den Bereichen der IT-Security in verteilten Systemen und der Embedded Systeme.</p> <p>Die Studierenden sind sich ihrer gesellschaftlichen Verantwortung beim Umgang mit komplexen sicherheitsrelevanten Informationen und Methoden bewusst. Sie können aktuelle Fragestellungen im Bereich der IT-Sicherheit wissenschaftlich hinterfragen und interdisziplinär diskutieren.</p>		
Teilnahme- voraussetzungen (LV)	Formal	Keine	
	Inhaltlich	Keine	
Teilnahme- voraussetzungen (MAP)	Keine		
Prüfungsform/Dauer	Klausur, mündliche Prüfung (20 – 40 Min) oder besondere Prüfungsleistung Wird zu Beginn der Lehrveranstaltung bekannt gegeben.		
Voraussetzungen für die Vergabe von CP	Bestandene Modulprüfung		
Sonstige Informationen und Literaturangaben	Wird in der Lehrveranstaltung bekannt gegeben.		
	Keine		

## Modellbildung und Simulation

siehe Modulbeschreibung in der Vertiefungsrichtung Automatisierungstechnik

## Numerische Verfahren

siehe Modulbeschreibung in der Vertiefungsrichtung Automatisierungstechnik

--

## Vertiefungsrichtung Mikroelektronik

## Advanced MyP Arduino

Verwendung des Moduls (im gleichen oder in anderen Studiengängen)		*Wahlmodul in allen anderen Vertiefungsrichtungen	Modulbeauftragte/r Ćurčić
Lehrveranstaltung	SWS	Prüfungsnummer	50161
Vorlesung (V)	3	Regelsemester	1 (Studienbeginn WiSe) 2 (Studienbeginn SoSe)
Übung (Ü)	1	WiSe	ja
Praktikum (P)	-	SoSe	-
Seminar (S)	-	Anteil der Note für die Endnote	4,17%
Summe	4	Arbeitsaufwand	Präsenzzeit/h 60
Credit Points	5		Selbststudium/h 90

Inhalt	Erlernen der Arduino-Plattform  Die Lehrveranstaltung gibt einen einfachen, interessanten und eng geleiteten Einstieg in die Arduino-Thematik.		
Lernergebnisse (learning outcomes)/ Kompetenzen	Die Studierenden können Arduino-Mikrocontrollerplatinen in Projekte einbinden und Programme erstellen.		
Teilnahme- voraussetzungen (LV)	Formal	Keine	
	Inhaltlich	Grundlagen der Informatik	
Teilnahme- voraussetzungen (MAP)	Keine		
Prüfungsform/Dauer	Klausur (90 Minuten)		
Voraussetzungen für die Vergabe von CP	Bestandene Modulprüfung		
Sonstige Informationen und Literaturangaben	Infos rund um das Thema Arduino, Software, Downloads, technische Daten: <ul style="list-style-type: none"> <li>• <a href="http://www.arduino.cc">www.arduino.cc</a></li> <li>• <a href="http://www.dobot.cc">www.dobot.cc</a></li> <li>• <a href="http://www.schulroboter.de">www.schulroboter.de</a>.</li> </ul> <p>Internetportal mit Infos zum DD1-Roboter (Chassis für Arduino):</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• <a href="https://ardurobot.jimdo.com">https://ardurobot.jimdo.com</a></li> </ul> <p>Materialien zum Thema Arduino:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• <a href="http://www.funduinoshop.com">www.funduinoshop.com</a></li> </ul> <p>Arduino-Projekte und Software zum Erstellen von Schaltskizzen:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• <a href="http://www.fritzing.org">www.fritzing.org</a>.</li> </ul> <p>Englischsprachige Informationen:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• <a href="http://www.adafruit.com">www.adafruit.com</a></li> <li>• <a href="http://www.sparkfun.com">www.sparkfun.com</a></li> </ul>		
		Keine	



## Nanoelectronics

Verwendung des Moduls (im gleichen oder in anderen Studiengängen)		*Wahlmodul in allen anderen Vertiefungsrichtungen	Modulbeauftragte/r Fülber
Lehrveranstaltung	SWS	Prüfungsnummer	50171
Vorlesung (V)	-	Regelsemester	2 (Studienbeginn WiSe) 1 (Studienbeginn SoSe)
Übung (Ü)	1	WiSe	-
Praktikum (P)	-	SoSe	ja
Seminar (S)	3	Anteil der Note für die Endnote 4,17%	
Summe	4	Arbeitsaufwand	Präsenzzeit/h 60
Credit Points	5		Selbststudium/h 90

Inhalt	<p>Seminaristische Veranstaltung zu den Grundlagen, den Grenzen und der Technologie der Nanoelektronik.</p> <p>Die Veranstaltung behandelt ausgewählte Themen der Nanoelektronik. Dies sind die physikalischen Grundlagen und die Realisierung von Transistoren bzw. Schaltkreisen im Bereich sub 20 nm und verwandte Themen. Die Schwerpunkte werden nach Vorkenntnissen und Interessen der Studierenden im jeweiligen Semester angepasst:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Physikalische Grenzen der Halbleiterintegration</li> <li>2. Herausforderungen des konventionellen Transistors (FET-Typ)</li> <li>3. Neue Transistorarchitekturen</li> <li>4. Single electron transistor (SET)</li> <li>5. Graphen und 2dim elektronische Strukturen</li> <li>6. Speicherkonzepte</li> <li>7. Lichterzeugung, blaue LEDs und photonische Kristalle</li> <li>8. Technologie: Strukturierung, Messtechnik und neue Materialien</li> <li>9. Ausblick: Quantum Computing</li> </ol>		
Lernergebnisse (learning outcomes)/ Kompetenzen	Die Studierenden verfügen nach erfolgreichem Abschluss des Moduls über Kenntnisse des Designs für sub 20 nm Transistoren inklusive der technologischen und physikalischen Grundlagen. Sie verfügen außerdem über die entsprechenden Kompetenzen zur Erarbeitung von technologischen Projekten bei 10 nm.		
Teilnahme- voraussetzungen (LV)	Formal	Keine	
	Inhaltlich	Keine	
Teilnahme- voraussetzungen (MAP)	Der Kurs ist als seminaristische Veranstaltung organisiert. Die Studierenden sind aufgefordert, mit einer Präsentation oder Hausarbeit beizutragen, die mit 50% in die Gesamtnote eingeht. Seminarbeitrag als Hausarbeit (ca. 12 Seiten Fließtext) oder Präsentation (ca. 30 Min).		
Prüfungsform/Dauer	Die Prüfungsform ist in der Regel die schriftliche Klausur (120 Min.) bei mehr als 8 Studierenden, eine mündliche Prüfung (30 Min.) ist für weniger als 8 Studierende möglich.		
Voraussetzungen für die Vergabe von CP	Hausarbeit/Referat und bestandene Modulprüfung		
Sonstige Informationen und Literaturangaben	Wegen der Breite des Themas wird für die Einzelvorträge eine separate Literaturliste zur Verfügung gestellt.		
	Keine		

## Festkörperphysik

Verwendung des Moduls (im gleichen oder in anderen Studiengängen)		*Wahlmodul in allen anderen Vertiefungsrichtungen	Modulbeauftragte/r Fülber/Licht
Lehrveranstaltung	SWS	Prüfungsnummer	50151
Vorlesung (V)	3	Regelsemester	1 (Studienbeginn WiSe) 2 (Studienbeginn SoSe)
Übung (Ü)	1	WiSe	ja
Praktikum (P)	-	SoSe	-
Seminar (S)	-	Anteil der Note für die Endnote	
Summe	4	Arbeitsaufwand	Präsenzzeit/h
Credit Points	5		Selbststudium/h
			60
			90

Inhalt	Grundlagen und Methoden der Festkörperphysik als Fundament der Werkstoffe in der Elektrotechnik, Halbleiterphysik, Mikro- und Nanoelektronik, Sensorik		
Lernergebnisse (learning outcomes)/ Kompetenzen	<p>Die Studierenden beherrschen nach erfolgreichem Abschluss des Moduls die grundlegenden Konzepte der Festkörperphysik zur mathematischen Beschreibung des Kristallgitters und reziproken Gitters, zur Lösung der Schrödingergleichung im periodischen Potential und zum Konzept der Blochfunktion. Das Verständnis von quantenmechanischen Methoden wird entwickelt.</p> <p>Die Studierenden können die physikalischen Modelle auf folgende Aufgabenstellungen anwenden – je nach Anzahl der Veranstaltungen wird eine Teilmenge der folgenden Themen behandelt:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Theorie der Bindung im Festkörper und mechanische Eigenschaften</li> <li>• Dynamik des Kristallgitters und Gitterschwingungen</li> <li>• Dielektrische Eigenschaften</li> <li>• Optische Eigenschaften</li> <li>• Leitfähigkeit (Drudemodell)</li> <li>• Bändermodell, effektive Masse und Transportphänomene</li> <li>• Halbleiterphysik und Grundlagen der Transistorphysik</li> <li>• Elektrische und magnetische Eigenschaften der Festkörper</li> <li>• Phänomen der Supraleitung</li> <li>• Oberflächen- und Grenzflächen</li> <li>• Sensorische und aktorische Systeme</li> </ul>		
Teilnahme- voraussetzungen (LV)	Formal	Keine	
	Inhaltlich	Keine	
Teilnahme- voraussetzungen (MAP)	Keine		
Prüfungsform/Dauer	Klausur (120 Min.)		
Voraussetzungen für die Vergabe von CP	Bestandene Modulprüfung		
Sonstige Informationen und Literaturangaben	Kittel: Introduction to Solid State Physics, Wiley Ibach, Lüth: Festkörperphysik, Springer Kopitzki: Einführung in die Festkörperphysik, Teuber Armbrust, Janetzki: Aufgaben zur Festkörperphysik, Vieweg,		
	Keine		

## Digitale Signalverarbeitung

Verwendung des Moduls (im gleichen oder in anderen Studiengängen)		*Wahlmodul in allen anderen Vertiefungsrichtungen	Modulbeauftragte/r Bathe
Lehrveranstaltung	SWS	Prüfungsnummer	50101 50102 (Praktikum)
Vorlesung (V)	2	Regelsemester	2 (Studienbeginn WiSe) 1 (Studienbeginn SoSe)
Übung (Ü)	1	WiSe	-
Praktikum (P)	1 <sup>1)</sup>	SoSe	ja
Seminar (S)	-	Anteil der Note für die Endnote	4,17%
Summe	4	Arbeitsaufwand	Präsenzzeit/h 60
Credit Points	5		Selbststudium/h 90

Inhalt	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Beschreibung zeitkontinuierlicher Signale und Systeme im Zeit- und Frequenzbereich:                     <ul style="list-style-type: none"> <li>- Impulsantwortfunktion, Übertragungsfunktion und Faltung</li> <li>- Laplace-Transformation (Pol-/Nullstellenanalyse)</li> <li>- Lineare und zeitinvariante Systeme</li> <li>- Diskrete (DFT) und schnelle (FFT) Fourier-Transformation</li> <li>- z-Transformation, Systembeschreibung durch die z-Übertragungsfunktion</li> <li>- Stabilität von Abtastsystemen</li> </ul> </li> <li>• Filterstrukturen:                     <ul style="list-style-type: none"> <li>- rekursive und nicht-rekursive digitale Filter</li> <li>- Entwurfsmethoden für digitale Filter</li> </ul> </li> <li>• Bilineare Transformation, Anregungsinvariante Transformation</li> <li>• Fourier-Approximation mit Fensterung, Chebyshev-Approximation</li> <li>• Architekturen und Programmierung von Signalprozessoren</li> <li>• Abtastratenwandlung, Multiratensignalverarbeitung</li> </ul>		
Lernergebnisse (learning outcomes)/ Kompetenzen	Die Studierenden verfügen nach erfolgreichem Abschluss des Moduls über Kenntnisse im Bereich der diskreten Signal- und Systembeschreibung, der Analyse des Stabilitätsverhaltens sowie über Entwurfsverfahren für digitale Filter und über die Architektur von Signalprozessoren. Sie sind in der Lage, die Umsetzung und Verifikation von komplexen Problemstellungen der digitalen Signalverarbeitung mit MATLAB zu realisieren.		
Teilnahme- voraussetzungen (LV)	Formal	Keine	
	Inhaltlich	Grundkenntnisse Methoden der Signalgenerierung, -übertragung und -verarbeitung	
Teilnahme- voraussetzungen (MAP)	Bestandenes Praktikum (Testat)		
Prüfungsform/Dauer	Klausur, mündliche Prüfung (20 – 40 Min) oder besondere Prüfungsleistung Wird zu Beginn der Lehrveranstaltung bekannt gegeben.		
Voraussetzungen für die Vergabe von CP	Erfolgreiche Teilnahme (Testat) am Praktikum und bestandene Modulprüfung		
Sonstige Informationen und Literaturangaben	Stearns, Hush: Digitale Verarbeitung analoger Signale, Oldenbourg Kammeyer, Kroschel: Digitale Signalverarbeitung, Teubner Oppenheim, Schaffer: Zeitdiskrete Signalverarbeitung, Oldenbourg Hoffmann: Matlab und Simulink in Signalverarbeitung und Kommunikationstechnik, Addison-Wesley		
	Keine		

## Rechnergestützter Schaltungsentwurf

Verwendung des Moduls (im gleichen oder in anderen Studiengängen)		*Wahlmodul in allen anderen Vertiefungsrichtungen		Modulbeauftragte/r Rieß
Lehrveranstaltung	SWS	Prüfungsnummer		50131
Vorlesung (V)	3	Regelsemester		1 (Studienbeginn WiSe) 2 (Studienbeginn SoSe)
Übung (Ü)	1	WiSe		ja
Praktikum (P)	-	SoSe		-
Seminar (S)	-	Anteil der Note für die Endnote		4,17%
Summe	4	Arbeitsaufwand	Präsenzzeit/h	60
Credit Points	5		Selbststudium/h	90

Inhalt	Grundlagen der Logiksynthese		
Lernergebnisse (learning outcomes)/ Kompetenzen	Die Studierenden kennen nach erfolgreichem Abschluss des Moduls die grundlegenden mathematischen Verfahren und Algorithmen, um digitale Schaltungen auf Gatterebene aus der zugehörigen logischen Funktion zu synthetisieren. Den Studierenden sind Verfahren bekannt, mit denen Schaltungen industrieller Komplexität erfolgreich automatisiert werden können, und sie können analysieren, welches Verfahren für die gegebene Aufgabenstellung am geeignetsten ist. Die Studierenden verstehen die grundlegende Bedeutung der Entwurfsautomatisierung für die Steigerung der Produktivität einer Ingenieurin/eines Ingenieurs und sind sich damit des wirtschaftlichen Erfolgs bewusst.		
Teilnahme- voraussetzungen (LV)	Formal	Keine	
	Inhaltlich	Boole'sche Algebra und Digitaltechnik	
Teilnahme- voraussetzungen (MAP)	Keine		
Prüfungsform/Dauer	Klausur (60 Min.)		
Voraussetzungen für die Vergabe von CP	Bestandene Modulprüfung		
Sonstige Informationen und Literaturangaben	Rabaey: Digital Integrated Circuits, Prentice Hall Weste, Eshraghian: Principles of CMOS VLSI Design, Addison Wesley De Micheli: Synthesis and Optimization of Digital Circuits, McGraw-Hill Scarbata: Synthese und Analyse Digitaler Schaltungen, Oldenbourg		
	Keine		

## Halbleitertechnologie

Verwendung des Moduls (im gleichen oder in anderen Studiengängen)		*Wahlmodul in allen anderen Vertiefungsrichtungen	Modulbeauftragte/r Licht
Lehrveranstaltung	SWS	Prüfungsnummer	50111
Vorlesung (V)	3	Regelsemester	2 (Studienbeginn WiSe) 1 (Studienbeginn SoSe)
Übung (Ü)	1	WiSe	-
Praktikum (P)	-	SoSe	ja
Seminar (S)	-	Anteil der Note für die Endnote	4,17%
Summe	4	Arbeitsaufwand	Präsenzzeit/h 60
Credit Points	5		Selbststudium/h 90

Inhalt	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Neueste Techniken in der Halbleitertechnik</li> <li>• Neueste Geräteentwicklungen und Prozesse für feinste Strukturen im Sub-Mikrometerbereich</li> <li>• Mikro- und Nanotechnologien und deren Herausforderungen und Grenzen</li> <li>• Nanomaterialien (Herstellung und Bearbeitung)</li> <li>• Entwicklungsaktivitäten bei neuartigen Halbleitermaterialien (z.B. SiC, GaN, organische Halbleiter usw.)</li> <li>• Reinraumtechnik und Reinraumanforderungen der Zukunft</li> </ul>		
Lernergebnisse (learning outcomes)/ Kompetenzen	<p>In der Veranstaltung werden die Studierenden an die neuesten Techniken und Geräte der Halbleitertechnik herangeführt. Die Studierenden lernen die unterschiedlichen technischen Prozesse und Materialsysteme kennen. Die Studierenden werden in die Lage versetzt, Prozesse und eingesetzte Materialien zu bewerten, ihre Funktionalität zu verstehen und für die entsprechenden Anwendungsgebiete bis hin zur Nanotechnologie einzuordnen. Neueste Halbleitermaterialien sollen auch hinsichtlich der Eignung für die Anwendungsfälle durch die Studierenden bewertet und diskutiert werden. Die Nutzung von Reinräumen und deren zukünftige Gestaltung wird den Studierenden vorgestellt.</p>		
Teilnahme- voraussetzungen (LV)	Formal	Keine	
	Inhaltlich	Keine	
Teilnahme- voraussetzungen (MAP)	Keine		
Prüfungsform/Dauer	Klausur (120 Min.) oder mündliche Prüfung (20 – 40 Min.) Wird zu Beginn der Lehrveranstaltung bekannt gegeben.		
Voraussetzungen für die Vergabe von CP	Bestandene Modulprüfung		
Sonstige Informationen und Literaturangaben	Reichl: Direktmontage, Springer Cordes, Waag, Heuck: Integrierte Schaltungen, Pearson Studium		
	Keine		

## Elektromagnetische Verträglichkeit

Verwendung des Moduls (im gleichen oder in anderen Studiengängen)		*Wahlmodul in allen anderen Vertiefungsrichtungen	Modulbeauftragte/r Ćurčić
Lehrveranstaltung	SWS	Prüfungsnummer	50121
Vorlesung (V)	2	Regelsemester	2 (Studienbeginn WiSe) 1 (Studienbeginn SoSe)
Übung (Ü)	1	WiSe	-
Praktikum (P)	-	SoSe	ja
Seminar (S)	1	Anteil der Note für die Endnote	
Summe	4	4,17%	
Credit Points	5	Arbeitsaufwand	Präsenzzeit/h
			Selbststudium/h
			60
			90

Inhalt	Kopplungsmechanismen, Maßnahmen an Störquellen, Maßnahmen an der Störselektromagnetische Beeinflussung biologischer Systeme, Normung der EMV		
Lernergebnisse (learning outcomes)/ Kompetenzen	Nach erfolgreichem Abschluss des Moduls verstehen und analysieren die Studierenden Problemstellungen der Störbeeinflussung und Störaussendung elektronischer Schaltungen und können diese Kompetenzen in der Praxis anwenden.		
Teilnahme- voraussetzungen (LV)	Formal	Keine	
	Inhaltlich	Keine	
Teilnahme- voraussetzungen (MAP)	Erfolgreiche Präsentation eines Vortrags		
Prüfungsform/Dauer	Klausur (90 Min.)		
Voraussetzungen für die Vergabe von CP	Präsentation und Bestandene Modulprüfung		
Sonstige Informationen und Literaturangaben	Durcansky: EMV-gerechtes Geräte Design, Franzis Habiger: Elektromagnetische Verträglichkeit, Hüthig		
	Keine		

## Entwicklungsaufgabe Studienprojekt

Verwendung des Moduls (im gleichen oder in anderen Studiengängen)		*Wahlmodul in allen anderen Vertiefungsrichtungen	Modulbeauftragte/r Licht, Curcic oder Fülber
Lehrveranstaltung	SWS	Prüfungsnummer	50081
Vorlesung (V)	-	Regelsemester	2 (Studienbeginn WiSe) 1 (Studienbeginn SoSe)
Übung (Ü)	-	WiSe	-
Praktikum (P)	4 <sup>1)</sup>	SoSe	ja
Seminar (S)	-	Anteil der Note für die Endnote	4,17%
Summe	4	Arbeitsaufwand	Präsenzzeit/h 60
Credit Points	5		Selbststudium/h 90

Inhalt	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Behandlung einer aktuellen praktischen technologischen oder schaltungstechnischen Fragestellung</li> <li>• Realisierung eines Entwicklungsprojektes im Rahmen eines Semesters</li> </ul>		
Lernergebnisse (learning outcomes)/ Kompetenzen	<p>Die Studierenden beherrschen nach erfolgreichem Abschluss des Moduls die Fähigkeit zur selbstständigen Bearbeitung eines praktischen Entwicklungsprojekts aus dem Bereich der Mikrotechnologien. Die Studierenden haben die Fähigkeit erlangt, ein Projekt zu strukturieren, die Arbeitspakete zeitlich und technisch zu planen und die Ergebnisse als Vortrag darzustellen. Die Studierenden können eigenständige Ideen und Konzepte zur Lösung wissenschaftlicher und beruflicher Probleme entwickeln.</p> <p>Die Studierenden können Arbeitsschritte bei der Lösung von Problemen auch in neuen und unvertrauten sowie fachübergreifenden Kontexten zielgerichtet planen und durchführen. Es gelingt ihnen, eigene Lernprozesse selbständig zu gestalten, zu reflektieren und methodisch zu erweitern.</p>		
Teilnahme- voraussetzungen (LV)	Formal	Keine	
	Inhaltlich	Praktische sowie theoretische Kenntnisse in Schaltungstechnik, Bauelemente, Sensorik und Entwurf integrierter Schaltungen	
Teilnahme- voraussetzungen (MAP)	Erfolgreiche Realisierung des Projektes in Hard- und / oder Software, Funktionsfähiger Prototyp vorhanden		
Prüfungsform/Dauer	Mündliche Prüfung (20 – 40 Min.) oder besondere Prüfungsleistung (Projektpräsentation mit Vortrag und Poster) Wird zu Beginn der Lehrveranstaltung bekannt gegeben.		
Voraussetzungen für die Vergabe von CP	Projektarbeit und bestandene Modulprüfung		
Sonstige Informationen und Literaturangaben	Tietze, Schenk, Gamm: Halbleiter-Schaltungstechnik, Springer		
	Studierende aus anderen Vertiefungsrichtungen (in dem Fall als Wahlmodul anzuerkennen) werden zur Teilnahme ermuntert, solange Plätze vorhanden sind.		

## Infrarot- und Lasertechnologie

Verwendung des Moduls (im gleichen oder in anderen Studiengängen)		*Wahlmodul in allen anderen Vertiefungsrichtungen	Modulbeauftragte/r Ćurčić
Lehrveranstaltung	SWS	Prüfungsnummer	50141
Vorlesung (V)	3	Regelsemester	3 (Studienbeginn WiSe) 2 (Studienbeginn SoSe)
Übung (Ü)	1	WiSe	ja
Praktikum (P)	-	SoSe	-
Seminar (S)	-	Anteil der Note für die Endnote	4,17%
Summe	4	Arbeitsaufwand	Präsenzzeit/h 60
Credit Points	5		Selbststudium/h 90

Inhalt	Elektromagnetische Strahlung, Schwarzer Körper, optische Bauelemente, Strahlungssender, Strahlungsempfänger, Funktionsprinzipien bei Detektoren, infraroptische Materialien und Bauelemente, Kühlung, Energieniveaus in Festkörpern, Emission und Absorption von Licht, Lasertypen und -aufbau, Halbleiterlaser, Terahertz-Laser		
Lernergebnisse (learning outcomes)/ Kompetenzen	Nach erfolgreichem Abschluss des Moduls verstehen und analysieren die Studierenden Grundlagen und Anwendungen der Infrarot- und Laser-Technologie. Sie können diese Kompetenzen in der Praxis anwenden.		
Teilnahme- voraussetzungen (LV)	Formal	Keine	
	Inhaltlich	Keine	
Teilnahme- voraussetzungen (MAP)	Keine		
Prüfungsform/Dauer	Klausur (90 Min.)		
Voraussetzungen für die Vergabe von CP	Bestandene Modulprüfung		
Sonstige Informationen und Literaturangaben	Tietze, Schenk: Halbleiter-Schaltungstechnik, Springer Jansen: Optoelektronik, Vieweg Wolfe, Zissis: The Infrared Handbook Brunner, Junge: Lasertechnik, Hüthig Bauer: Lasertechnik Rapp: Experimente mit selbstgebaute Lasern, Franzis Latscha, Klein: Anorganische Chemie, Springer		
	Keine		



## System Integration

Verwendung des Moduls (im gleichen oder in anderen Studiengängen)		*Wahlmodul in allen anderen Vertiefungsrichtungen	Modulbeauftragte/r Licht
Lehrveranstaltung	SWS	Prüfungsnummer	50091
Vorlesung (V)	3	Regelsemester	3 (Studienbeginn WiSe) 2 (Studienbeginn SoSe)
Übung (Ü)	1	WiSe	ja
Praktikum (P)	-	SoSe	-
Seminar (S)	-	Anteil der Note für die Endnote	
Summe	4	4,17%	
Credit Points	5	Arbeitsaufwand	Präsenzzeit/h
			Selbststudium/h
			60
			90

Inhalt	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Grundlagen und Methoden der Systemintegration</li> <li>• Integration von Bauelementen, Schaltungen und Halbleiterfunktionen in einem System</li> <li>• Aktorische und sensorische Systeme</li> <li>• Embedded Systems, Anwendungsbeispiele</li> <li>• Entwicklungswerkzeuge für das Systemdesign und dessen Entwicklung</li> </ul>		
Lernergebnisse (learning outcomes)/ Kompetenzen	<p>Die Studierenden beherrschen nach erfolgreichem Abschluss des Moduls die grundlegenden Methoden der Entwicklung und Bewertung im Bereich der Systemintegration. Die Kombination und Bewertung der neuen Systeme kann von den Studierenden selbstständig und begründet durchgeführt werden. Die Studierenden kennen die grundlegenden Simulationswerkzeuge und Methoden zur Entscheidungsfindung im Entwicklungsprozess. Sie können komplexe Systeme bewerten, deren technologische Herausforderungen erkennen und Lösungsvorschläge erarbeiten.</p> <p>Die Studierenden können das Thema Systemintegration auf folgende Aufgabenstellungen anwenden:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Entwicklungsstrategie bei dem Aufbau eines Systems</li> <li>• Beschreibung der Bauelemente in deren Funktion und Integration zu komplexeren Systemen mit elektrischen, thermischen und mechanischen Eigenschaften</li> <li>• Aktorische und sensorische Systeme und deren Kombination</li> <li>• Embedded Systems</li> <li>• Simulationsmöglichkeiten und deren Einsatz</li> <li>• Hohe Integration auf Halbleiterebene (Chancen und Risiken)</li> <li>• Anwendungsbeispiele aus dem Automobilbereich</li> <li>• Entwicklungswerkzeuge zur Systemintegration</li> <li>• Entscheidungsmatrix und FMEA</li> </ul>		
Teilnahme- voraussetzungen (LV)	Formal	Keine	
	Inhaltlich	Keine	
Teilnahme- voraussetzungen (MAP)	Keine		
Prüfungsform/Dauer	Klausur (90 Min.)		
Voraussetzungen für die Vergabe von CP	Bestandene Modulprüfung		
Sonstige Informationen und Literaturangaben	Cordes, Waag, Heuck: Integrierte Schaltungen, Pearson Studium		
	Keine		

--

## Vertiefungsrichtung Mechatronik

## Entwicklungsaufgabe Studienprojekt

Verwendung des Moduls (im gleichen oder in anderen Studiengängen)		*Wahlmodul in allen anderen Vertiefungsrichtungen	Modulbeauftragte/r alle Lehrenden im Bereich Mechatronik
Lehrveranstaltung	SWS	Prüfungsnummer	60081
Vorlesung (V)	-	Regelsemester	2 (Studienbeginn WiSe) 1 (Studienbeginn SoSe)
Übung (Ü)	-	WiSe	-
Praktikum (P)	4 <sup>1)</sup>	SoSe	ja
Seminar (S)	-	Anteil der Note für die Endnote	
Summe	4	4,17%	
Credit Points	5	Arbeitsaufwand	Präsenzzeit/h
			Selbststudium/h
			60
			90

Inhalt	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Behandlung einer aktuellen praktischen anwendungs- oder forschungsorientierten Fragestellung aus dem Bereich Mechatronik auf Master-Niveau</li> <li>• Realisierung eines Entwicklungsprojektes auf Master-Niveau im Rahmen eines Semesters</li> </ul>		
Lernergebnisse (learning outcomes)/ Kompetenzen	<p>Die Studierenden beherrschen nach erfolgreichem Abschluss des Moduls die Fähigkeit zur selbstständigen Bearbeitung eines praktischen Entwicklungsprojekts aus dem Bereich Mechatronik. Die Studierenden haben die Fähigkeit erlangt, ein Projekt zu strukturieren, die Arbeitspakete zeitlich und technisch zu planen und die Ergebnisse als Vortrag darzustellen.</p> <p>Fachkompetenzen: Das im Projekt von den Studierenden anzuwendende Wissen und die nötigen Fertigkeiten entsprechen dem Niveau 7 des DQR.<sup>1</sup></p> <p>Im Bereich personaler Kompetenzen müssen die Studierenden Ziele unter Reflexion der möglichen gesellschaftlichen, wirtschaftlichen und kulturellen Auswirkungen definieren, geeignete Mittel einsetzen und hierfür Wissen eigenständig erschließen.</p>		
Teilnahme- voraussetzungen (LV)	Formal	Keine	
	Inhaltlich	Praktische sowie theoretische mechatronische Kenntnisse	
Teilnahme- voraussetzungen (MAP)	Erfolgreiche Realisierung des Projektes in Hard- und / oder Software		
Prüfungsform/Dauer	Besondere Prüfungsleistung Wird zu Beginn der Lehrveranstaltung bekannt gegeben.		
Voraussetzungen für die Vergabe von CP	Projektarbeit und bestandene Modulprüfung		
Sonstige Informationen und Literaturangaben	<ul style="list-style-type: none"> <li>• DQR-Niveau 7 (<a href="https://www.dqr.de/dqr/de/der-dqr/dqr-niveaus/niveau-7/deutscher-qualifikationsrahmen-niveau-7.html">https://www.dqr.de/dqr/de/der-dqr/dqr-niveaus/niveau-7/deutscher-qualifikationsrahmen-niveau-7.html</a>)</li> <li>• <a href="https://www.dqr.de/dqr/de/der-dqr/wie-ist-der-dqr-aufgebaut/wie-ist-der-dqr-aufgebaut_node.html">https://www.dqr.de/dqr/de/der-dqr/wie-ist-der-dqr-aufgebaut/wie-ist-der-dqr-aufgebaut_node.html</a></li> </ul>		
	Keine		

## Höhere Regelungstechnik

siehe Modulbeschreibung in der Vertiefungsrichtung Automatisierungstechnik

## Modellbildung und Simulation

siehe Modulbeschreibung in der Vertiefungsrichtung Automatisierungstechnik

# Künstliche Intelligenz

siehe Modulbeschreibung in der Vertiefungsrichtung Automatisierungstechnik

# Smart Systems I

siehe Modulbeschreibung in der Vertiefungsrichtung Automatisierungstechnik

## Smart Systems II

siehe Modulbeschreibung in der Vertiefungsrichtung Automatisierungstechnik



## Numerische Verfahren

siehe Modulbeschreibung in der Vertiefungsrichtung Automatisierungstechnik

# Industrielle Netze

siehe Modulbeschreibung in der Vertiefungsrichtung Automatisierungstechnik

## Werkstoffe der Elektrotechnik

siehe Modulbeschreibung in der Vertiefungsrichtung Elektrische Energietechnik

# Antriebsregelung

siehe Modulbeschreibung in der Vertiefungsrichtung Elektrische Energietechnik

--

## Master-Thesis

## Master-Thesis

Verwendung des Moduls (im gleichen oder in anderen Studiengängen)		Keine Verwendung	Modulbeauftragte/r alle
Lehrveranstaltung	SWS	Prüfungsnummer	80001
Vorlesung (V)	-	Regelsemester	4
Übung (Ü)	-	WiSe	ja
Praktikum (P)	-	SoSe	ja
Seminar (S)	-	Anteil der Note für die Endnote	
Summe	-		25%
Credit Points	30	Arbeitsaufwand	Präsenzzeit/h
			Selbststudium/h

Inhalt	Die Master-Thesis ist eine wissenschaftliche Abschlussarbeit. In ihrem Rahmen werden aktuelle Aufgaben mit theoretisch-praktischer Relevanz in den Fachgebieten der Elektro- und Informationstechnik analysiert und mit wissenschaftlichen Methoden gelöst.		
Lernergebnisse (learning outcomes)/ Kompetenzen	Mit der Master-Thesis sollen die Studierenden zeigen, dass sie befähigt sind, innerhalb einer vorgegebenen Frist eine Aufgabe aus ihrem Forschungs- oder Anwendungsgebiet (sowohl in ihren fachlichen Einzelheiten als auch in den fachübergreifenden Zusammenhängen) selbstständig zu bearbeiten, und zwar nach technisch-wissenschaftlichen, theoretischen sowie berufspraktischen Methoden. Neben einer Begutachtung der für das Problem relevanten Vorarbeiten aus der Fachliteratur können die Studierenden auch neue Lösungsansätze entwickeln, bewerten und implementieren. Zudem sind sie in der Lage, ihre Ergebnisse in einer strukturierten schriftlichen Ausarbeitung zu formulieren, um damit sicherzustellen, alle relevanten Aspekte der Lösung verstanden zu haben. Sie erwerben Kompetenzen in der Analyse wissenschaftlicher Problemstellungen, der Begutachtung wissenschaftlicher Literatur sowie der Fähigkeit zu einer strukturierten, systematischen und selbstständigen Arbeitsweise. Zudem werden Kompetenzen im Bereich Projektplanung/Projektmanagement, im Verfassen umfangreicher Texte mit wissenschaftlichem Inhalt, beim Einsatz kreativer Fähigkeiten sowie in der Reflexion der eigenen wissenschaftlichen Arbeit erworben. Abschließend können die Studierenden die erzielten Ergebnisse präsentieren, bewerten und einordnen sowie einen Ausblick auf weiterführende Arbeiten formulieren.		
Teilnahme- voraussetzungen (LV)	Formal	80 CP	
	Inhaltlich	Keine	
Teilnahme- voraussetzungen (MAP)	Keine		
Prüfungsform/Dauer	Die Thesis besteht verpflichtend aus der schriftlichen Arbeit sowie optional aus einer Abschlusspräsentation (nach individueller Absprache mit dem*der Prüfer*in), wobei diese Abschlusspräsentation nicht einer separaten Prüfung mit Note entspricht.  Abgabe der Thesis in digitaler Form.  Der*Die Prüfer*in kann zusätzlich eine gedruckte/gebundene Form der Abgabe fordern.  Bearbeitungszeit: 18 Wochen		
Voraussetzungen für die Vergabe von CP	Bestandene Modulprüfung		
Sonstige Informationen und Literaturangaben	Keine		
	Keine		